



ТЕХНОЛОГИЯ И ОРГАНИЗАЦИЯ СТРОИТЕЛЬНОГО ПРОИЗВОДСТВА



Материалы всероссийской молодежной
научно-практической конференции

28–29 апреля 2021 г.

2021

САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
АРХИТЕКТУРНО-СТРОИТЕЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ, 2021

ТЕХНОЛОГИЯ И ОРГАНИЗАЦИЯ СТРОИТЕЛЬНОГО ПРОИЗВОДСТВА

Министерство науки и высшего образования
Российской Федерации

Санкт-Петербургский государственный
архитектурно-строительный университет

ТЕХНОЛОГИЯ И ОРГАНИЗАЦИЯ СТРОИТЕЛЬНОГО ПРОИЗВОДСТВА

Материалы всероссийской молодежной
научно-практической конференции

28–29 апреля 2021 г.

Санкт-Петербург
2021

УДК 69.338.97

Рецензенты:

канд. техн. наук, доцент *А. П. Васин* (ООО «БЭСКИТ», Санкт-Петербург);

канд. техн. наук *А. Л. Колчеданцев* (директор по производству

ООО «ЗАВОД ЖБИ-8», Санкт-Петербург)

Технология и организация строительного производства : материалы всероссийской молодежной научно-практической конференции [28–29 апреля 2021 г.] ; Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет. – Санкт-Петербург : СПбГАСУ, 2021. – 479 с. – Текст : непосредственный.

ISBN 978-5-9227-1126-5

В Санкт-Петербургском государственном архитектурно-строительном университете 28–29 апреля 2021 г прошла всероссийская молодежная научно-практическая конференция «Технология и организации строительного производства». В конференции приняли участие более 30 молодых ученых-исследователей и практиков из России.

В данном сборнике представлены научно-исследовательские работы аспирантов, студентов и специалистов в области технологии и организации строительства. Рассмотрены организационно-технологические вопросы планирования, управления и организации строительства, технологии возведения промышленно-гражданских зданий и сооружений; вопросы использования для сравнительного анализа вариантов организации работ, стоимости и других относительных дифференциальных критериев, объединяемых в интегральные; вопросы составления исполнительных календарных графиков «по факту», их анализ и использование при строительстве аналогичных объектов; исследования по разработке организационных основ управления, многоуровневого календарного планирования строительства объектов и комплексов.

Печатается по решению Научно-технического совета СПбГАСУ

Редакционная коллегия:

Р. В. Мотылев (председатель редколлегии),

А. Н. Гайдо,

А. Ф. Юдина,

Ч. О. Бахтинова,

В. К. Нефедова,

В. М. Челнокова,

Н. Л. Лукина

ISBN 978-5-9227-1126-5

© Авторы статей, 2021

© Санкт-Петербургский государственный

архитектурно-строительный университет, 2021

СЕКЦИЯ ОРГАНИЗАЦИИ СТРОИТЕЛЬСТВА

УДК 658.5:624.07

Биче-оол Хензиг Владиславовна, аспирант
Бохан Хайтам Абдулраззак, аспирант
(Санкт-Петербургский государственный
архитектурно-строительный университет)
E-mail: ms.khenzig@mail.ru,
haitham_kh9@yahoo.com

Biche-ool Khenzig Vladislavovna, postgraduate student
Bokhan Khaytam Abdulrazzak, postgraduate student
(Saint Petersburg State University
of Architecture and Civil Engineering)
E-mail: ms.khenzig@mail.ru,
haitham_kh9@yahoo.com

СИСТЕМА КОНТРОЛЯ КАЧЕСТВА ВО ИЗБЕЖАНИЕ ЗАДЕРЖЕК СТРОИТЕЛЬСТВА ИЗ-ЗА ПЕРЕДЕЛОК

QUALITY CONTROL SYSTEM TO AVOID CONSTRUCTION DELAYS DUE TO REWORK

Переделка в строительных проектах известна как ненужные усилия по переделке процесса или действия, которые изначально были неправильно реализованы. Подобные роды переделки могут негативно влиять на время выполнения строительных процессов, изменение расписания строительных работ и, как следствие, вызывать задержки сроков строительства. По сути, переделка становится необходимой, когда требования к качеству не выполняются, поэтому строительные работы непрерывно корректируются, чтобы обеспечить соответствие фактических показателей предполагаемому плану.

Переделка является одним из недостатков качества и свидетельствует об отсутствии должного контроля за строительными процессами. Следовательно, необходимо срочное исправление и приведение объекта в соответствие с минимальными пределами требований к качеству. Стоит основываться на той концепции, что контроль качества в строительстве означает недопущение переделок или их сокращение, что, в свою очередь, подразумевает сохранение первоначального временного графика строительства и контроль календарного планирования. Целью статьи является минимизация влияния переделок на расписание строительства с помощью современного программного обеспечения для управления проектами (таких как Project Expert, Microsoft Project, Primavera и др.). Применение предложенной системы поможет избежать появления переделок или уменьшить их влияние за счет предотвращения, исправления и прогнозирования случаев переделок, возникающих в процессе строительства, тем самым сокращая задержки строительства.

Ключевые слова: переделка, строительство, контроль качества, задержка строительства.

Rework in construction projects is referred to as the unnecessary effort of redoing a process or activity that was incorrectly implemented in the first instance. Rework can negatively affect construction time, extend schedule and thus cause construction delays. Fundamentally, rework becomes necessary when quality requirements are not met, so work is corrected to ensure conformity at a certain moment during construction.

In this paper, it was proven that the rework is one of the quality failures or is the lack of control over the quality of a certain activity and thus requires correcting it and making it conform to the minimum limits of quality requirements, based on this concept that controlling quality in construction means the disappearance of the rework in construction or their reduction, also Restricting or reducing the rework means preserving the original construction time, and this means controlling of the scheduling. The proposed methodology was to set up a construction quality control system with the aim of minimizing the impact of rework on the construction schedule with the help of modern project management software such as Project Expert, Microsoft Project, Primavera and others. The application of the proposed methodology can avoid the emergence of rework or reduce its impact by prevention, correction, and prediction of rework cases that occur later during the construction process, thus reducing construction delays.

Keywords: rework, construction, quality control, construction delay.

Введение

Большинство компаний всеми силами пытаются контролировать количество переделок, происходящих при строительстве. По данным [1], до 62 % строительных компаний имеют доработки при строительстве объектов. Поэтому ремонтные работы являются важнейшей проблемой для любой строительной организации. Влияние данной проблемы отрицательно сказывается на ресурсах и качестве проектов, а также является одним из основных факторов изменения временных рамок [2, 3, 4].

Переделка как «рабочие мероприятия, которые необходимо выполнять более одного раза» [5]. Доработка как «ненужные усилия по переделке процесса или действия, которые были неправильно реализованы в первый раз», что определено в работе [6].

Доработка может быть результатом множества факторов, таких как ошибки, упущения, сбои, непредвиденные изменения, плохая связь и координация управляющих, а также другие несоответствия (отклонения качества) [7]. Основные причины возникновения переделок можно разделить на определенные группы факторов (например, факторы, связанные с клиентом; факторы, связанные с дизайном; факторы, связанные с подрядчиком, включая взаимосвязи с площадкой и субподрядчиками [8]. Авторы [9] пришли к выводу, что повторные работы в строительных проектах объясняются отсутствием навыков строителей, проблемами в управлении качеством, отсутствием связи и координации во время проектирования и строительства, а также акцентом на времени и стоимости. Основной причиной возникновения необходимости в доработках считается некомпетентный надзор управляющих.

Доработка обычно приводит к сверхурочной работе, дополнительному найму ресурсов, срыву графика или снижению объема и качества проекта. Последствия переделки также включают снижение прибыли, производительности, увеличение затрат и, чаще всего, дорогостоящие судебные разбирательства между участниками по поводу ответственности за перерасход и задержки [11, 9].

Влияние переделок на сроки строительства

Ремонтные работы по доработкам и переделкам считаются серьезной проблемой в строительной отрасли, которая была определена как одна из основных причин задержек графика, перерасхода средств и неудовлетворенности клиентов [12]. По крайней мере, доработки значительно увеличивают вероятность возникновения таких проблем [13].

Недавние исследования [14, 8, 15, 16, 17] показали, что переделка является основной причиной перерасхода времени и графика в проектах.

Процент перерасхода времени по различным строительным объектам из-за переделок, представлены в следующих проведенных исследованиях:

- в исследовании [18], проведенном в Канаде («Планирование и составление графиков строительства») получены следующие результаты: время, затрачиваемое на первоначальные проекты, увеличивается на 2,61 % из-за переделок;
- в исследованиях [19], в которых проводились переделки на строительных площадках, вызвали задержки в выполнении различных элементов работы, что привело к увеличению их первоначальной продолжительности с 10 % до 77 %;
- некоторые примечательные случаи, наблюдаемые в пилотном исследовании [20] в Гонконге: в некоторых проектах (новые строительные работы на сумму 60–290 миллионов долларов США) перерасход времени 8–57 % от первоначального периода из-за переделок;

- пример двух проектов был проведен в Абудже, Нигерия. Исследование показало, что влияние доработки на время выполнения проектов составляет 28,55 % от первоначального периода [21];
- был проведен осмотр и изучение проекта тематического исследования [12], состоящего из трех 8-этажных зданий, а также анкетный опрос 22 строительных проектов для сбора данных. Результаты показали, что задержка из-за переделок в тематическом исследовании и обследовании составила 4,1 % и 5,18 % от продолжительности строительства соответственно.

Взаимосвязь качества и переделок в строительстве

В строительной отрасли большое количество времени, денег и ресурсов, как человеческих, так и материальных, тратится впустую из-за неэффективных или несуществующих процедур управления качеством [23]. Качество может быть определено соответствием основным требованиям проекта, и любое отклонение от этих требований влияет на варианты проекта либо путем принятия в случае соответствия, либо путем принятия корректирующих действий в случае несоответствия [24].

Существуют различные интерпретации того, что представляет собой переделка [25]. Например, такие термины, как отклонение качества [26], несоответствие [27], дефекты [28], отказы качества [29]. На основании этого можно сказать, что переделка – это один из недостатков качества или отсутствие контроля над качеством определенной деятельности, что требует исправления и приведения в соответствие с минимальными пределами требований к качеству.

В процессе контроля качества технические характеристики выполненных работ отслеживаются и сравниваются с требуемыми спецификациями, уже установленными в технической и инженерной документации проекта, определяя отклонения, если таковые имеются, и создавая рекомендации вышестоящему руководству в отчетах о контроле качества. На основании таких отчетов руководство должно принять соответствующие корректирующие меры.

Достижение качества в строительной отрасли имеет важные экономические последствия, которые приводят к сокращению затрат на строительство и сокращению сроков за счет устранения затрат на исправление дефектов и ошибок, а также повторного выполнения некоторых несоответствующих работ [30]. Улучшение контроля качества и полная приверженность к его грамотному управлению ограничат и сократят переделки.

Предлагаемая система контроля качества для минимизации влияния переделок на сроки строительства:

Анализ исследованной литературы показал, что переделка неконтролируема и представляет собой серьезную проблему для всех строительных компаний. Более того, было отмечено, что большинство корпораций действительно признают, что переделки непредсказуемы, неизбежны и проблематичны при строительстве проектов, и что большинство предпринимаемых шагов не помогают искоренить и контролировать переделки. В связи с этим (из-за растущей потребности в сокращении времени строительства) стало необходимым сокращать и предотвращать переделки, контролируя программы качества. Основная цель внедрения программ контроля качества – установить стандарты, которые гарантируют качество строительного проекта. В них должен быть разработан план качества, объясняющий, как управлять и контролировать работу, и подробный исчерпывающий план соответствия основным принципам рационального контроля качества.

На рис. 1 изображена предлагаемая базовая структура для систематического управления этапами контроля качества, с целью избежать возникновения или снижения количества переделок и тем самым минимизировать задержку:

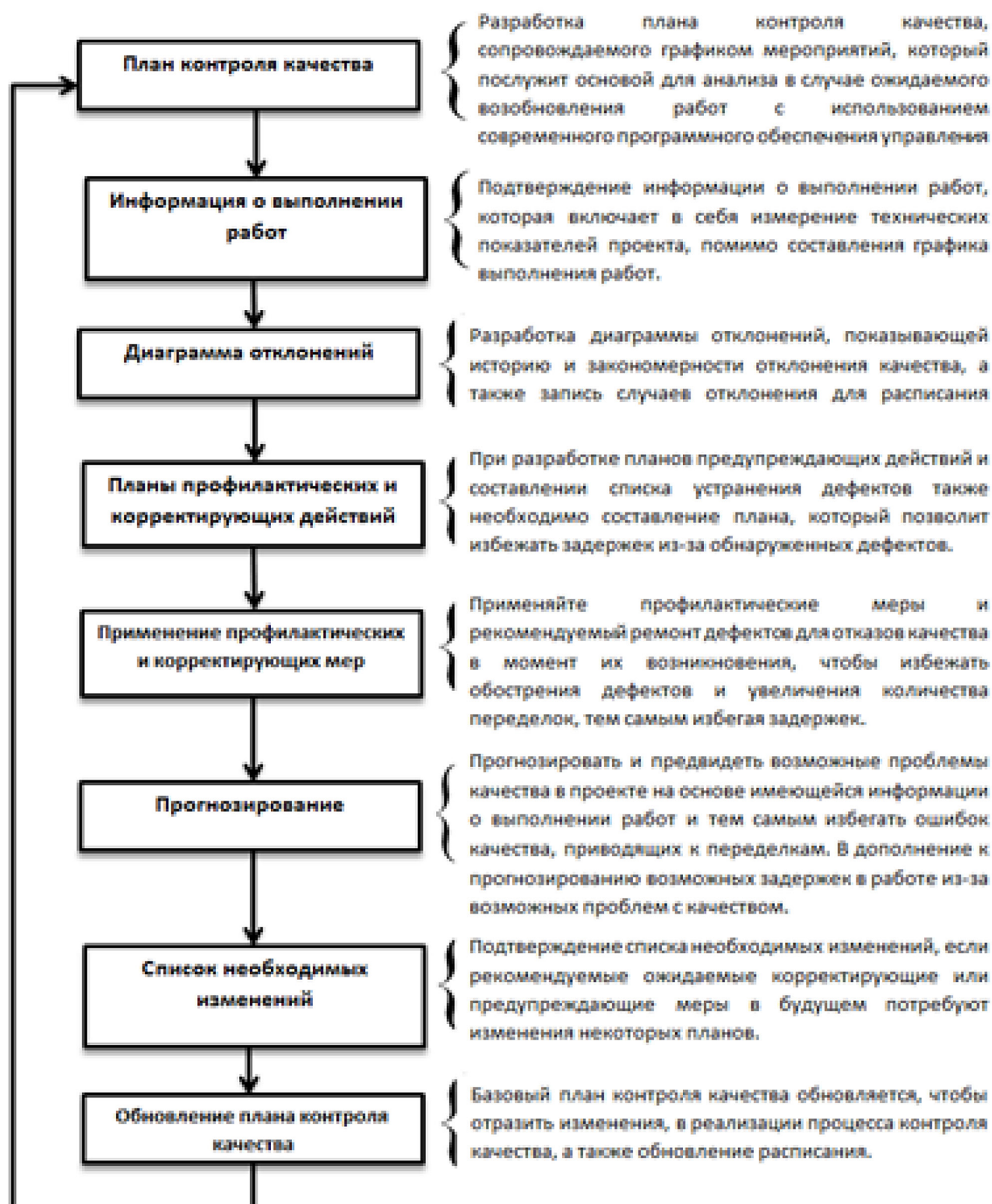


Рис. 1. Предлагаемая система контроля качества во время строительства

Основные этапы предлагаемой системы включают:

1. План контроля качества. Разработка плана, который описывает процесс обеспечения контроля качества в рамках проекта для всех строительных работ, во избежание переделок, или тщательный контроль в случае, если ожидается их возникновение. План должен включать операции по постоянному улучшению и иметь:

а) Стандарты качества (такие как плотность дефектов, интенсивность отказов и испытания).

б) Контрольные списки качества (структурный инструмент, используемый для проверки выполнения набора требуемых линий). Обычно они формулируются в форме императива («сделайте это») или расследования («вы это сделали»). Наряду с расписанием, который должен быть основой для обзора в случае ожидаемых переделок, предполагается использование современного программного обеспечения для управления проектами (такие как Project Expert, Microsoft Project, Primavera и др.).

2. Информация о выполнении работ. Подтверждение информации о выполнении работ, которая включает в себя измерения технических характеристик проекта: статистические образцы, что означает выбор части вещей для проверки, и инспекция, которая является тестом работы для определения того, соответствует ли она стандартам в целом. В дополнение к отслеживанию расписания действий в инженерных программах.

3. Диаграмма отклонений. Диаграммы отклонений показывают тенденции процессов и их соответствие Системе качества строительства, а также степень изменений во времени, улучшение или задержку процессов, с использованием таких программ, как Project Expert, Microsoft Project, Primavera и др.

4. Планы превентивных и корректирующих действий. Превентивные действия включают в себя меры, принятые для прогнозирования конкретной ситуации, которая может выйти за рамки указанных операций в процессе строительства и, таким образом, избежать переделок. Дефекты представляют собой ситуацию, когда компонент не соответствует требованиям или спецификациям и требует ремонта. Желательно избежать задержек из-за обнаруженных дефектов. Предлагаемые планы включают процессы исправления дефектов и случаев несоответствия качества (переделка) в деятельности на некритическом пути, где случаи доработки должны быть ограничены некритическими путями. Что касается ошибок и упущений, которые возникают на критическом пути – они недопустимы, так как повторная работа в деятельности, расположенных на критическом пути, безусловно, приводит к увеличению графика строительства. Следовательно, необходимо умножать процессы мониторинга и контроля качества. За деятельности, которые попадают в критический путь, необходимо внимательно следить в программах управления проектами.

5. Применение превентивных и корректирующих меры. Следует применять превентивные меры и рекомендуемый ремонт дефектов для отказов качества в момент их возникновения, чтобы избежать обострения дефектов и увеличения количества переделок. С учетом знания причин возникновения отказов или дефектов, можно избежать переделок при обновлении плана контроля качества.

6. Прогнозирование. Методы прогнозирования помогают предвидеть будущие переделки, а также оценивать существующую систему контроля качества для принятия необходимых мер. Кроме того, могут оценить продолжительность запланированных мероприятий, что определяет и предотвращает ожидаемые задержки для принятия необходимых мер и предотвращения их возникновения. Это делается с помощью программ Project Expert, Microsoft Project, Primavera и других.

7. Список требуемых изменений. Подтвердить список требуемых изменений, если рекомендуемые или ожидаемые корректирующие, или предупреждающие меры в будущем потребуют изменения некоторых планов или графиков контроля качества или изменения рабочих требований для обновления плана управления качеством и расписание в программном обеспечении для управления проектами.

8. Обновить план контроля качества. Базовое качество обновляется, чтобы отразить изменения, внесенные в план контроля качества в результате изменения в реализации процесса контроля качества, в дополнение обновления расписания.

Резюме и выводы

Большинство исследователей изучили причины переделок, и пытались найти способ предупредить или ограничить их появление в строительстве, но сделан вывод, что это явление может произойти даже при соблюдении всех мер предосторожности. Переделка стала автономной частью инвестиционного строительства. Поэтому необходимо избегать случаев переделки, чтобы повысить производительность строительных проектов и избежать задержек. Появление переделок происходит в результате замедления применения мер качества к строительным работам.

Неконтролируемые повторные переделки в строительных проектах серьезно влияют на выполнение проекта, однако долгое время не существовало механизмов для записи или контроля инцидентов переделки на объектах. Чтобы избежать переделок в строительстве, необходимо придерживаться систем и политик управления качеством, которые значительно помогают уменьшить количество ошибок при строительстве и, следовательно, избавиться от необходимости выполнять корректирующие действия, увеличивающие время строительства. Сокращение переделок в строительных проектах должно быть непрерывным процессом, рекомендуется проводить проверки ежедневно или еженедельно, чтобы избежать ошибок на ранних этапах.

Применение предложенной системы контроля качества поможет ограничить или уменьшить влияние переделок, ускорить принятие мер по обеспечению качества, с целью предотвращения его снижения. Наконец, при внедрении данной системы можно избежать переделок или свести к минимуму их влияние на расписания строительства, и, следовательно, будет сокращена задержка строительства.

Литература

1. Mahamid, I. Analysis of Rework in Residential Building Projects in Palestine. Jordan Journal of Civil Engineering, 2016. 10(2), 197–208. <https://doi.org/10.14525/JJCE.10.1.3536>.

2. Nketekete, E. M., Emuze, F. A., & Smallwood, J. J. Identifying and assessing common risks that affect the construction cost performance of emerging contractors in Lesotho. 2014.

3. Lind, H., & Brunes, F. Policies to avoid cost overruns in infrastructure projects: Critical evaluations and recommendations. *Australasian Journal of Construction Economics and Building*, 2014. 14(3), 74–85. doi.10.5130/AJCEB.v14i3.4151.
4. Vaardini, S. U, Karthiyayini, S., & Ezhilmathi, P. Study on cost overruns in construction projects – A review. *International Journal of Applied Engineering Research*, 2016. 11(3), 356–363.
5. McDonald, R. Root causes and consequential cost of rework. XL Group Insurance, North America Construction. 2013. Available at: http://xlgroup.com/~/_/media/1048e70923e549b49905d503c19abf14.pdf (Accessed 30 Sep. 2018).
6. Love P., Mandal P., Smith J., & Georgiou J. DECOEM: A Design and Construction Rework Minimization Model. 1st International Conference on Systems Thinking in Management. 2000.
7. Ekambaram Palaneeswaran, «REDUCING REWORK TO ENHANCE PROJECT PERFORMANCE LEVELS « Proceedings of the Seminar on „Recent Developments in Project Management in Hong Kong“ (12 May 2006).
8. Love, P. E.D. and Edwards, D. Determinants of rework in building construction projects, *Journal of Engineering, Construction and Architectural Management*, Vol.11, 2004a. NO.(4),pp. 259–274.
9. S. Chandrasha & Mehboob Basha, «Rework Management in Construction Projects and Comparison with Time and Cost» *International Journal of Engineering Science and Computing*, 2017.
10. Adnan Enshassi, Matthias Sundermeier & Mohamed Abo Zeiter, «Factors Contributing to Rework and their Impact on Construction Projects Performance», *International Journal of Sustainable Construction Engineering & Technology* (ISSN: 2180-3242) Vol 8, No 1, 2017. <http://penerbit.uthm.edu.my/ojs/index.php/IJSCET>.
11. Australian Procurement and Construction Council (APCC), *Construct Australia: Building a Better Construction Industry in Australia*. Deakin West, ACT, Australia: The Australian Procurement and Construction Council Inc., 1999.
12. Enshassi, A., Al-Najjar, J., & kumaraswamy, M. Delays and cost overruns in construction projects in the Gaza Strip. *Journal of Financial Management of Property and Construction*, 2009. 14(2) ,126–251.
13. Love, P.E.D.; Wyatt, A.D. and Mohamed, S. Understanding Rework in Construction. *International Conference on Construction Process Re-engineering*, Gold Coast, July,1997. pp 269–278.
14. P. L. Alreck and R. B. Settle, *The Survey Research Handbook*. Homewood, IL: Richard D. Irwin, 1985.
15. Endut, I. R. Akintoye, A. and Kelly J. Cost and time overruns of projects in Malaysia, *Proceedings of the 2nd Scottish Conference for Postgraduate Researchers of the Built and Natural Environment (PRoBE)* 16-17 November, Glasgow Caledonian University. 2005.
16. Oyewobi L. O., Ibronke O. T., Ganiyu B. O. and Ola-AwoA. W. Evaluating rework cost A study of selected building projects in Niger State, Nigeria,,*Journal of Geography and Regional Planning* Vol. 4 No. (3), 2011. pp. 147–151.
17. Mills, A., Williams, P. & Yu, D. Benchmarking construction rework in Australian housing. *International Journal of Housing Science*, 2010. 34(3), 207-220.
18. Fayek, A., Dissanayake, M., and Campero, O. Measuring and classifying construction field rework: A pilot study, Executive Summary prepared to the Construction Owners Association of Alberta, Department of Civil and Environmental Engineering, The University of Alberta, Canada. 2003.
19. Ibrahim Mahamid «Study of relationship between rework and labor productivity in Building Construction Projects», Civil Engineering Department, Faculty of Engineering, University of Prince Mugrin (Saudi Arabia), 2019.
20. Palaneeswaran, E., Kumaraswamy, M.M., Ng, T.S.T. and Love, P.E.D. Neural network modelling for rework related cost overrun and contractual claims in construction projects, *Proceedings of the Joint International Conference on Computing and Decision Making in Civil and Building Engineering*, Montreal, Canada, 14-16 June 2006, 10 pages (Publication pending).

21. Abeku, D. M., Ogunbode, E. B., Salihu, C., Maxwell, S. S. and Kure, M. A Projects Management and the effect of Rework on Construction Works: A Case of selected Projects in Abuja Metropolis, Nigeria. *International Journal of Finance and Management in Practice*, Vol. 4, No. 1, June 2016.
22. Meshksar, S. Cost And Time Impacts Of Reworks In Building A Reinforced Concrete Structure. Master Thesis. North Cyprus, Gazimagusa: Eastern Mediterranean University, 2012.
23. Dale, B. G.: *Managing Quality*, Blakwell Publishing Ltd, Oxford, 2003.
24. Burati, J. L.; Farrington, J. J.; and Ledbetter, W. B. «Causes of quality deviations in design and Construction». *Journal of Construction Engineering and Management*. (1998). 118(1), 34–49.
25. P. Gluch and P.-E. Josephson, «Evaluation of methods for studying environmental errors in building and civil engineering projects», in *Proc. Nordic Seminar Construction Economics and Organization*. Göteborg, Sweden: Chalmers Univ. Technol., Apr. 12–13, 1999, pp. 137–144.
26. J. Burati and J. Farrington, «Cost of quality deviations in design and construction», Univ. Texas at Austin, Austin, TX, Rep. Construction Ind. Inst., 1987.
27. H. Abdul-Rahman, «The management and cost of quality for civil engineering projects», Ph.D. dissertation, Univ. Manchester Inst. Sci. Technol. (UMIST), Manchester, U.K., 1993.
28. P.-E. Josephson and Y. Hammarlund, «The causes and costs of defects in construction. A study of seven building projects», *Automat. Construction*, vol. 8, no. 6, pp. 642–681, 1999.
29. P. Barber, D. Sheath, C. Tomkins, and A. Graves, «The cost of quality failures in major civil engineering projects», *Int. J. Qual. Rel. Manage.*, vol. 17, no. 4/5, pp. 479–492, 2000.

УДК 658.512:624.05

Хурейни Надим, аспирант
(Санкт-Петербургский государственный
архитектурно-строительный университет)
E-mail: nadeem20101@hotmail.com

Huraini Nadim, postgraduate student
(Saint Petersburg State University
of Architecture and Civil Engineering)
E-mail: nadeem20101@hotmail.com

РИСКИ В СТРОИТЕЛЬСТВЕ В УСЛОВИЯХ ПАЛЕСТИНЫ

RISKS IN CONSTRUCTION PROJECTS IN PALESTINE

В строительной отрасли концепция управления рисками является менее распространенным подходом. Системный подход к управлению рисками в строительстве состоит из основных этапов. Эти этапы включают: определение и классификацию рисков, анализ и оценку рисков планирования, реагирования на риски и их мониторинг. Статья представляет собой обзор существующей литературы по управлению рисками строительных проектов в Палестине, внимание сосредоточено на процессе управления. В литературе отсутствует обширный процессный подход к управлению рисками, способный определить влияние рисков на различные этапы и цели строительного проекта. Этот обзор литературы направлен на изучение методов, используемых обычно для выявления и анализа рисков, а также показать различные классификации рисков и их источников в существующей литературе по Палестине, и определения направления будущих исследований относительно рисков проектов в Палестине.

Ключевые слова: управление, риск, Палестина, планирование, строительство.

In the construction, the concept of risk management is a less popular approach. A systematic approach to risk management in construction consists of the main stages. These stages include: risk identification and classification, risk analysis and evaluation, risk planning response and control. The article is an overview of the existing literature on risk management in construction projects in Palestine, with an emphasis on the management process. The literature lacks a comprehensive, practical approach to risk management that can quantify the impact of hazards on the various stages and objectives of a construction project. This literature review aims to examine commonly used methods for identifying and analyzing risks, highlighting the different classifications of risks and their sources in the existing literature about Palestine, and determining the direction for future research of project risks in Palestine.

Keywords: management, risk, Palestine, planning, construction.

Введение

Одним из секторов Палестинского строительства, наиболее связанного с его производительностью, является политическая стабильность. Этим объясняется то, что вклад строительного сектора в ВВП Палестины увеличивается с момента создания Палестинской национальной администрации в 1994 г. до 11,1 % ВВП Палестины в 2010 г. В это время он равен 5,9 % – это большой процент, который был покрыт строительным сектором. Следовательно, это положительно влияет на различные другие сектора экономической, социальной, образовательной и профессиональной, а так же и другие палестинские учреждения, согласно данным Центрального статистического бюро Палестины [1], [2].

Однако за последние несколько лет появилось множество строительных проектов, у которых есть такие проблемы, как отклонение сроков от графика, превышение стоимости проекта, а также многие другие проблемы, которые вышли из-под контроля под-

рядчиков и заказчиков. Основная цель данной статьи – изучить методы идентификации, анализа и реагирования на риски, которые используются в Палестине, а также изучить различные классификации рисков и их источники, с целью определения направления будущих исследований рисков в строительных проектах в Палестине.

Исследования строительного сектора и рисков в Палестине очень редкие, особенно на Западном берегу. Ряд исследователей изучали факторы, влияющие на строительную отрасль в Палестине, в то время как некоторые из них изучали конкретную взаимосвязь, связанную с аспектом строительной отрасли.

Абушабан С. в своей работе изучил факторы, влияющие на реализацию строительных проектов в секторе Газа, с использованием ключевых показателей эффективности (KPI) [3]. Его показатели эффективности (KPI) позволили сравнить степень согласия сторон для основных групп.

Кроме того, Энхасси А., Аль-Халлак К. и Мохаммед С. в своей работе определили причины неудач строительных проектов в секторе Газа, используя анкеты для исследования. В работе [4] анализ тематических исследований показал, что задержка сбора платежей от заказчика и (доноров) является основной причиной неудач подрядчиков.

Аль-Асайли объяснил [5], что политическая ситуация была основным препятствием для реализации устойчивого строительства в Палестине.

А также, Алнажар пояснил, что израильские удары и нападения, в том числе закрытие границ, являются наиболее важными факторами, повлиявшими на задержку строительных проектов. [6] Вместе с тем, отмечаются и экономические условия (валюта, инфляции и т. д.), задержка заказчиком выплат подрядчику, нехватка оборудования и инструментов на объектах в Секторе Газа.

В тоже время Аль-Гандур обнаружил следующие основные причины претензий и споров в строительном секторе в Секторе Газа Палестины: отсутствие ясности в проекте, ошибки дизайна и неточные сметы работ и материалов, закрытие границ и перекрытие основных дорог [7].

Абдулазиз обнаружил, что нехватка квалифицированных консультантов является наиболее важным фактором риска, влияющим на качество проектирования и реализацию в строительной отрасли [8].

Мохаммед и др. [9] отметили, что пятью основными причинами задержки являются: ограниченное перемещение между регионами, политическая ситуация, задержка платежей от заказчиков, задержка принятия решения заказчиком и низкая производительность труда. Их исследование было направлено на выявление и устранение причин задержки строительных проектов на Западном берегу в Палестине, с точки зрения подрядчиков.

Консультанты указали, что пятью основными причинами являются: политическая ситуация, сегментация Западного берега и ограниченное движение, политика подачи проекту самой низкой цены предложения, нехватка оборудования и неэффективное планирование проекта подрядчиком.

В то время как Каррере [10] сделал вывод, что финансовые возможности подрядчиков являются наиболее решающим фактором, влияющим на решение подрядчиков участвовать в строительных тендерах, а также платежи заказчиков, доступность строительных материалов и стабильность строительной отрасли в секторе Газа.

Многие местные строительные проекты показывают, что они неэффективны по многим причинам, согласно [11], в том числе:

- недоступность материалов;
- чрезмерные изменения дизайна и чертежей;
- плохая координация между участниками;
- неэффективный мониторинг и обратная связь;
- отсутствие навыков руководства проектом.

Махамид и Бролланд [12] обнаружили, что 100 % проектов строительства дорог, реализованных в Палестине пострадали от перерасхода средств.

Махамид [13] указал, что наиболее важные факторы, влияющие на задержку строительства дороги на Западном берегу в Палестине, с точки зрения заказчика, следующие: плохая связь между строительными участниками, плохое управление ресурсами, задержки с запуском проекта и начала работ, недостаточное количество специалистов и переделки.

Энхасси А., Мохаммед С., Мадри И. определили основные факторы и их относительную важность, влияющую на точность оценки стоимости строительных контрактов в секторе Газа. в работе [14].

Материалы и методы

Результаты анализа 51 фактора, учтенные в анкетировании, привели к выводу, что основными факторами являются: местонахождение проекта, сегментация сектора Газа и ограничение передвижения между районами, политическое положение и финансовое положение заказчика. Махамид провел исследование для выявления факторов, которые могут вызвать у подрядчиков банкротство бизнеса на Западном берегу в Палестине и определить степень их воздействия с точки зрения подрядчиков. В работе [15] 44 фактора были рассмотрены в этом исследовании и сформированы в следующие три группы: (1) финансовые, (2) управленческие и (3) внешние. Подрядчики оценили следующие факторы, как очень влиятельные с огромным потенциалом: колебания в стоимости строительных материалов, просрочка сбора платежей от заказчиков, отсутствие опыта заключения договоров, низкая маржа прибыли из-за конкуренции и закрытия и ограничение передвижения.

Таким образом, в этом исследовании рассматриваются факторы риска в строительстве в Палестине с всеобъемлющей точки зрения в свете предшествующей литературы. Статья показывает результаты обзора опубликованной литературы по управлению рисками в строительной отрасли в Палестине.

Процессы управления рисками

Ряд научных исследований, стандартов и современных практик выделяют разное количество этапов управления рисками проекта.

Управление рисками можно определить как систематический процесс анализа, выявления и реагирования на риски проектов. Он заключается в максимальном увеличении шансов влияния положительных событий и минимизации вероятности влияния негативных событий для достижения целей проекта [16]. Управление рисками можно рассматривать как процесс принятия решений, который предполагает полное понимание известного риска или необходимых действий для уменьшения последствий и вероятности

события таких рисков, в других случаях, чтобы уменьшить его и увеличить шансы на успех [17]. Однако, обзор предыдущих исследований показывает, что процесс управления рисками в Палестине страдает, обладает недостатками и не используется эффективно.

Идентификация рисков

Процесс идентификации рисков может проводиться различными методами, Контрольные списки, эксперты, мозговой штурм, метод Дельфи, интервью, анализ причин, SWOT анализ и анализ презумпции.

При обзоре было обнаружено, что большинство палестинских исследований в основном основывались на сборе информации посредством рецензирования книг и глобальных ссылок для представления общих рисков, влияющих на строительный сектор в Палестине. Большая часть этих исследований была проанализирована с точки зрения заинтересованных сторон в строительном секторе: в основном подрядчики или заказчики. Исходя из их личного опыта и использования исторических данных для аналогичных прошлых проектов, они могут давать необъективные и неполные результаты. Почти все исследователи использовали опросные анкеты, основанные на мнении исследователя при их разработке и формулировании. Анализ исторических данных для аналогичных прошлых проектов для идентификации рисков. Некоторые исследователи классифицируют риски на внешние и внутренние риски, в то время как другие классифицируют риски на более подробные категории.

На основе обзора предыдущих исследований можно сделать следующие выводы:

1. Идентификация рисков – это процесс выявления индивидуальных рисков проекта, а также источников совокупного риска проекта и документирование их характеристик.
2. Использование исторических данных для аналогичных прошлых проектов полезно только при определенных условиях, часто эти системы ограничены с точки зрения удобства использования или хранения важных данных.
3. Мозговой штурм может быть полезен для проектов, связанных с новыми рисками.
4. Сбор информации и выявление рисков должны основываться на комплексном методе с точки зрения всех сторон проекта, без предвзятости.
5. Разработка начальных контрольных списков и создание цифровой базы данных на основе современных технологий или искусственного интеллекта и их привязка к соответствующим программам для идентификации рисков.
6. Классификация зависит от ситуации в проекте, его типа и окружающей среды. Следует использовать соответствующую всеобъемлющую классификацию.

Анализ рисков

Анализ рисков – это процедура, которая включает критическую оценку потенциальных рисков, их ранжирование в порядке важности и предоставление руководству возможности выбора того, что является важным [18]. Анализ рисков – это процедура, наиболее ответственная за управление рисками. Это связано с тем, что включает оценку вероятности возникновения рискового события и его последствий на цели проекта [19]. В анализе рисков широко используются два основных подхода: качественный анализ рисков и количественный анализ рисков. Обзор предыдущих исследований показывает, что анализ исследователей был ограничен, потому что большинство исследователей использовали метод суммарных оценок для оценки рисков. На основе обзора предыду-

щих исследований можно сделать вывод: Качественный метод зависит от личного опыта, интуиции и суждений. Таким образом, результаты могут существенно различаться от одного аналитика к другому. Следовательно, существует необходимость использования подхода количественного анализа рисков и инструментов компьютерного моделирования. Примеры: моделирование методом Монте-Карло и приложения системной динамики PRM, потому что строительный проект носит динамичный характер.

Планирование реагирования на риски и их мониторинг

Разработка мероприятий по воздействию на контролируемые риски – это один из наиболее важных процессов из всего комплекса управления рисками. Планирование реагирования на риски – это процесс разработки вариантов, выбора стратегий и согласования действий относительно подверженности совокупному риску проекта, а также относительно индивидуальных рисков проекта. Основная цель данного процесса – это определить соответствующие пути реагирования на совокупный и индивидуальные риски проекта [20]. Во многих работах выделяется несколько методик (стратегий) воздействия или реагирования на риски. Например, РМВОК предлагается 5 стратегии (мер) реагирования на риски: 1. Уклонение. 2. Передача. 3. Снижение. 4. Эскалация. 5. Принятие.

Мониторинг рисков – процесс мониторинга плана выполнения согласованных планов реагирования на риски, отслеживания идентифицированных рисков, выявления и анализа новых рисков и оценки результативности процесса управления рисками на протяжении всего проекта. Основная цель данного процесса состоит в обеспечении актуальной информации на всем протяжении жизненного цикла для того, чтобы можно было оперативно и стратегически правильно вносить корректировки в планирование управления рисками [20]. Обзор предыдущих исследований показывает, что подрядчики в Палестине не разрабатывают план мероприятий по реагированию на риски и их мониторинг, реагируют на риски только при их происхождении. Некоторые подрядчики придерживаются политики передачи риска другому подрядчику.

Резюме и выводы

Управления рисками редко применяется на уровне страны в целом и на уровне строительных компаний, уровень достижений при работе с рисками в проектах тоже невелик, и влияет на цели проекта. В этой статье представлен подробный обзор управления рисками из опубликованной литературы по Палестине. Риски можно в целом разделить на внешние и внутренние риски, и другие классифицируют риски по более детальным категориям. Эти классы зависят от типа проекта и окружающей среды. Результаты основываются на практическом опыте и профессиональных суждениях при оценке строительных рисков. К сожалению, между теорией и практикой остается большой разрыв. Однако, текущее исследование обеспечивает прочную основу для изучения новых возможностей, которые могут преодолеть разрыв между теорией и практикой. Небольшое количество исследований посвящено реальной практике оценки рисков и изучению доступных инструментов. Текущее состояние подхода к управлению рисками в строительной отрасли в Палестине основано на избегании или передаче этих рисков другим сторонам, что приводит к рискам в процесс управления ими для большого количества отраслей, которые являются интерактивным и неформальным.

Литература

1. PCBS, 2015. Palestinian Central Bureau of Statistics, Palestine in numbers 2015, Ramallah – Palestine.
2. PCBS. PCBS [Electronic resource]. 2019. URL: <http://www.pcbs.gov.ps/default.aspx> (accessed: 11.03.2021).
3. Abushaban S. FACTORS AFFECTING THE PERFORMANCE OF CONSTRUCTION PROJECTS IN THE GAZA STRIP. 2008.
4. Enshassi A., Al-Hallaq K., Mohamed S. Causes of Contractor's Business Failure in Developing Countries: The Case of Palestine. 2006. P. 15.
5. Osaily N. The Key Barriers to Implementing Sustainable Construction in West Bank - Palestine. Unpublished, 2010.
6. Al-Najjar J.M. Factors Influencing Time and Cost Overruns on Construction Projects in the Gaza Strip. 2008.
7. Elghandour S.N. Claims Causes and Management Process in the Construction Industry in the Gaza Strip. 2006.
8. Abdalaziz S.K. Factors Affecting the Quality of Design and Contractual Documents in Gaza Strip. 2009.
9. Mahamid I., Bruland A., Dmaid N. Causes of Delay in Road Construction Projects // J. Manag. Eng. 2012. Vol. 28. P. 300–310.
10. El Karriri A.A. FACTORS AFFECTING BIDDERS' PARTICIPATION IN THE CONSTRUCTION TENDERS. 2008.
11. Enshassi A., Mohamed S., Abushaban S. FACTORS AFFECTING THE PERFORMANCE OF CONSTRUCTION PROJECTS IN THE GAZA STRIP // J. Civ. Eng. Manag. 2009. Vol. 15, № 3. P. 269–280.
12. Mahamid I., Bruland A., Teknisk-Narurvitenskapelige N. Cost Deviation in Road Construction Projects: The Case of Palestine // Australas. J. Constr. Econ. Build. 2012. P. 14.
13. Mahamid I. Risk matrix for factors affecting time delay in road construction projects: owners' perspective // Eng. Constr. Archit. Manag. 2011. Vol. 18, № 6. P. 609–617.
14. Enshassi A., Mohamed S., Madi I. Factors affecting accuracy of cost estimation of building contracts in the Gaza Strip // J. Financ. Manag. Prop. Constr. 2005. Vol. 10, № 2. P. 115–125.
15. Mahamid I. Factors affecting contractor's business failure: Contractors' perspective // Engineering. 2012. Vol. 19.
16. Ogunsemi D., Awodele O., Oke A. Confluence of Research, Theory and Practice in Quantity Surveying Profession for a Sustainable Built Environment. 2015.
17. Goh C.S., Abdul-Rahman H. The Identification and Management of Major Risks in the Malaysian Construction Industry. 2013. P. 14.
18. El-Sayegh S.M., Mansour M.H. Risk Assessment and Allocation in Highway Construction Projects in the UAE // J. Manag. Eng. American Society of Civil Engineers, 2015. Vol. 31, № 6. P. 04015004.
19. Thomas D. A General Inductive Approach for Analyzing Qualitative Evaluation Data // Am. J. Eval. 2006. Vol. 27. P. 237–246.
20. A guide to the project management body of knowledge (PMBOK guide). Project management institute, PMI. Sixth edition. 2017. 756 p.

УДК 69.059.7:930.85; 351.853.1

Юлия Сергеевна Бабченко, студент
(Санкт-Петербургский государственный
архитектурно-строительный университет)
E-mail: juliajuls.b@yandex.ru

Yuliya Sergeevna Babchenko, student
(Saint Petersburg State University
of Architecture and Civil Engineering)
E-mail: juliajuls.b@yandex.ru

АДАПТИРОВАНИЕ СОВРЕМЕННЫХ СТРОИТЕЛЬНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ К СОХРАНЕНИЮ ОБЪЕКТОВ ИСТОРИКО-КУЛЬТУРНОГО НАСЛЕДИЯ

ADAPTING MODERN CONSTRUCTION TECHNOLOGIES TO THE PRESERVATION OF HISTORICAL AND CULTURAL HERITAGE SITES

Данная статья посвящена решению актуальной задачи применения перспективных строительных материалов и технологий выполнения работ по сохранению и восстановлению строительных конструкций объектов культурного наследия. Применению современных строительных материалов, в том числе композиционных, в местах эрозии и потерь при выполнении ремонтно-реставрационных работ, предшествуют научные исследования по сохранению исторической подлинности предмета охраны. В работе рассмотрены перспективы вновь применяемого способа мониторинга технического состояния зданий и сооружений, позволяющего получать высокоточную информацию об объекте в графическом выражении. А также современные методы восстановления – доведения эксплуатационных качеств конструкций, имеющих ограниченно работоспособную категорию технического состояния, до уровня их первоначального нормативного состояния. Показаны некоторые технологические особенности выполнения этих работ, в том числе варианты повышения несущей способности и эксплуатационных свойств строительных конструкций.

Ключевые слова: современные строительные материалы и технологии, объект культурного наследия, сохранение памятника истории и культуры, предмет охраны, ремонтно-реставрационные работы, восстановление строительных конструкций.

This article is devoted to solving the actual problem of applying advanced building materials and technologies for the preservation and restoration of building structures of cultural heritage objects. The use of modern building materials, including composite materials, in places of erosion and losses during repair and restoration work, is preceded by scientific research to preserve the historical authenticity of the object of protection. The article considers the prospects of the newly applied method of monitoring the technical condition of buildings and structures, which allows obtaining highly accurate information about the object in graphical terms. As well as modern methods of restoration-bringing the operational qualities of structures with a limited functional category of technical condition to the level of their original normative state. Some technological features of performing these works are shown, including options for increasing the load-bearing capacity

Keywords: modern building materials and technologies, cultural heritage site, preservation of the historical and cultural monument, subject of protection, repair and restoration work, restoration of building structures.

За свою многовековую историю деятельность, направленная на сохранение и восстановление объектов культурного наследия, претерпела значительные изменения. Науке реставрации пришлось пройти достаточно большой путь от просто бережного отношения к состоянию зданий до признания необходимости сохранения первоначанного облика этих объектов и восстановления утерь, с учетом их исторических и аутентичных особенностей. Сохранить первоначанный вид памятника истории в условиях активно меняющейся химической активности окружающей среды – задача достаточно непростая.

Во все времена к зданиям относились достаточно бережно: при необходимости их ремонтировали, достраивали и восстанавливали. Однако понимание именно необходимости сохранения памятников архитектуры возникло довольно поздно, лишь в XVIII веке, когда эстетическая ценность объектов дополнилась исторической. Именно поэтому долгое время во многих странах, особенно в странах Европы, лидирующих по количеству объектов культурного наследия, была широко распространена стилистическая реставрация. Ее особенностью является то, что она направлена исключительно на воссоздание законченного вида объекта, который вообще мог никогда не существовать и быть лишь немного приближен к оригиналу. Безусловно, сейчас сложно представить существование такого подхода, однако он наглядно иллюстрирует то, как сильно изменилось отношение к сохранению объектов историко-культурного наследия. Характерный для своего времени подход полностью противоречит современным реставрационным принципам, т. к. он практически полностью игнорирует историческую ценность объекта [1].

Разрушение строительных материалов объектов культурного наследия, обусловленное процессами коррозии и выветривания, а также дальнейшая замена этих материалов новыми без необходимых исследований, неизбежно может привести к тому, что со временем снижаются историческая и культурная ценности такого объекта, а также утрачиваются предметы охраны и подлинность объекта в целом.

Различные современные строительные материалы и новые технологии позволяют решать сложные задачи, которые связаны с восстановлением – доведением эксплуатационных качеств несущих конструкций, имеющих ограниченно работоспособную категорию технического состояния, до уровня их первоначального нормативного состояния, иногда – повышения несущей способности и эксплуатационных свойств строительных конструкций, восстановлением гидроизоляции, санацией влажных за-соленных кладок, структурным укреплением материалов и т. д. Именно приспособление современных строительных технологий к работам по сохранению объектов культурного наследия позволяет обеспечить сохранность их исторической подлинности с учетом особенностей этих зданий и избежать возможных утерь и причинения непоправимого ущерба этим объектам.

Из-за резко усилившегося в последние годы действия антропогенных факторов окружающей среды на сохранность объектов культурного наследия, особенно на элементы их экстерьера, которые определяют архитектурный и художественный внешний вид этих объектов, а также обеспечивают благоприятное эстетическое восприятие, в значительной степени возросла скорость их разрушения [2]. Именно поэтому остро встает вопрос о необходимости проведения регулярного мониторинга объектов.

Традиционным и широко применяемым методом мониторинга за состоянием памятников является их визуальное обследование, проводимое с целью выявления дефектов

и повреждений с необходимыми замерами и их фиксацией. Результаты проведения такого обследования оформляются в виде следующих документов:

1. Ведомость дефектов и повреждений.
2. Фотофиксация дефектов и повреждений.
3. Карты дефектов и повреждений.

Однако в последние годы реставрационная наука не стоит на месте. Все чаще в арсенале специалистов, занятых в сфере сохранения объектов культурного наследия, появляются новые методы диагностики такие, как картографирование, ультразвуковое обследование, спектральный анализ и квалитетрический метод оценки форм разрушения материала памятника [3].

Еще одним прогрессивным методом мониторинга состояний зданий и сооружений является **лазерное 3D-сканирование**. Интерес к данному методу связан с тем, что получаемые в результате сканирования 3D-модели дают высокоточную информацию об объекте. 3D-сканирование представляет собой современный способ проведения обмерных работ. При помощи специального лазерного оборудования фиксируются не только основные точки объекта и его геометрические параметры, но и цвет и фактура материалов. При этом, несмотря на создание высокоточной 3D-модели, лазерное сканирование не отменяет использования обычных двухмерных чертежей, однако делает процесс создания этих чертежей значительно легче и быстрее.

Применение 3D-сканирования в области сохранения объектов историко-культурного наследия позволяет документировать текущее состояние памятников, проводить количественные оценки степени повреждения их поверхностей (например, определять глубину и ширину трещин), а также следить за динамикой разрушительных процессов при помощи повторного сканирования самых проблемных участков. Получаемая в результате лазерного 3D-сканирования трехмерная цифровая модель максимально точно повторяет эталонный объект (рис. 1).

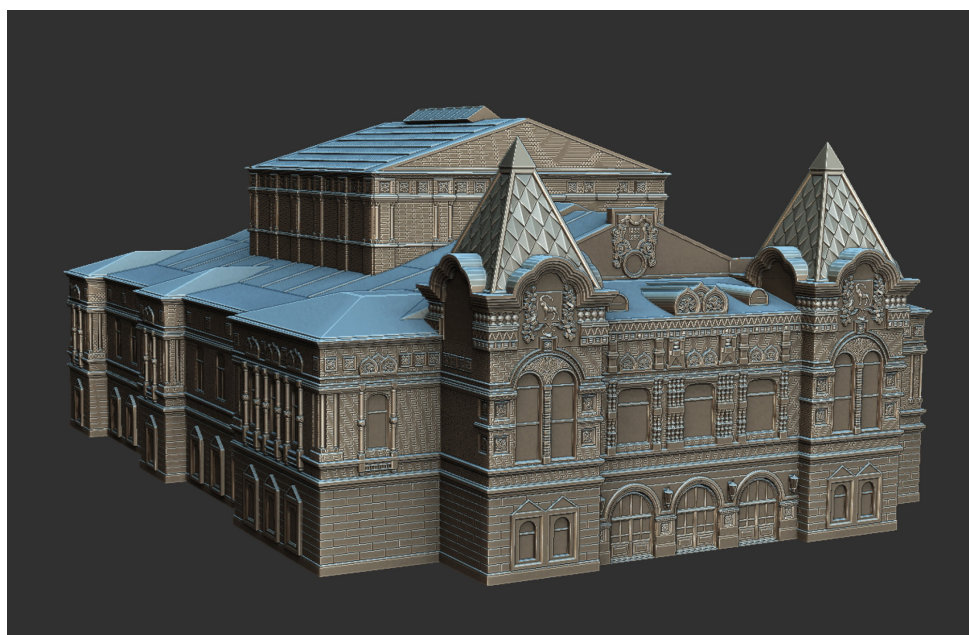


Рис. 1. Результат лазерного 3D-сканирования объекта

На территории памятников истории и культуры разрешено осуществлять только те строительные работы, которые направлены на их сохранение. Под сохранением объекта культурного наследия понимается обширный комплекс мер, основная цель которых заключается в сохранении культурной и исторической ценности объекта, а также в обеспечении его физической сохранности, которые включают в себя реставрацию, ремонт, консервацию и приспособление объекта для современного использования [4]. Они воплощаются в жизнь, благодаря выполнению сложного комплекса различных строительных работ, перечень которых зависит от каждого конкретного объекта. При реставрации объектов, возникает необходимость повышения несущей способности и эксплуатационных свойств строительных конструкций, то есть необходимость их усиления при условиях сохранения подлинности предмета охраны.

Усиление представляет собой комплекс мероприятий, которые направлены на обеспечение повышения несущей способности и эксплуатационных свойств отдельных строительных конструкций или зданий и сооружения в целом по сравнению с фактическим состоянием или проектными показателями [5].

В настоящее время как в отечественной, так и в зарубежной практике, существуют различные способы усиления строительных конструкций. Современные и прогрессивные методы усиления строительных конструкций появляются благодаря применению новых материалов [6]. Одними из таких материалов являются композиты.

Композиты (или композиционные материалы) – искусственно изготовленные смеси конгломераты, работающие как одно целое; материалы, состоящие из двух и более компонентов (фаз). Большой класс композитов представляют собой армированные пластики.

В роли армирующего элемента используются высокопрочные, высокомодульные волокна: углеродные, арамидные, стеклянные, базальтовые. В роли связующего (матрицы) применяются полимерные материалы – органические смолы. Кроме того, в состав композитов входят: наполнители, отвердители, модификаторы.

Композитные материалы на основе углеволокна и углепластика обладают уникальными свойствами. Они не подвержены коррозии, обладают высокой прочностью, жесткостью, имеют высокий модуль упругости, а также не требуют сложного и дорогостоящего технического обслуживания во время эксплуатации здания. Наиболее часто эти материалы применяются при усилении колонн, балок, перекрытий, кладки стен, а также для укрепления стальных и бетонных труб. Именно благодаря своим уникальным характеристикам и широкой сфере использования, данные материалы целесообразно использовать при выполнении работ по сохранению объектов культурного наследия, т. к. композиты позволяют не только повысить несущую способность конструкций, но и увеличить срок их службы [7].

Композитные материалы, которые используются для усиления строительных конструкций, чаще всего представлены в виде ламелей, холстов и стержней. Свойства высокопрочных композитов и волокон представлены в табл. 1.

Основные свойства композитных материалов

Свойство композитов	Угле-пластик	Угле-волокно	Стекло-пластик	Стекло-волокно	Базальто-пластик	Базальто-волокно
Удельная плотность, кг/м ³	1800	1800	1900	2500	1900	2500
Модуль упругости, ГПа	170	230	50	73	60	90
Прочность при разрыве, МПа	2500	4800	1600	2500	1800	2600
Теплостойкость, С	100	2000	100	600	100	700

Усиление строительных конструкций углепластиком относится к внешнему армированию. Общий принцип данной технологии усиления – это наклеивание на поверхность конструкции высокопрочных холстов или сеток при помощи специального эпоксидного клея. При этом возможно осуществлять усиление как изгибаемых конструкций в растянутых зонах, так и сжатых, в том числе внецентренно сжатых, элементов [7].

Данный метод усиления строительных конструкций включает в себя следующие работы:

- 1) подготовка поверхности конструкции для усиления;
- 2) нанесение разметки на поверхность конструкции в соответствии с принятой сеткой наклейки элементов;
- 3) приготовление специального клея и составов для пропитки лент;
- 4) наклейка элементов усиления на поверхность строительной конструкции;
- 5) нанесение специального защитного покрытия.

Технологии усиления сжатых и изгибаемых конструкций немного отличаются друг от друга. При усилении сжатых конструкций (например, колонн или простенков) холсты из углеволокна необходимо укладывать перпендикулярно продольной оси и распределять по всей высоте конструкции. При усилении изгибаемых конструкций холсты наклеиваются на поверхность в 2 слоя. Первый слой укладывается таким образом, чтобы волокна холста были направлены вдоль оси усиливаемой конструкции, а второй слой – чтобы волокна холста были направлены перпендикулярно оси этой конструкции (рис. 2).

Одним из традиционных и наиболее часто применяемых методов усиления кирпичной кладки стен является метод инъектирования. Данный метод, безусловно, имеет большое количество преимуществ, в числе которых возможность достаточно эффективной работы в любых климатических условиях. Однако у этого способа усиления есть такие недостатки, как довольно высокая стоимость используемых материалов и длительное время застывания инъекционных составов.

Одним из современных и новаторских методов усиления кирпичной кладки является ремонт трещин при помощи **системы спиральных анкеров RSA**.

Данный метод целесообразно применять при выполнении работ по сохранению объектов культурного наследия, т.к. при выполнении ремонта трещин этим способом нет

необходимости разбора кладки. Этот фактор является ключевым при выборе способа усиления, потому что достаточно часто регламент реставрации зданий, которые относятся к памятникам истории и культуры, не допускает демонтажа старых строительных конструкций.



Рис. 2. Усиление перекрытия

Анкеры системы RSA обеспечивают соединение элементов конструкций как самостоятельно, так и в сочетании с раствором марки RSA в зависимости от конкретной задачи применения. Данная система способна обеспечить достаточно эффективное решение, связанное с восстановлением структурной целостности кладки зданий и сооружений в тех местах, где она утратила свою несущую способность [8].

Спиральные анкеры данной системы (рис. 3) – это не арматура для обеспечения устойчивости элементов, т. к. площади поперечного сечения данных анкеров, при равных диаметрах, значительно меньше, чем у арматурных стержней, а также модуль упругости данных анкеров составляет всего лишь порядка 75 % от модуля упругости арматурной стали. Анкеры, в данном случае, применяются для того, чтобы предотвратить дальнейшее распространение и расширение трещин.



Рис. 3. Спиральный анкер системы RSA

Технологию монтажа данной системы спиральных анкеров можно представить в виде нескольких основных шагов [8]:

Сквозь закрепляемую кладку необходимо просверлить несколько отверстий диаметром 6мм и достичь несущей стены.

Затем необходимо установить патрон на перфоратор и вкрутить в подготовленное отверстие спиральный анкер, так называемый RSA-tie.

Вкручивать анкер до тех пор, пока он не будет полностью «утоплен» в кладке, после чего необходимо закрыть отверстие.

Пример практического усиления кирпичной кладки при помощи системы спиральных анкеров RSA представлен на рис. 4.

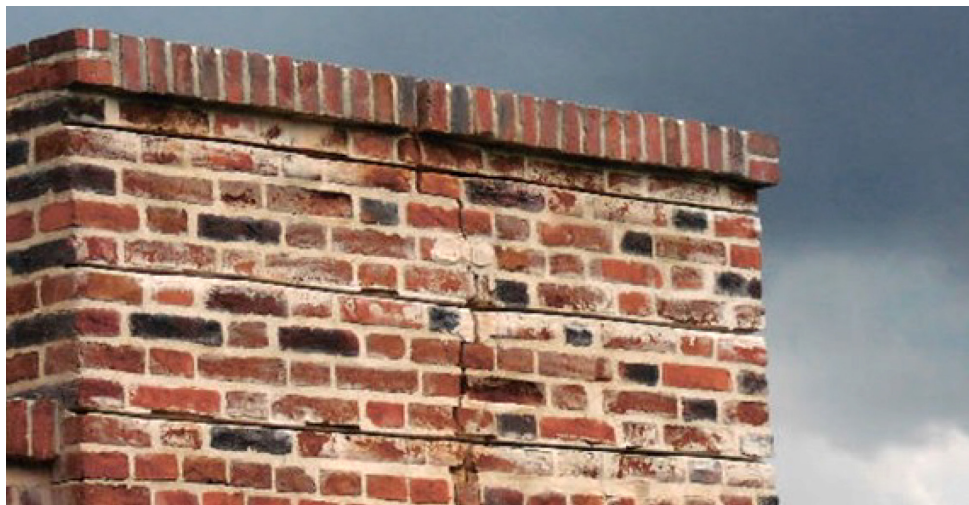


Рис. 4. Пример практического применения системы спиральных анкеров

Сохранение объектов культурного наследия – это достаточно сложный и дорогостоящий процесс. Сохранить подлинный вид исторического здания, применяя обычные методы, бывает достаточно непросто. Однако в настоящее время во всем мире происходит активное развитие всей строительной отрасли. Появляются современные новаторские технологии, которые сокращают затраты на выполнение строительных работ, позволяют выполнять работы в меньшие сроки, а также улучшают характеристики зданий. Именно поэтому так важно адаптировать новые строительные технологии к сохранению памятников истории и культуры.

Например, при выполнении мониторинга за состоянием исторических зданий и сооружений, а также при проведении обмерных работ одним из наиболее эффективных методов является лазерное 3D-сканирование. Использование высокоточных сканеров и привлечение к выполнению работ по сканированию высококвалифицированных специалистов позволяет создать подробную трехмерную цифровую модель исходного здания, отразить все его геометрические параметры и даже зафиксировать фактуру материалов, что в значительной степени облегчает дальнейшую работу.

Заключительная часть

Очень сложно переоценить значимость сохранения историко-культурного наследия народов Российской Федерации. Сохранение и восстановление памятников касается и Санкт-Петербурга, который является одним из крупнейших и уникальных по своему масштабу количества памятников, в котором удалось сохранить неповторимую историческую архитектурную среду, архитектурную выразительность не только отдельных зданий или сооружений, но и площадей, улиц, районов.

Обеспечение нормальной безопасной эксплуатации объектов культурного наследия обеспечивается своевременным выполнением мониторинга – осмотров и плановых ремонтно-реставрационных работ. До начала, выполнения ремонтных работ необходимы дополнительные исследования качественных характеристик рекомендуемых к приме-

нению современных строительных материалов и технологий при условиях сохранения подлинности предмета охраны.

Новые методы восстановления эксплуатационной надежности строительных конструкций или их усиления с применением современных вяжущих веществ в растворах и бетонах, новых композиционных материалов, конструктивно новых систем спиральных анкеров RSA, являются одними из наиболее перспективных методов, которые направлены на совершенствование процессов реставрации и реконструкции. Они обеспечивают быстрое и экономически и энергетически эффективные решения проблемных вопросов, возникающих при проведении работ по сохранению объектов культурного наследия.

Литература

1. Zaman G, Kalamarova M., Loucanovab E., Parobekc J., Supin M. Mark of the investment projects in civil engineering with the special retrospection to the economical-financial mark of the project // Journal of Spatial and Landscape Plannin. 2015. № 2. Pp. 47–55.
2. Парфенов В. А. Применение лазерного 3D-сканирования для мониторинга скульптурных памятников / В.А. Парфенов // Известия СПбГЭТУ «ЛЭТИ» № 3/2018. СПб, 2018. С. 73–79.
3. Абакумов Е. В. Памятники музейных некрополей Санкт-Петербурга: бытование, материалы, диагностика сохранности / под ред. Д. Ю. Власова, В. В. Рытиковой, О. В. Франк-Каменецкой // СПб.: Изд-во ВВМ, 2016. 171 с.
4. Федеральный закон «Об объектах культурного наследия (памятниках истории и культуры) народов Российской Федерации» от 25.06.2002 № 73-ФЗ.
5. СП 13-102-2003. Правила обследования несущих строительных конструкций зданий и сооружений.
6. Бадьин Г. М. Современные технологии строительства и реконструкции зданий / Г. М. Бадьин, С. А. Сычев // СПб.: БХВ-Петербург, 2013. 85 с.
7. Химический концерн BASF [Электронный ресурс]. URL: <https://www.basf.com> (Дата обращения 10.03.2021).
8. Система спиральных анкеров RSA [Электронный ресурс]. СПб., URL: <http://rsa-system.ru/> (Дата обращения: 11.03.2021).

УДК 625.111

Елизавета Вадимовна Белобородова, студент
(Санкт-Петербургский государственный
архитектурно-строительный университет)
E-mail: liza.beloborodova@mail.ru

Elizaveta Vadimovna Beloborodova, student
(Saint Petersburg State University
of Architecture and Civil Engineering)
E-mail: liza.beloborodova@mail.ru

**ТИПОЛОГИЯ И ОРГАНИЗАЦИЯ СТРОИТЕЛЬСТВА
ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНЫХ ВОКЗАЛОВ**

**TYOLOGY AND ORGANIZATION OF CONSTRUCTION OPERATIONS
OF RAILWAY STATIONS**

В данной работе приводится оценка значимости железнодорожного транспорта, как средства транспортировки пассажиров и грузов, а также как предмета интеграции целого ряда элементов различных отраслей народного хозяйства. Рассмотрены понятия железнодорожного транспорта общего пользования и пассажирской станции, как неотъемлемой его части. В целях систематизации знаний о конфигурации вокзальных комплексов приведена их классификация и типология. Больше внимание уделяется основам организации железнодорожного строительства, приведена система планирования организации на разных стадиях проектирования, а также методы организации возведения железнодорожных зданий и сооружений.

Ключевые слова: железная дорога, пассажирская станция, типология вокзальных комплексов, организация строительства железнодорожного комплекса, железнодорожное строительство.

The paper provides an assessment of the importance of railway transport as one of the ways transporting passengers and goods, as well as the subject of integration numbers of elements of various national economy's sectors. The concepts of public railway transport and a passenger station which is an integral part of it are considered. In order to systematize knowledge about the configuration of station complexes, there are presented classification and typology. More attention is paid to the basics of the organization of railway construction, the system of planning the organization at different stages of design and the methods of organizing the construction of railway buildings and structures.

Keywords: railway, passenger station, typology of station complexes, organization of construction operations of railway complex, railway construction.

Железнодорожный транспорт, на который приходится более 30 % всего объема пассажирских перевозок в стране, занимает лидирующие позиции в обеспечении потребностей населения в транспортировках.

В Федеральном законе «О железнодорожном транспорте в Российской Федерации» сказано, что железнодорожный транспорт призван своевременно и качественно обеспечивать потребности физических лиц, юридических лиц и государства в перевозках железнодорожным транспортом, способствовать созданию условий для развития экономики [1].

Федеральный закон также вводит понятие железнодорожного транспорта общего пользования, которое в данной статье имеет наибольшую ценность и представляет собой насыщенный различной инфраструктурой, подвижными составами, обслуживающей техникой производственно-технологический комплекс.

Основным звеном данного комплекса являются пассажирские станции, на которых непосредственно производятся ключевые операции с поездами, осуществляющими пас-

сажироперевозки, а также обслуживание в обустроенных вокзалах пользователей железных дорог.

Пассажирские станции основательно можно считать центром сосредоточения человеческих ресурсов и интересов. Неудивительно, что вокзальные комплексы зачастую располагаются в административно-хозяйственных, промышленных, курортных районах, на направлениях с существенным пассажиропотоком.

Несмотря на общую роль и схожую совокупность выполняемых задач, пассажирские станции отличаются друг от друга не только принятыми архитектурными решениями, географией расположения, но и окружающей средой, напрямую влияющей на их типологические характеристики, систему управления, структурные зависимости. Следовательно, при проектировании пассажирских обустройств необходимо учитывать особенности их территориального расположения, а также требования окружающего пространства.

Одна из классификаций, основываясь на критериях, которые отражают работу любого вокзала: пропускная способность, расчетная вместимость и площадь пассажирских помещений, делит комплексы на малые, средние, большие и крупные (рис. 1).

Пропускная способность определяется количеством людей, прошедших за единицу времени (час, сутки, год) через вокзальные помещения и перроны [2].

Расчётная вместимость – показатель, находящийся в прямой зависимости от расчетного годового пассажиропотока и нормы расчетной вместимости вокзала. При определении данного критерия учитываются все категории пассажиров, а также встречающие и провожающие лица [2].



Рис. 1. Классификация вокзалов в зависимости от пропускной способности и единовременной вместимости пассажиров

В связи с тем, что первостепенной функцией железнодорожных комплексов является работа с пассажирами, выделяют две обширные группы, на которые подразделяются вокзалы: дальнего и пригородного сообщения. Клиентами дальних вокзалов считаются пассажиры, которые будут обслужены при следовании на расстояния свыше двухсот километров, при совершении пересадок с поезда на поезд, а также транзитные пассажиры. Составы пригородных вокзалов совершают транспортировку в пределах зон пригород-

ного движения – зонах в радиусе от 150 до 200 км от головной станции. Преобладающая категория обслуживаемых пассажиров формирует тип работы вокзала [2].

В зависимости от взаимного расположения пассажирского комплекса, перронов и непосредственно железнодорожных путей вокзалы подразделяют на несколько типов приведенных ниже (рис. 2) [2]:

1) **боковой тип** – пассажирское здание и примыкающая к нему боковая платформа находятся с внешней стороны железнодорожных путей;

2) **островной тип** характеризует расположение вокзала между перронными путями;

3) **тупиковый тип** описывает случай, когда пассажирское здание с пристроенной к нему распределительной платформой, становятся замыкающим звеном, выстраиваясь поперек тупиковых железнодорожных путей и платформ;

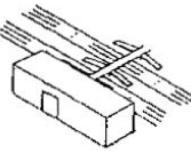
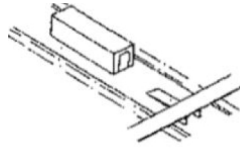
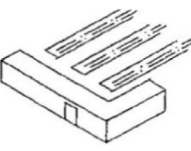
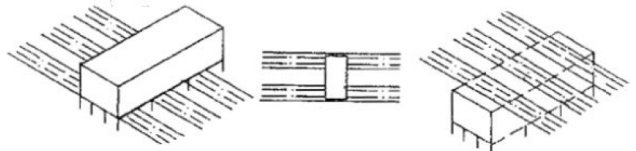
4) **русловой тип** находит частое применение в стесненных условиях городской застройки, при сложном рельефе местности и представляет собой надпутное или подпутное расположение пассажирского вокзала;

5) **комбинированный** является сочетанием черт нескольких типов.

С учетом взаиморасположения привокзальной площади, пассажирского здания и платформ по вертикали выделяют следующие типы (рис. 2) [2]:

1) **одноуровневый тип** – тип, описывающий расположение вышеперечисленных сооружений на примерно одной высотной отметке. Такое выполнение может быть осуществлено посредством использования переходного тоннеля или пешеходного моста;

2) **двухуровневый тип** делится на два подтипа: пониженный и повышенный. Случай, когда используется пешеходный тоннель или когда платформа примерно на этаж размещается выше вокзала и примыкающей к нему площади, является представлением пониженного типа. Расположение вокзала и площади выше платформ, а также применение пешеходного моста характеризует повышенный тип.

Расположение пассажирского здания по отношению к ж.-д. путям	Типы вокзалов		
В плане	 <p data-bbox="582 1675 710 1709">Береговой</p>	 <p data-bbox="901 1675 1029 1709">Островной</p>	 <p data-bbox="1220 1675 1348 1709">Тупиковый</p>
	 <p data-bbox="901 1933 1029 1966">Русловой</p>		

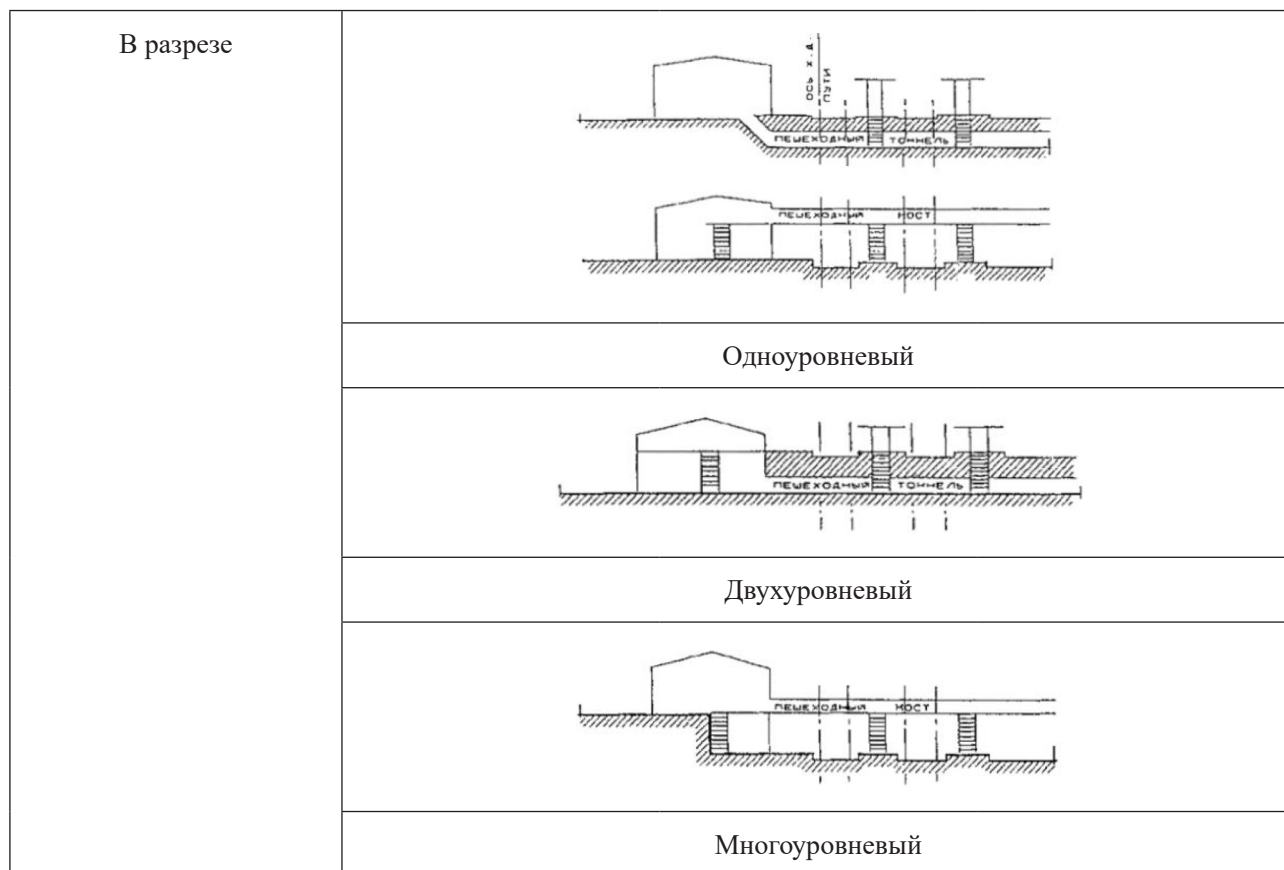


Рис. 2. Типы вокзалов относительно их расположения к ж. д. путям

Тип, когда объекты пассажирского комплекса располагаются в нескольких уровнях, в том числе непосредственно друг над другом, когда в различных комбинациях сочетаются пешеходные мосты и тоннели, является **многоуровневым**.

Железнодорожный комплекс – своеобразный тип сооружения, основной отличительной особенностью которого является значительная линейная протяженность. Проектирование данного вида капитального строительства требует не только всестороннего освещения архитектурно-планировочных, конструктивных и функциональных особенностей, но и обращения особого внимания к обеспечению в дальнейшем безопасности и надежности возведения и эксплуатации объекта.

Железнодорожное строительство осложнено тем, что оно осуществляется в различных климатических и инженерно-геологических условиях, должно вестись непрерывно, круглогодично, зачастую при непрекращающемся движении поездов и в малообжитых районах с бедной инфраструктурной оснащённостью.

Специфика рассматриваемых сооружений требует уделения особого внимания к повышению эффективности строительства. Действенных результатов можно достичь путем применения рационального подхода к планированию, оптимизации организации строительства, совершенствования комплексной и инженерной подготовки, модернизации технологического оснащения производства строительного-монтажных работ.

Выделяют несколько принципов организации железнодорожного строительства [3]:

1) **индустриализация**. Данный принцип предполагает использование максимальной заводской готовности конструкций, тем самым превращая монтаж зданий и соору-

жений в поточный механизированный процесс.

Основными подходами индустриализации выделяют:

- сосредоточенность основных ресурсов: материально-технических, трудовых и денежных для максимального сокращения сроков строительства;
- все строительные процессы должны вестись безостановочно, поточным методом;
- необходимо прибегать к типизации, стандартизации максимальной унификации применяемых конструкции, а также непосредственно самих сооружений.

2) **механизация и автоматизация.** Строительные и монтажные организации должны характеризоваться комплексной энерго- и механовооруженностью как процессов строительства, так и труда.

В настоящее время строительная техника находится на высоком уровне развития. Автоматизация на производстве достигается путем использования разнообразных приборов, систем и механизмов, повышая тем самым качество и безопасность готовых сооружений, сокращая продолжительность их возведения, предупреждая возникновение чрезвычайных ситуаций;

3) **непрерывность строительства.** Сокращение продолжительности выполняемых работ, а также своевременный ввод объекта в эксплуатацию возможен благодаря непрерывному, круглогодичному строительству;

4) **плановость строительства.** В основе организации строительства лежат разнообразные планы, которые учитывают весь спектр условий окружающего пространства и представляют собой объект системного подхода к совершенствованию организации строительства.

Различают два вида планирования: перспективное (стратегическое), которое разрабатывается на несколько лет вперед и оперативное (тактическое), сроком на один год. Основа стратегического планирования базируется на сценариях развития отраслей экономики. Такие планы выполняются в виде проектов целевых программ и являются последователями создания тактических.

Ведение работ, предшествующих строительству, непосредственно процесс строительства и освоение дорогой производственной мощности представляют собой три стадии, в течение которых осуществляется проектирование организации железнодорожного строительства.

Подготовка заказчика, генподрядной и субподрядной организаций к началу строительства, а также выполнение комплекса мероприятий, необходимых для развертывания работ формируют **предстроительный период.**

Ключевые участники строительства железнодорожного комплекса и основные функции, выполняемые ими, представлены на блок-схеме (рис. 3 [3]).

Главной обязанностью заказчика является выбор проектной организации, которая ответственна за выпуск качественной проектной и сметной документации и осуществляет свою деятельность на основании заключенного договора (контракта) с фирмой заказчика. Генеральный проектировщик, осуществляя авторский надзор, также следит за тем, чтобы подрядная организация следовала принятым проектным решениям.

Организационно-технологическая подготовка ведется с привлечением генподрядной организации и состоит в формировании финансирования строительства, в согласовании

прав на производство работ в органах государственного надзора, в осуществлении отвода земель под площадку, в обеспечение строительства подъездными путями и всеми необходимыми видами ресурсов.

Подрядные и субподрядные организации должны представить информацию о своих ресурсах («оферту»), а также лицензию на осуществление деятельности, заверенную в государственных органах. При положительном завершении участия в торгах, генподрядчик заключает договор с заказчиком, а также непосредственно занимается поиском и наймом субподрядных организаций.

Участниками технической подготовки выступают генподрядные и субподрядные организации и привлеченные ими проектные, проектно-технологические организации. Целью такой подготовки является более детальное обследование участка строительства, с уточнением наличия на местности требуемых для строительства материалов, комплексов индустрии, путей сообщения, с определением их характеристик.

Период технической подготовки предполагает разработку ППР на основании ПОС, ПОР, рабочей документации, сведениях о количестве и сроках поставки необходимых ресурсов.

Разработанный достаточно детально и откорректированный инженерно-техническим персоналом подрядной организации ППР выступает основой для организации рабочих бригад и звеньев, обеспечении их картами трудовых процессов. Эти процессы – основные задачи инженерно-производственной подготовки.

Основной частью подготовительного предстроительного периода является выполнение мероприятий по насыщению площадки строительства необходимыми для развертывания общего комплекса работ ресурсами, внешними подъездными путями, временными зданиями и сооружениями.

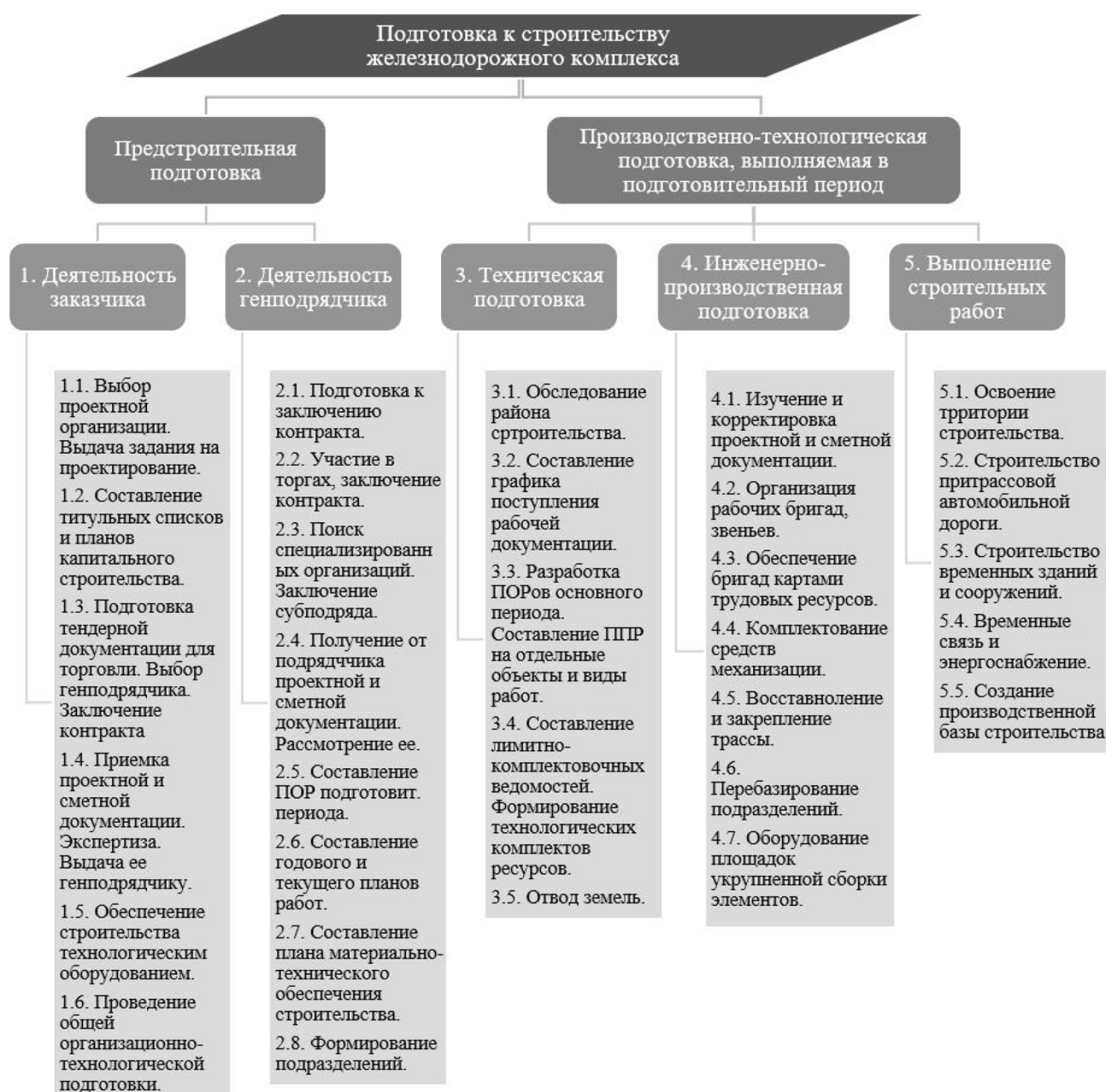


Рис. 3. Блок-схема системы подготовительного периода строительства железнодорожного комплекса. ПОР – проект организации работ; ППР – проект производства работ

Стадия ведения строительства выполняется после окончания всех подготовительных работ и начинается с возведения водопропускных сооружений. Затем следует строительство земляного полотна, по готовности которого переходят к укладке и балластировке пути. Данный этап является особо трудо- и материалоемким.

Названные основные работы, выполняемые на отдельных участках, при верной организации должны вестись с минимальным отставанием по времени. опережение или отставание от графика приведут к удорожанию строительства и снижению качества готовых сооружений.

Нормальная эксплуатация железной дороги невозможна без своевременно возведенных зданий производственного, служебного, жилого и общественного назначений. Строительство перечисленных сооружений может быть не окончено по завершении возведения путей и продолжаться уже после сдачи линии в постоянную эксплуатацию. Для выполнения последнего требуется готовность линейных и станционных сооружений автоматики, телемеханики и связи, воздушные и кабельные линии и т.п.

На рис. 4 приведена диаграмма, отражающая удельную стоимость работ основного периода в процентах от общей стоимости строительства железнодорожной линии.



Рис. 4. Удельная стоимость работ основного периода в процентах от общей стоимости строительства железнодорожной линии

Пусконаладочный, заключительный этап содержит работы, которые необходимы для сдачи линии в эксплуатацию: послеосадочный ремонт пути и сооружений, испытание всех сооружений на расчетную нагрузку, установка переездов, монтаж шлагбаумов.

Анализируя приведенные выше данные (рис. 4), заметно, что одним из основных видов работ является строительство железнодорожных зданий и сооружений. Их месторасположение в общем комплексе строительства линии, очередность возведения, согласование сроков их возведения с другими видами работ, этапами ввода железной дороги в эксплуатацию (рабочее движение поездов, временная эксплуатация, сдача в объем пускового комплекса, постоянная эксплуатация) определяют при разработке проекта организации строительства [3].

Условно выделяют три варианта возведения зданий [3]:

1) **первый вариант** предполагает, что железнодорожные здания и сооружения, находящиеся на разных промежуточных станциях и узлах, возводят в доукладочный период. Преимущество данной схемы выражается в сокращении числа временных сооружений, так как персонал и рабочие будут размещаться в постоянных благоустроенных домах. Трудности в доставке материалов по автомобильной дороге, невостребованное длительное время промышленные комплексы, а также значительные денежные вложения на ранних сроках являются недостатками;

2) **второй вариант**, напротив, подразумевает ведение работ по возведению зданий в послеукладочный период, однако завершение их строительства придется до момента сдачи железной дороги в постоянную эксплуатацию. В период рабочего движения поездов на отдельных пунктах могут использоваться отдельные постоянные здания и сооружения. К началу временной эксплуатации должны быть построены здания в объеме, необходимом для ее нормального проведения. Достоинствами такого метода являются возможность использования для перевозки материалов и конструкций железнодорожного транспорта как наиболее дешевого, а также снижение нагрузки на автотрассы. Несвершенство использования такой схемы кроется в необходимости строительства временных зданий и сооружений в полном объеме в подготовительный период;

3) по **третьему варианту** возведение большей части железнодорожных зданий и сооружений вынесено за пределы пускового комплекса. Плюсы данного метода заключаются в отсрочке внесения капитальных вложений. Минусы соответствуют недостаткам второго варианта.

Важное значение в успешном развитии населенных пунктов и региональных объединений играет создание адаптированных к современным требованиям вокзальных комплексов.

Основываясь на результатах детального анализа значимых транспортных узлов, преобразование вокзалов в систему функционального логистического центра, отвечающего технологическим и техническим потребностям времени, является залогом успешной работы и прогрессивных изменений в социально-экономической сфере.

Грамотный подход к проектированию организации строительства железнодорожных комплексов позволит достичь высокого качества законченной продукции и обеспечит безопасность процессов возведения и эксплуатации готовых сооружений.

Литература

1. О железнодорожном транспорте в Российской Федерации: федер. закон от 10.01.2003 № 17-ФЗ. http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_40443/ (дата обращения: 12.02.21).
2. Отраслевые нормы технологического проектирования железнодорожных вокзалов для пассажиров дальнего следования от 31.12.1997. <https://files.stroyinf.ru/Data1/7/7647/index.htm> (дата обращения: 12.02.21).
3. Прокудина И. В. Организация строительства и реконструкции железных дорог: учеб. пособие / И. В. Прокудина. – М.: ГОУ УМЦ ЖДТ, 2008. 351 с.
4. Явейн И. Г. Архитектура железнодорожных вокзалов / И. Г. Явейн. М.: Изд-во «Всероссийская академия архитектуры», 1938. 304 с.
5. Васильев Е. В., Щетинин Н. Н. Архитектура железнодорожных вокзалов / Е. В. Васильев, Н. Н. Щетинин. М.: Стройиздат, 1967. 298 с.
6. Правдин Н. В., Рябуха Л. С., Лукашев В. М. Технология работы вокзалов и пассажирских станций / Н. В. Правдин., Л. С. Рябуха, В. М. Лукашев. М.: Транспорт, 1990. 316 с.
7. Болотный В. Я. Совершенствование схем и технологии работы железнодорожных станций: учеб. пособие / В. Я. Болотный. М.: Транспорт, 1986. 280 с.
8. Авдовский А. А. и др. Организация железнодорожных пассажирских перевозок: учеб. пособие для студ. учреждений сред. проф. образования / А. А. Авдовский, А. С. Бадаев, К. А. Белов и др.; под ред. В. А. Кудрявцева. М.: Издательский центр «Академия», 2004. 256 с.

УДК 331.45:005

Глеб Андреевич Белов, студент
(Санкт-Петербургский государственный
архитектурно-строительный университет)
E-mail: gleb.unlim@yandex.ru

Gleb Andreevich Belov, student
(Saint Petersburg State University
of Architecture and Civil Engineering)
E-mail: gleb.unlim@yandex.ru

ОСОБЕННОСТИ ОХРАНЫ ТРУДА ПРИ ВЫПОЛНЕНИИ РАБОТ АВТОМОБИЛЬНЫМИ КРАНАМИ

PECULIARITIES OF LABOR PROTECTION WHEN PERFORMING WORK BY TRUCK CRANE

В данной статье был произведен анализ особенностей охраны труда при выполнении работ автомобильными кранами, для обеспечения безопасного проведения работ. Были рассмотрены основные пункты охраны труда при выполнении работы автомобильными кранами, а также принципы охраны труда в Российской Федерации. Представлены основные требования охраны труда при выполнении работ автокранами перед началом работ, во время начала работ и по окончании работ. По результатам анализа установлено, что применяемые принципы охраны труда Российской Федерации подробно охватывают и описывают порядок и точность выполнения работ автомобильными кранами для обеспечения безопасности.

Ключевые слова: охрана труда, безопасность, автомобильный кран.

In this article, an analysis of the features of labor protection during work with car cranes was made to ensure the safety of work. The main points of labor protection in the performance of work by car cranes, as well as the principles of labor protection in the Russian Federation, were reviewed. The main requirements of labor protection during performance of work by autocranes before the beginning of work, during the beginning of work and at the end of work are presented. Based on the results of the analysis, it was established that the applied principles of labor protection of the Russian Federation cover and describe in detail the procedure and accuracy of work with car cranes to ensure safety.

Keywords: labor protection, safety, truck crane.

Управление охраной труда является неотъемлемой частью процесса организации строительного производства. От правильно выстроенного процесса управления зависит безопасность персонала и безопасность выполнения строительно-монтажных работ, а также безопасность близ расположенных зданий, сооружений и людей. При выполнении погрузочно-разгрузочных, строительно-монтажных работ автомобильными кранами охрана труда играет одну из главных ролей, влияет на сроки и качество выполнения работ, которые в свою очередь влияют на стоимость выполняемых работ и возникающие издержки. Вопрос о правильно настроенном процессе управления охраной труда, в особенности выполнения работ автомобильными кранами является очень актуальным в настоящее время. Во время проведения данной исследовательской работы были изучены работы ученых современности, которые занимаются вопросами управления охраной труда.

Для современных ученых, очень актуальным вопросом является разработка новых норм и требований охраны труда, для обеспечения полноценной безопасности при выполнении работ автомобильными кранами, безопасности не только рабочих, но и находящихся рядом людей и прочих материально-технических ценностей. Все новые нормы

и правила разрабатывается также для показания важности и значимости охраны труда на строительной площадке.

Материалы и методы исследования: Методологической основой данного исследования являются нормативные документы действующие на момент написания статьи, на территории Российской Федерации, такие как своды правил (СП) и руководящие документы (РД), также материалы ученых современности Шишкова Н. А. и Зайцев Л. В.

Исследование проводится в рамках работы над магистерской диссертацией и является второй исследовательской работой.

Объектом исследования являются основные принципы и особенности охраны труда при выполнении работ автомобильными кранами для обеспечения безопасного производства работ.

Изучение вопроса охраны труда при выполнении работ автомобильными кранами является востребованным, по причине того, что безопасность на площадке строительства играет основную роль при выполнении строительных работ, без правильно отлаженной системы охраны труда процесс строительства будет приостановлен за несоблюдение норм и требований или по причине несчастного случая, понесшего телесные повреждения рабочего персонала.

Охрана труда – это система сохранения жизни, здоровья работников в процессе выполнения задач трудовой деятельности, включающая в себя социально-экономические, правовые, санитарно-гигиенические, организационно-технические, лечебно-профилактические, и прочие мероприятия, которые вместе образуют механизм позволяющий реализовать конституционные права граждан на труд в условиях, отвечающих требованиям безопасности [1].

Применение данных методов помогает осуществить безопасность на строительной площадке при выполнении строительно-монтажных работ, в особенности работ производимых с использованием грузоподъемных механизмов, таких как автомобильные краны.

Автомобильный кран, иначе называемый автокран – самоходный кран стрелового типа, оснащенный грузоподъемным башенно-стреловым оборудованием, позволяющим перемещать груз, не требуя организации специальных путей, устойчивость обеспечивается за счет выставляемых выносных опор и силы тяжести. Автомобильные краны изготавливаются на базе шасси существующих, выпускаемых серийно грузовых автомобилей с установкой грузоподъемного стрелового оборудования определенной грузоподъемностью от 14 до 2000 тонн (рис. 1).

При производстве строительно-монтажных работ автомобильные краны занимают одно из главных мест и являются почти обязательной техникой. Автокран используется при погрузочно-разгрузочных работах, для выгрузки тяжелых или хрупких материалов, выгрузка которых другим путем не возможна, при строительно-монтажных работах для проведения работ на нулевых-минусовых отметках, а также для работы в местах, где установка постоянного башенного крана не возможна или не рентабельна, таких как: монтаж металлоконструкций ростверков, технологических эстакад, монтаж блок-боксов, развертке и монтаже металлоконструкций резервуаров вертикальных стальных (РВС).



Рис. 1. Автомобильный кран КС-55713-В «Галичанин», грузоподъемностью 25 тонн

Использование автомобильных кранов на объекте строительства является опасным и очень требовательным процессом. Требования распространяются на всех человек, задействованных при выполнении работ [5].

Подготовительные работы для выполнения работ автокраном:

При помощи графика грузовысотных характеристик используемого автокрана, массы и место монтажа груза определяются подходит ли выбранный автокран для данных работы (рис. 2).

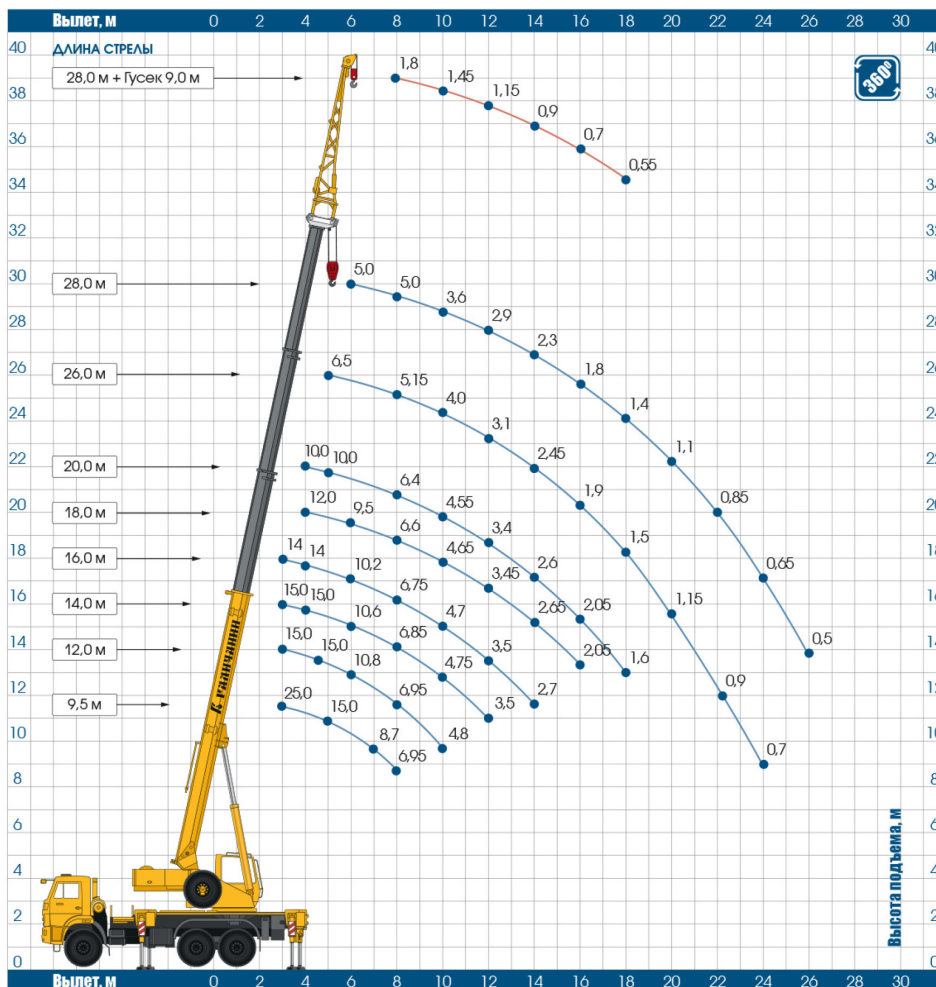


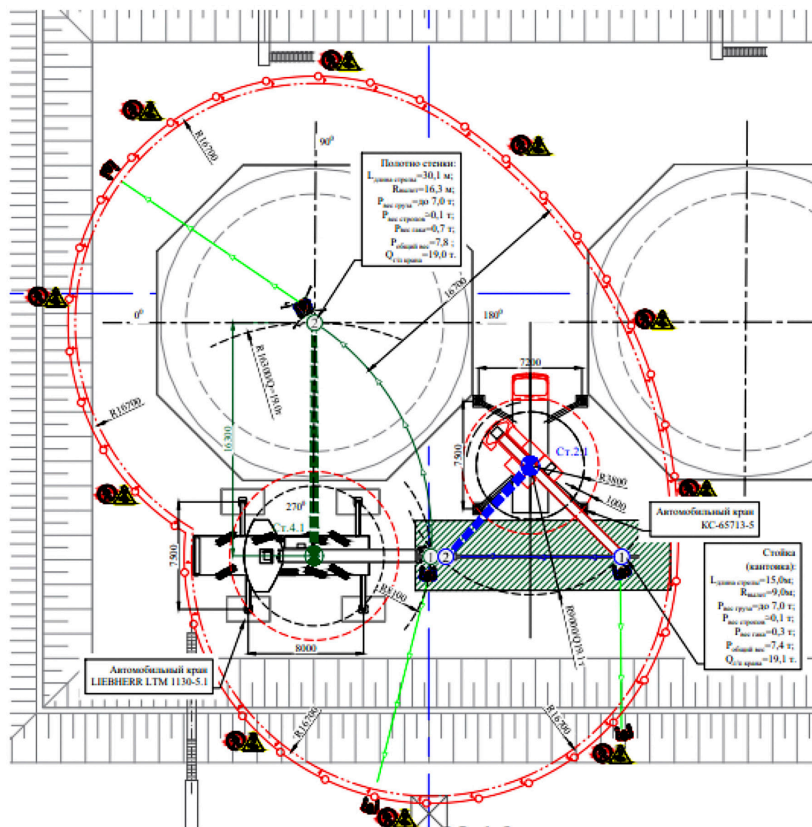
Рис. 2. График грузовысотных характеристик автомобильного крана КС-55713-В «Галичанин», грузоподъемностью 25 тонн

Определить опасную зону при выполнении работ автокраном (рис. 3). Опасная зона – территория вокруг автомобильного крана, на которой может возникнуть угроза жизни человека при проведении работ [8]. Для определения опасной зоны используется формула:

$$P = \Gamma_{\Pi} + \frac{M_{\Gamma}}{2} + X \quad (1)$$

где P – радиус опасной зоны; Γ_{Π} – горизонтальная проекция параметров груза при его перемещении; M_{Γ} – максимальные габаритные размеры груза; X – меньшее расстояние отлета груза.

На границах опасной зоны требуется установить сигнальную ленту.



Условные обозначения:	
	Линия границы опасной зоны при работе крана
	Линия границы опасной зоны при работе крана
	Знак W06-“Осторожно! Работает кран”. ГОСТ 12.4.026-2015
	Знак P03-“Проход запрещен”. ГОСТ 12.4.026-2015
	Положение стропальщиков-монтажников при подъёме, перемещении и опускании груза
	Положение стропальщиков-монтажников при строповке и расстроповке груза
	Направление перемещения груза
	Направление перемещения стропальщиков
	Ст.1 Стоянка автомобильного крана КС-65713-5
	Ст.1 Стоянка автомобильного крана LIEBHERR LTM 1130-5.1
	Временная площадка складирования

Рис. 3. Схема размещения автомобильного крана с обозначением опасной зоны

Основные требования охраны труда при выполнении работ автомобильными кранами:

1. К управлению автокраном допускаются только водители старше 18 лет, чье медицинское и физическое состояние соответствует требованиям, обязательным для выполнения работ. Водители должны быть обучены по соответствующей программе и иметь удостоверение на управление автокраном соответствующей категории [2].

2. Перед началом работ водителям и всем работникам должен быть зачитан инструктаж по охране труда, пожарной безопасности, доврачебной медицинской помощи. Сделана соответствующая запись в журнале инструктажа.

3. Перед началом работ водитель-машинист автокрана обязан убедиться: что все механизмы автокрана находятся в исправном состоянии, произвести осмотр крана в нерабочем состоянии, площадка для установки крана оборудована сигнальной лентой, грунт в месте установки автокрана надежен [7].

4. Перед началом работ автокраном, водитель должен убедиться, что в зоне действия крана нет посторонних лиц.

5. Перед любыми действиями краном, водитель обязан подавать предупреждающий сигнал и сообщать в рацию о своих действиях [3].

6. При подъеме и перемещении груза машинист руководствуется следующими правилами:

- работать автокраном только по сигналу одного стропальщика. Если стропальщик дает сигнал, действуя вопреки инструкции, то машинист по такому сигналу не производит требуемого маневра автокрана. За повреждения, причиненные действием автокрана вследствие выполнения неправильно поданного сигнала, несут ответственность как машинист, так и стропальщик, подавший неправильный сигнал. Обмен сигналами между стропальщиком и машинистом производится по установленному в организации порядку;

- сигнал «Стоп» машинист обязан выполнять независимо от того, кто его подает;
- перед подъемом груза предупредить стропальщика и всех находящихся около автокрана лиц о необходимости уйти из зоны поднимаемого груза и возможного опускания стрелы. Перемещение груза можно производить только при отсутствии людей в зоне работы автокрана. При работе автокрана людям запрещается находиться рядом с его платформой;

- перемещение автокрана с грузом запрещается;
- при движении автокрана стрела автокрана должна быть установлена вдоль пути;
- при подъеме и опускании груза, находящегося вблизи стены, колонны, штабеля, автомашины, станка или другого оборудования, предварительно убедиться в отсутствии стропальщика и других людей между поднимаемым грузом и указанными частями здания, сооружения, транспортными средствами или оборудованием, а также в невозможности задевания стрелой или поднимаемым грузом за стены, колонны и др.;

- внимательно следить за канатами, в случае спадания их с барабана или блоков, образования петель или обнаружения повреждений канатов немедленно приостановить работу автокрана [4].

7. При подъеме и перемещении грузов машинисту запрещается:

- опускать стрелу с грузом до вылета, при котором грузоподъемность автокрана будет меньше массы поднимаемого груза;
- производить резкое торможение при повороте стрелы;
- подтаскивать груз по земле при помощи крюка;
- отрывать крюком или грейфером примерзший груз, засыпанный землей, заложённый другими грузами, укрепленный болтами или залитый бетоном; работать при скорости ветра 14 м/сек и более;
- освободить автокраном заземленные грузом съемные грузозахватные приспособления (стропы, клещи и т. п.);
- поднимать железобетонные изделия с поврежденными петлями, неправильно обвязанный груз, находящийся в неустойчивом положении, подвешенный на один рог двурогого крюка, а также тару, заполненную выше бортов;
- укладывать груз на электрические кабели и трубопроводы;
- поднимать груз с находящимися на нем людьми, а также допускать к самостоятельному управлению учеников и стажеров без своего наблюдения за ними; переносить груз над кабиной;
- производить погрузку и разгрузку автомашин при нахождении водителей или других людей в кабине;
- поднимать баллоны со сжатым или сжиженным газом, не уложенные в специальные контейнеры [6].

8. Машинист обязан опустить груз и прекратить работу автомобильного крана в следующих случаях:

- при приближении грозы, сильном ветре, скорость которого превышает допустимую для работы данного автокрана и указанную в его паспорте;
- при недостаточной освещенности места работы автокрана, сильном снегопаде, дожде или тумане, а также в других случаях, когда машинист плохо различает сигналы стропальщика или перемещаемый груз;
- при температуре воздуха ниже допустимой минусовой, указанной в паспорте крана.

Если во время работы автомобильного крана произойдет авария или несчастный случай, то машинист обязан немедленно поставить в известность об этом лицо, ответственное за безопасное ведение работ по перемещению грузов автокранами, а также лицо, ответственное за исправное состояние автокрана.

9. По окончании работы автомобильного крана машинист обязан соблюдать следующие правила:

- не оставлять груз в подвешенном состоянии;
- поставить автокран в предназначенное для стоянки место, затормозить его, подложить под колеса противооткатные работы;
- установить стрелу и крюк в положение, определяемое инструкцией завода-изготовителя по монтажу и эксплуатации автокрана.

Заключение

1. Изучение и правильное использование норм и правил охраны труда является актуальным и очень важным при строительстве зданий и сооружений, особенно с применением автомобильных кранов.

2. Основными требованиями перед началом работ автомобильными кранами является определения требуемого по грузоподъемности крана и ограждение его зоны производства работ, чтобы избежать инцидентов опасных для жизни.

3. На основании требований, установленных нормативными документами в Российской Федерации, можно сделать вывод, что охрана труда при выполнении работ автомобильными кранами раскрыта очень подробно и охватывает все аспекты при выполнении работ от подготовительных до действий после окончания работ.

Литература

1. Коробко В. И. Охрана труда: учеб. пособие для студентов вузов, обучающихся по специальностям «Экономика и управление на предприятии», «Менеджмент организации», «Государственное и муниципальное управление» / В. И. Коробко М.: ЮНИТИ-ДАНА, 2012-239. С. 5.

2. СП 48.13330.2019 Организация строительства СНиП 12-01-2004.

3. СНиП 12-03-2001 Безопасность труда в строительстве. Часть 1. Общие требования.

4. Шишкова Н. А. Пособие для крановщиков (машинистов) по безопасной эксплуатации стреловых кранов / Н. А. Шишкова М.: ПИО ОБТ, 2002. 40 с.

5. Александров М. П., Колобов Л. Н. Грузоподъемные машины: Учебник для вузов по специальности «Подъемно-транспортные машины и оборудование» / М. П. Александров, Л. Н. Колобов, Н. А. Лобов и др. М.: Машиностроение, 1986, 400 с.

6. ГОСТ 34022-2016 Краны грузоподъемные. Эксплуатационные документы.

7. ГОСТ 33166.2-2014 Краны грузоподъемные. Требования к механизмам. Часть 2. Краны стреловые самоходные (с Поправкой).

8. ГОСТ 12.4.026-2015 Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Цвета сигнальные, знаки безопасности и разметка сигнальная. Назначение и правила применения. Общие технические требования и характеристики. Методы испытания (с Поправками, с Изменением № 1).

УДК 658.5:624.05

Виктория Константиновна Белова, студент
(Санкт-Петербургский государственный
архитектурно-строительный университет)
E-mail: al-ekca@yandex.ru

Viktoria Konstantinovna Belova, student
(Saint Petersburg State University
of Architecture and Civil Engineering)
E-mail: al-ekca@yandex.ru

АНАЛИЗ ОСНОВНЫХ ПОЛОЖЕНИЙ МЕТОДА КРИТИЧЕСКОЙ ЦЕПИ И РАЦИОНАЛЬНОСТЬ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ЕГО В СТРОИТЕЛЬСТВЕ

ANALYSIS OF THE BASIC PROVISIONS OF THE CRITICAL CHAIN METHOD AND THE RATIONALITY OF USING IT IN CONSTRUCTION

В мире насчитывается уже несколько подходов к управлению строительными проектами. Не прекращаются споры относительно того, какие именно из методов лучше. В данной статье рассмотрен один из интересных методов организации и управления строительством – метод критической цепи. В строительстве он не пользуется широким распространением, уступая место более популярным, к примеру – методу критического пути. В статье проведен анализ основных положений метода критической цепи на основе выбранной литературы, выделены основные моменты, интересные для изучения и предварительно определена рациональность использования его в строительной сфере в целом. Данный метод подходит широкому кругу проектов, в том числе строительных.

Ключевые слова: метод критической цепи, МКЦ, организация проектов, управление проектами, строительство.

There are already several approaches to the management of construction projects in the world. The debate continues as to which of the methods is better. This article discusses one of the interesting methods of organizing and managing construction – the critical chain. In construction, it is not widely used, giving way to more popular ones, for example, the critical path method. The article analyzes the main provisions of the critical chain method based on the selected literature, highlights the main points that are interesting for the study and construction of a certain rationality of its use in the construction industry. This method is suitable for a wide range of projects, including construction projects.

Keywords: critical chain method, MCC, project organization, project management, construction.

Введение

В мире насчитывается уже несколько подходов к управлению строительными проектами. Не прекращаются споры относительно того, какие именно из методов лучше. В этой статье рассказывается об одном из интересных методов организации и управления строительством. Для начала рассмотрим то, что считается самой большой проблемой проектной среды. Так вот, метод критического пути считает, что это неопределенность. Метод критической цепи - что это то, как мы справляемся с неопределенностью. Исходя из этого, в методе критического пути мы практически все силы тратим на преодоление неопределенности на этапе планирования, строим жесткие планы. На этапе исполнения остается только выполнить эти замечательные планы, в которых все предусмотрено.

В методе критической цепи мы исходим из того, что это невозможно, неопределенность все равно возьмет своё и потому много времени уделяется именно управлению, действиям во время исполнения. В планах появляется защита от неопределенности (буферы), с пониманием относимся к тому, что невозможно было точно определить длительность задач. В Agile подходе главной проблемой считается то, что мы неправильно

относимся к цели проекта, считая, что она неизменна и должна быть определена на берегу. Поэтому в процессе проекта идет постоянное уточнение цели, ведь меняется окружение, заказчик начинает понимать, что он на самом деле хочет и исполнители получают все время новые знания.

То есть эти три подхода просто созданы для разного типа неопределенностей. Метод критического пути – для среды с относительно предсказуемым поведением. Метод критической цепи – для неопределенной среды, но в то же время – для достижения достаточно точно определенных целей (содержания проекта). Метод Agile – для проектов, когда сама цель имеет большую неопределенность.

Метод критической цепи (МКЦ) – это метод организации и управления проектами, основанный на синтезе метода критического пути и принципов теории ограничений. Этот метод, помимо классической техники анализа и оценки проектов PERT, которая определяет порядок и строгое планирование, основанное на расчетах зависимостей ресурсов, рисков и неопределенностей. В частности, в методе широко используются инструменты снижения проектных рисков и обеспечения устойчивости графика проекта – проектный буфер и буфер слияния путей [7].

Создателем МКЦ является Элияху Голдратт, который так же разработал теории ограничений [6]. Идея метода критической цепи была представлена в 1997 году в книге Элияху М. Голдратта «Критическая цепь» [1], была успешно применена в промышленности и представлена Голдраттом в книгах «Цель» [4] и «Цель-2» [5]. Бытует мнение, что использование МКЦ позволило улучшить показатели скорости выполнения проектов и итоговой стоимости от 10 до 50 % в сравнении с классическими методами, разработанными в период с 1910-е по 1950-е годы.

Standish Group и другие компании в 1998 году проводили исследования эффективности классических методов управления строительными проектами. Результаты показали, что только 44 % всех проектов завершаются вовремя. Обычно проекты завершают на 222 % от запланированной продолжительности и 189 % от начальной сметной стоимости, 70 % проектов не достигают запланированных результатов, а 30 % закрываются досрочно. Метод критической цепи призван улучшить показатели в сравнении с этой статистикой [8].

Целью данной работы является обзор на метод организации строительства – метод критической цепи, а именно на составление календарного графика производства строительно-монтажных работ. Будет проведен анализ основных положений метода критической цепи и *предварительно* определена рациональность использования его в строительстве. Для достижения данной цели были поставлены следующие **задачи**: поиск и выбор литературы на тему метода критической цепи; анализ выбранной литературы; разбор основных положений метода критической цепи; оценка возможности применения метода в строительной сфере.

История становления метода критической цепи по книге Э. Голдратта [1]

Как демонстрирует опыт, имеющиеся методики управления проектами не каждый раз дают возможность заканчивать проекты в соответствии с принятыми критериями успешности. Э. Голдратт заявляет, что главным фактором этой проблемы является неверное представление неопределенности во проектах. Имеющиеся методы управления про-

ектами решают проблемы длительности отдельных работ, повышая вероятность выполнения их в срок, а то время как необходимо рассматривать весь проект в целом. Почвой ТОС служит условие, что результат локальных максимумов элемента проекта, никак не обозначает результат максимума всего проекта целиком. Это условие было доказано на примере работы физических объектов, например, производственной цепочки. Как обнаружилось, во основной массе ситуации с целью любой процедуры подставляется запас периода приблизительно 100–200 % также, этим никак не меньше, планы все без исключения точно также остаются также никак не исполняются во период. Выяснилось, что для каждой отдельной работы закладывается резерв времени равный от 100 до 200 %, но проект в целом все равно не успевает завершиться к заданному времени.

Голдратт выделяет три причины, почему так происходит:

1. Перепрыгивание с одной задачи на другую (время выполнения задач увеличивается, если выполнять их одновременно).
2. Синдром студента (так как у нас есть запас времени, мы приступаем к заданию не сразу, а под конец отведенного времени).
3. Зависимость задач между собой не дает экономию времени и лишь накапливает опоздания (у исполнителей нет стимула заканчивать работу раньше срока, а опоздания накапливаются от первого к последующему).

Именно поэтому имеющийся запас времени для каждой задачи не защищает весь проект от задержек по времени.

Так же Голдратт, говорит, что не существует ситуаций, именуемых «проигрыш-выигрыш». Концепция ограничений подразумевает, нет конфликтов, есть лишь неверные предпосылки, для выявления и устранения которых нужно использовать инструмент ТОС «грозовая туча». Подобным способом, возможно обнаружить, то что любой проект можно выполнить за отведенное время или даже раньше, что будет выигрышно для всех участников проекта.

Предложенные Голдраттом идеи были структурированы в удобном и понятном формате Лоуренсом Личем [3], с указанием на возможные проблемы и сложности, с которыми можно столкнуться при внедрении метода на практике.

Особенности метода критической цепи

Большую работу над изучением этого метода провел Лоуренс Лич и изложил в своей книге [2], которая локализована на русский язык в форме монографии [3]. В ней он подробно описывает, с чего началось освоение МКЦ, какие теории лежат в основе. В чем суть самого метода, как внедрить его в планирование и управление, управлять рисками в проекте и многое другое. Рассмотрев подробно основные моменты его работы, мы изучим главные положения метода критической цепи и рациональность использования его в строительстве.

Лоуренс Лич выделяет следующие особенности метода критической цепи:

- 1) критическая цепь – самый длинный из возможных путей продолжительности проекта, с учетом, как технологической последовательности, так и ресурсных ограничений;
- 2) до момента выбора критической цепи не учитываются конфликты по ресурсам;
- 3) при планировании операций берутся средние оценочные продолжительности работ с вероятностью выполнения 50 %, а запас времени для компенсации неопределенности помещается в конце цепи работ;

4) выполнение цепочек работ, являющихся частью критической цепи, координируется при помощи специальных буферов на слияние путей (при одновременной работе по снятию ресурсного конфликта);

5) обращается внимание на обеспечение ресурсами, в особенности работ, включенных в критическую цепь (такими методами, как ресурсный буфер и др.);

6) для анализа и управления продолжительностью проекта используются следующие буферы: проектный буфер и буфер слияния путей.

Как итог, автор выделяет так же следующие элементы и свойства метода критической цепи:

1) критическая цепь показывает ограничения текущего проекта;

2) для наибольшей эффективности МКЦ исполнители работ должны четко знать, какая работа последует после исполняемой. Для этого можно составить список приоритета работ и графики на работы конкретного исполнителя;

3) приоритетными являются потребности в ресурсах и темпах работы исполнителей критической цепи, остальные работы вливаются с помощью буфера слияния путей.

Процесс создания планов на отдельные проекты с помощью метода критической цепи на основе работы Лоуренса Лича [3]

Лоуренс Лич описывает процесс создания планов на отдельные проекты с помощью метода критической цепи. Подробно рассмотрим данную методику по этапам, применительно к строительству.

1. Определите критическую цепь

1.1. Следует выстроить работы согласно технологической последовательности строительства, за продолжительность работ берется средняя длительность с вероятностью выполнения 50 %, (то есть половина времени) и указать необходимую информацию о требуемых ресурсах. Если для выполнения работ требуется несколько исполнителей, то указывается основной ограничитель работ. Если нельзя выделить главного ограничителя, то следует разбить задачу на несколько в соответствии с количеством ограничивающих исполнителей.

1.2. Если в проекте отсутствует конфликт ресурсов, то переходим к пункту 1.6.

1.3. Далее необходимо выбрать, какой из конфликтов ресурсов следует разрешить в первую очередь. Если в проекте несколько равноценных конфликтов, то лучше начать с последнего в календарном графике.

1.4. Устраните конфликт ресурсов, передвинув выполнение нескольких работ на более ранний срок. (Не следует беспокоиться о возникновении новых конфликтов, их разрешите позже).

1.5. Снова перейдите в конец графика и повторите пункт 1.4 для очередного ресурса. Устраняя новый конфликт, предотвращайте повторное появление уже разрешенных ранее. Повторяйте эти действия, пока не уберете все проблемные места.

1.6. Выделите критическую цепь – это самая продолжительная последовательность связанных между собой работ.

2. Определите способ уменьшения влияния критической цепи

2.1. Оцените свой календарный график и убедитесь, что нельзя уменьшить продолжительность работ, изменив порядок работ (разумеется, в пределах технологической последовательности). Если же это возможно, подкорректируете график.

2.2. В конец критической цепи добавьте проектный буфер.

3. Подчините все ресурсы, операции и цепочки работ потребностям критической цепи

3.1. Для защиты КЦ предусмотрен следующий механизм: добавьте буферы ко всем цепочкам работ, что сливаются с критической цепью (буферы слияние путей). Для определения размера буфера следует ориентироваться на самую продолжительную из вливающих цепочек. (Обратите внимание: чтобы проект завершился, все пути в конце концов сольются с критической цепью. Если последовательность операций «впадает» непосредственно в проектный буфер, к ней тоже необходимо добавить буфер на слияние путей [3].)

3.2. Если добавление буферов создало новые конфликты ресурсов, следует устранить их, передвинув работы на более ранние сроки.

3.3. Так же переместите на более ранние сроки те работы, что стоят в графике перед только что перепланированными в пункте 3.2.

4. Уменьшите общую продолжительность проекта путем использования дополнительных ресурсов на определенных работах, чтобы снять конфликты.

5. Возвращайтесь на этап 1, не позволяя инерционности мышления стать ограничением [3].

В методе критической цепи в плане указывают только даты начала цепочек работ и окончания всего проекта, поэтому более правильно называть это «план», а не «график».

Пример работы с методом критической цепи

Ниже представлен классический график МКЦ типа «ранний старт». Первая цифра в каждом прямоугольнике – идентификатор операции из иерархической структуры работ. Вторая цифра – в скобках – показывает длительность операции в днях. Обратите внимание, что операция 3 зависит от завершения операций 1.2 и 2.2 [3].



Рис. 1. Простой проект: обычное расписание типа «ранний старт»

Согласно методике, первым пунктом мы уменьшаем продолжительность работ на 50 % и переносим их на максимально поздний срок с учетом технологической последовательности (рис. 2).

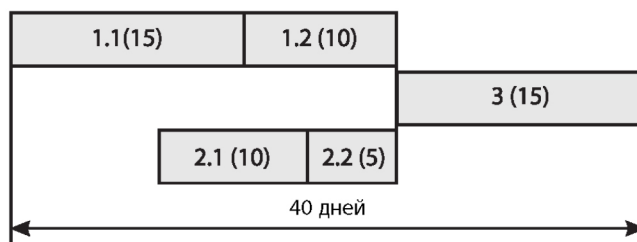


Рис. 2. Первый шаг в создании критической цепи: сократить длительность операций и составить график типа «поздний финиш»

Следующим пунктом мы добавляем буферы: проектный и буфер слияния путей. Так как в данном примере используется один ресурс, то нет необходимости добавлять ресурсный буфер (рис. 3).

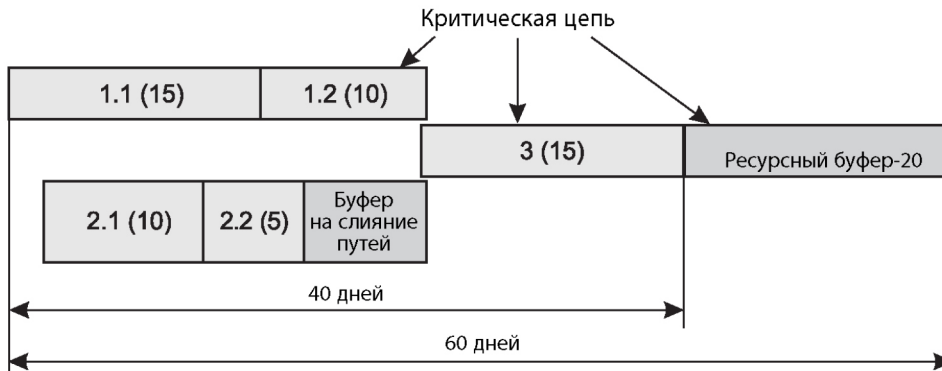


Рис. 3. Если конфликта ресурсов нет, просто добавляем буфера

Теперь рассмотрим этот же проект, но уже с ресурсным конфликтом. На рис. 4 указана последовательность работ в виде диаграммы PERT и без временной шкалы. Нужные ресурсы подписаны разными цветами. В строительстве под ними обычно понимают различные комплексные бригады.

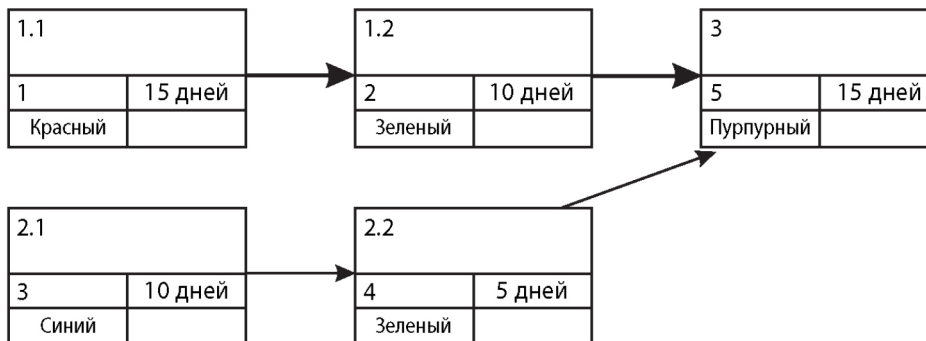


Рис. 4. Тот же проект с указанием ресурсов

Чертим график, поместив все работы на максимально поздние сроки. В нашем примере необходимо лишь добавить ограничение «начало как можно позднее» к работе 2.1.

Далее устраняем конфликт ресурсов, передвинув выполнение нескольких работ на более ранний срок, начиная с самой поздней работы и передвигаясь к более ранним (рис. 5).

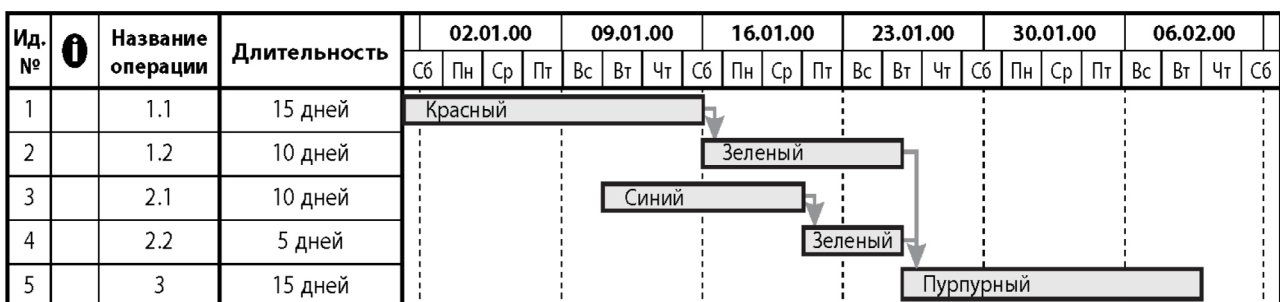


Рис. 5. На первом этапе всё сдвигается на поздние сроки

Мы видим конфликт двух работ за ресурс «зеленый». На рис. 7 представлены 2 варианта его снятия. Какой из вариантов предпочтительней? Изначально может показаться, что вариант № 2 лучше, так работы выполняются за более короткий срок. При этом варианте длина обеих цепочек равна друг другу, поэтому критической можно назначить любую из них. Добавим в оба графика проектный буфер и буферы слияния путей.

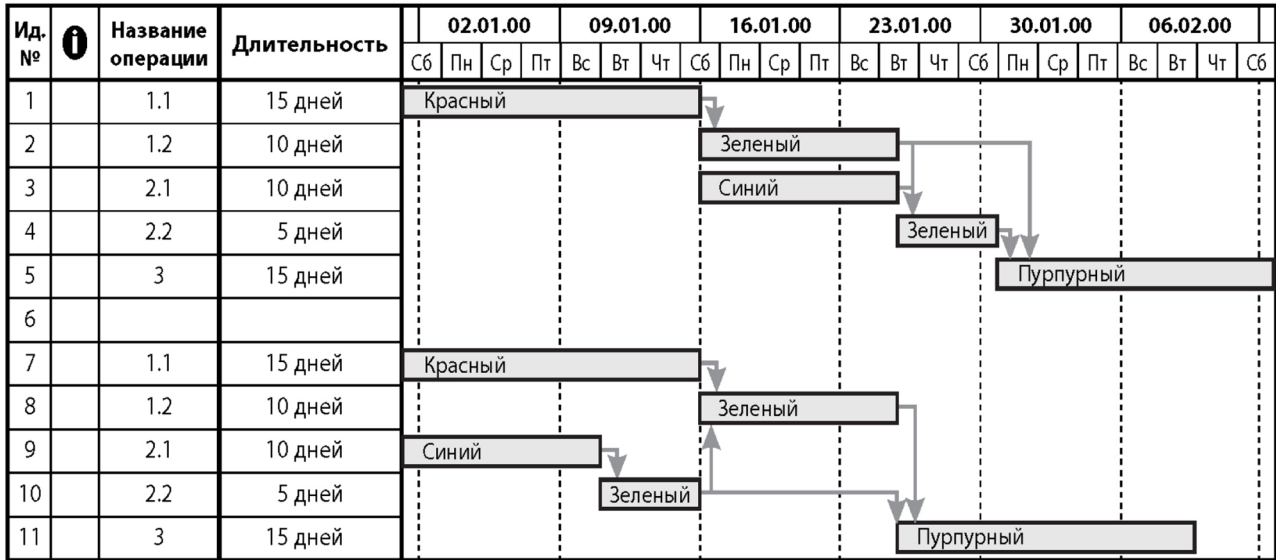


Рис. 6. Способы снятия конфликта ресурсов

После применения первого варианта снятия конфликта ресурса «зеленый», мы наблюдаем следующий график работ (рис. 7). В состав критической цепи вошли операции 1.1, 1.2, 2.2 и 3. Размер буферов на слияние путей определяем как 50 % от общей продолжительности тех работ, что впадают в критическую цепь.

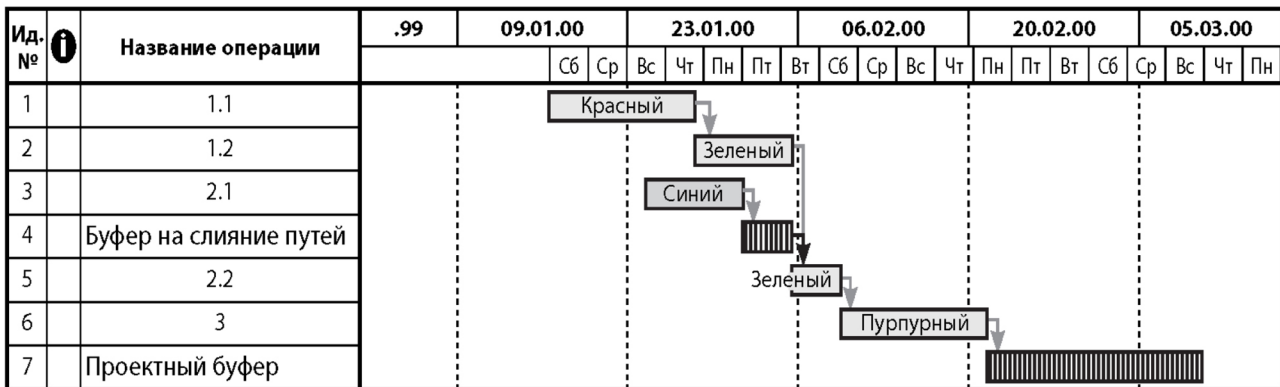


Рис. 7. Первый способ: плановая дата завершения проекта 7 марта 2000 года

Какую бы цепочку мы не назначили критической, общая продолжительность работ будет неизменна. Так же в обоих случаях после добавления буфера на слияние цепей не критическая цепь становится больше критической. В этом нет проблемы, просто возникло дополнительное время для завершения не критических работ проекта. Такое явление возникает, если несколько путей имеют практически равную продолжительность.

информации об изменчивости времени работ. Минус же заключается в том, что размер буфера, возможно, окажется слишком маленьким по 2 причинам. Первая – недооценивание фактической изменчивости работ. Вторая – если изменчивость продолжительности строительства, обусловленная общими причинами, действует в сочетании с задержками, вызванными особыми причинами, то правила статистики, на которых основан данный метод, не работают.

Метод 3: задержки плюс квадратный корень суммы квадратов [3]. Представляет собой симбиоз метода 1 и 2. Буфер образуется двумя составляющими: фиксированная часть (для предотвращения потерь, вызванных особыми причинами) и часть, посчитанная методом квадратного корня суммы квадратов (для предотвращения потерь от общих причин). В этом случае фиксированная часть уже не составляет 50 % от продолжительности работ, а намного меньше. Ее размер можно определить по рекомендательной таблице (рис. 9).

Причина задержки	Доля в буфере времени	Доля в буфере затрат
Невыполнение необходимых действий	Соразмерная с последствиями для бюджета	5–10%
Слияние путей (более 5 параллельных цепочек)	До 20%	Нулевая
Ошибки	5–20%	5–20%
Особые причины вариабельности	0–30%	0–30%
Непредоставление информации о необходимых переделках	0–20%	Покрывается компенсацией на ошибки

Рис. 9. Рекомендации по определению размера фиксированной части буфера

Напоследок, автор книги дает следующие рекомендации по определению проектного буфера.

1. Желательно задействовать в критической цепи более 10 работ, так как большее их количество увеличивает точность метода КСК и центральной предельной теоремы.
2. Продолжительность отдельной работы не должна превышать двадцать процентов от общей продолжительности работ цепи, так как неопределенность длительной работы слишком сильно влияет на весь проект, сложно будет возместить при необходимости перерасход времени на нее.
3. Проектный буфер должен быть больше двадцати пяти процентов от продолжительности критической цепи. В ситуации, когда несколько работ имеют похожую продолжительность, при расчете может оказаться заниженная величина буфера, нужно предотвращать такие ситуации.

Полученные результаты и выводы

В рамках исследования был проведен обзор на метод критической цепи. Был проведен анализ основных положений метода критической цепи и предварительно определена рациональность использования его в строительстве. Был проведен анализ выбранной литературы, выделены основные моменты, интересные для изучения, а именно:

1. История становления МКЦ на основе работы Э. Голдратта [3].
2. Особенности метода критической цепи.

3. Процесс создания планов на отдельные проекты с помощью МКЦ.
4. Пример работы с методом критической цепи.
5. Методы определения проектного буфера и буферов на слияние путей.

По результатам анализа метода критической цепи оценивается возможность применения метода в строительной сфере. Данный метод подходит широкому кругу проектов, в том числе строительных. Метод критической цепи можно использовать в строительстве наравне с методом критического пути, уже успешно зарекомендовавшего себя в строительной сфере.

Литература

1. Голдратт, Элияху М. Критическая цепь. Пер. с англ. Москва: ТОС Центр, 2006. 272 с. ISBN 5-903361-02-1 – ISBN 978-5-903361-02-1 (рус.), ISBN 0-88427-153-6 (англ.)
2. Lawrence P. Leach, Critical Chain Project Management, Boston-London: Artech House, 2013.
3. Лич Лоуренс. Во время и в рамках бюджета. Управление проектами по методу критической цепи. М.: «Альпина паблишер», 2014.
4. Голдратт Э. М., Кокс Дж. Цель. Процесс непрерывного совершенствования // Попурри, 2009.
5. Голдратт Э. М., Кокс Дж. Цель-2. Дело не в везенье // Попурри, 2009.
6. Электронный источник. Хабр. Метод критической цепи: эффективное управление проектами с использованием буферов времени и ресурсов. <https://habr.com/ru/post/25621/>

УДК 658.513.4

Анастасия Андреевна Бритвина, студент
(Санкт-Петербургский государственный
архитектурно-строительный университет)
E-mail: anastasiia96br@mail.ru

Anastasiya Andreevna Britvina, student
(Saint Petersburg State University
of Architecture and Civil Engineering)
E-mail: anastasiia96br@mail.ru

**АНАЛИЗ ПРИМЕНЕНИЯ МЕТОДА
ОСВОЕННОГО ОБЪЕМА ДЛЯ КОНТРОЛЯ
СРОКОВ ИНВЕСТИЦИОННО-СТРОИТЕЛЬНЫХ ПРОЕКТОВ**

**ANALYSIS OF EARNED VALUE MANAGEMENT
IN INVESTMENT AND CONSTRUCTION PROJECT
TIME CONTROL**

Статья посвящена применению метода освоенного объема для контроля сроков инвестиционно-строительных проектов. Описаны основные инструменты данного метода и прогнозные показатели. Описаны причины его малого распространения среди специалистов в области управления проектами. Выявлена основная проблема метода освоенного объема для осуществления контроля сроков проекта, а также описаны показатели дающие неверные данные при завершении проекта позже планового срока. Рассмотрен новый показатель «освоенное расписание», предложенный Уолтом Липке. Описаны основные инструменты и прогнозные показатели для контроля сроков проекта с помощью концепции «earned schedule».

Ключевые слова: метод освоенного объема, управление сроками проекта, освоенное расписание, освоенный объем, фактическая стоимость, плановый объем.

The article is devoted to the application of the earned value method for investment and construction project time control. The main tools of this method and forecast indicators are described. The reasons for its low distribution among specialists in the field of project management are described. The main problem of the earned value method for project time control are identified, as well as indicators that give incorrect data at the late completion of the project. A new indicator «schedule earned» proposed by Walt Lipke is considered. The main tools and forecast indicators to project time control using the concept of «earned schedule» are described.

Keywords: earned value method, project time control, earned schedule, earned value, actual cost, planned value.

Руководители строительных организаций в первую очередь заинтересованы в своевременной реализации проекта, без выхода за рамки бюджета и обеспечением требуемого качества. В отличие от операционной деятельности, проектная деятельность носит уникальный характер, требующая особых методов планирования и контроля хода работ. Именно применение методов управления проектами позволяет сократить сроки и стоимость строительства без ущерба для качества, а также влиять на конкурентоспособность строительного предприятия.

Институт управления проектами (*Project Management Institute, PMI*) является ведущей профессиональной ассоциацией в области управления проектами, основанной в 1969 году, где было разработано Руководство к Своду знаний по управлению проектами (Руководство *PMBOK*). Основным стандартом *PMI* содержит руководящие указания по управлению проектами. Данное руководство предлагает использовать следующие мето-

ды для анализа исполнения при контроле расписания: анализ тенденций, метод критического пути, метод критической цепи, управление освоенным объемом. В данной статье мы рассмотрим метод освоенного объема (*Earned Value Method, EVM*).

На данный момент метод не пользуется большой популярностью у специалистов проектного управления. После проведенного анкетирования были выявлены следующие причины:

1. Сложность увязки данных по фактическим затратам на проект (обычно содержащихся в бухгалтерских системах) с данными по работам проекта (содержащимися в системах календарного планирования).
2. Недостаточная освещенность вопросов практического применения данного метода.
3. Отсутствие мотивации в использовании *EVM* как инструмента контроля проекта у руководства компании [1].

Также одной из причин можно считать невозможность применения метода освоенного объема при контроле и прогнозировании срока проекта. Причиной этому служат единицы измерения отклонений, которые выражены в денежном эквиваленте, и некорректное отображение показателей отклонений по срокам.

Метод освоенного объема является серьезной аналитической методологией, которая позволяет оценить проект в разрезе трех основных областей знаний проекта: содержание, сроки, стоимость. Для применения метода освоенного объема необходимо, чтобы базовый план был составлен по принципу *Performance Measurement Baseline*, то есть план, объединяющий в себе содержание, расписание и стоимость. Именно с этим планом в дальнейшем будут производиться сравнения текущего проекта для определения отклонений.

Для рассмотрения применения метода освоенного объема необходимо определить его основные показатели, и что служит исходными данными для их формирования:

- плановый объем ПО (*Planned Value, PV*) – утвержденный бюджет, распределенный во времени на выполнение работ;
- фактическая стоимость ФС (*Actual Cost, AC*) – фактические средства, затраченные на выполнение работ;
- освоенный объем ОО (*Earned Value, EV*) – плановая стоимость фактически выполненного объема работ.

		Освоенный объем		
Стоимость	Плановая	Плановая	Фактическая	
Объем	Плановый	Фактический	Фактический	

Рис. 1 Формирование показателя «освоенный объем»

Далее перейдем к рассмотрению показателей, которые позволяют определить отклонения текущего проекта по сравнению с базовым.

Отклонение по стоимости (ОСТ, *Cost Variance, CV*) представляет собой разность освоенного объема ОО и фактической стоимости ФС:

$$\text{ОСТ} = \text{ОО} - \text{ФС}$$

Если $OCT < 0$ – перерасход бюджета, если же $OCT > 0$ – происходит экономия бюджета.

Отклонение по срокам (OCP , *Schedule Variance, SV*) представляет собой разность между освоенным объемом ОО и плановым объемом ПО:

$$OCP = OO - ПО$$

Если $OCP < 0$ – происходит отставание от плана работ, если же $OCP > 0$ – происходит опережение проекта по срокам.

Также в данном методе можно получить относительные показатели отклонений.

Индекс выполнения стоимости ($ИВСТ$, *Cost Performance Index, CPI*) равен отношению освоенного ОО объема к фактической стоимости ФС:

$$ИВСТ = OO / ФС$$

Если $ИВСТ > 1$, то происходит экономия бюджета, если $ИВСТ < 1$ – перерасход бюджета.

Индекс выполнения сроков ($ИВСП$, *Schedule Performance Index, SPI*) равен отношению освоенного объема ОО к плановому объему ПО:

$$ИВСП = OO / ПО$$

Если $ИВСП > 1$, то происходит опережение плана по срокам, если $ИВСП < 1$ – отставание сроков работ от плана.

Теперь рассмотрим показатели, позволяющие получить прогнозные значения общей продолжительности и бюджета работы или всего проекта по их завершении.

- прогноз до завершения ПДЗ, или оценка оставшейся стоимости (*Estimate to Complete, ETC*) характеризует прогнозную стоимость оставшегося (невыполненного) объема работ (проекта). ПДЗ определяет, сколько ещё бюджетных средств, начиная от отчётной даты, нужно потратить, чтобы завершить проект:

$$ПДЗ = ППЗ - ФС$$

- прогноз по завершению ППЗ, или оценка окончательной стоимости (*Estimate at Completion, EAC*) – прогноз фактической общей стоимости работы (проекта), составленный во время исполнения данной работы (проекта). ППЗ определяет, сколько будет стоить проект после его завершения:

$$ППЗ = БПЗ \cdot ФС, \text{ где } ФВС = ФС / OO$$

- отклонение стоимости по завершению ОПЗ (*Variance at Completion, VAC*) – разность между бюджетной стоимостью и окончательной стоимостью работы (проекта).

$$ОПЗ = БПЗ - ППЗ$$

Если $ОПЗ > 0$ – экономия средств, если $ОПЗ < 0$ – перерасход бюджета.

- прогнозная оценка окончательной продолжительности работы (проекта) (ООПР). Данный показатель можно определить с учётом выявленных тенденций отставания или опережения сроков выполнения работы (проекта) в соответствии со следующей зависимостью:

$$\text{ООПР} = \text{ПРПЗ} \times \text{Дата_отчета} / (\text{Дата_отчета} + \text{ОПР})$$

Продолжительностью по завершению ПРПЗ (Time at Completion, ТАС) принято называть общую продолжительность работы (проекта) в соответствии с утверждённым до начала осуществления проекта базовым планом, служащую основой для последующего сравнения с фактической продолжительностью работы (проекта).

Величину отклонения продолжительности ОПР (*Time Variance, TV*) по состоянию на пороговую дату, выражаемую в единицах времени, можно определить графически. [2]

Показатели метода освоенного объема отображены на рис.2.

Теперь рассмотрим подробнее поведение показателей ОСР и ОСТ. Стоит обратить внимание, что показатель ОСТ при расчете оперирует показателем ФС, который в свою очередь является фактическими данными, тогда как показатели, составляющие ОСР содержат плановые данные.

Опираясь на формулу:

$$\text{ОСР} + \text{ОО} = \text{ПО},$$

можно сделать вывод: при приближении завершения проекта ОСР будет стремиться к нулю, что является корректным для проектов, продолжительность которых точно соответствует плановой, либо проектов, которые завершаются раньше.

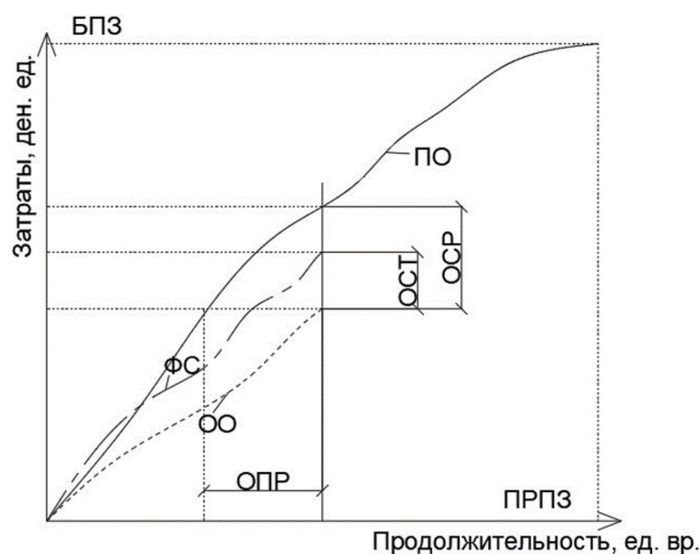


Рис. 2. Основные параметры метода освоенного объема

Теперь рассмотрим ситуацию, когда проект имеет отклонения по срокам и завершается позже, чем обозначено базовым планом. Очевидно, что завершением графика будет являться точка БПЗ, но и освоенный объем достигает этой точки. Таким образом, к завершению проекта ОО приближается к ПО, а в случае позднего завершения проекта ОО достигает значения БПЗ позже, чем это делает ПО. Такое поведение ОСР является неравномерным. При этом по завершению проекта $\text{ОСР} = 0$, $\text{ИВСР} = 1$, то есть отклонений по срокам нет, что противоречит действительности [3].

Долгое время практика *EVM* и исследовательские усилия были сосредоточены в первую очередь на затратах, потому что эти «причуды алгебры» с показателями расписа-

ния *EVM* хорошо известны и понятны опытным практикам *EVM*. Хотя показатели расписания доступны, на них не полагаются в той же степени, как на показатели затрат. Результирующее влияние на управление проектом в результате проблем поведения показателя расписания *EVM* состоит в том, что анализ стоимости и расписания для статуса и производительности проекта стал отключен. Аналитики просматривают отчеты затрат и показатели затрат *EVM*, в то время как планировщики обновляют и анализируют сетевое расписание. Для крупных проектов и программ эти отдельные навыки могут быть разделены, а соответствующие анализы не согласованы [4].

Решение данной проблемы рассмотрел в своих работах Уолт Липке путем введения нового показателя «освоенное расписание» (*ES, Earned Schedule*).

ОР – это длительность от начала проекта до абсциссы точки на *Performance Measurement Baseline* (Базовый план исполнения, далее *PMB*), в которой ПО (*PV*) равен рассчитанному по окончанию отчетного периода ОО (*EV*) [1].

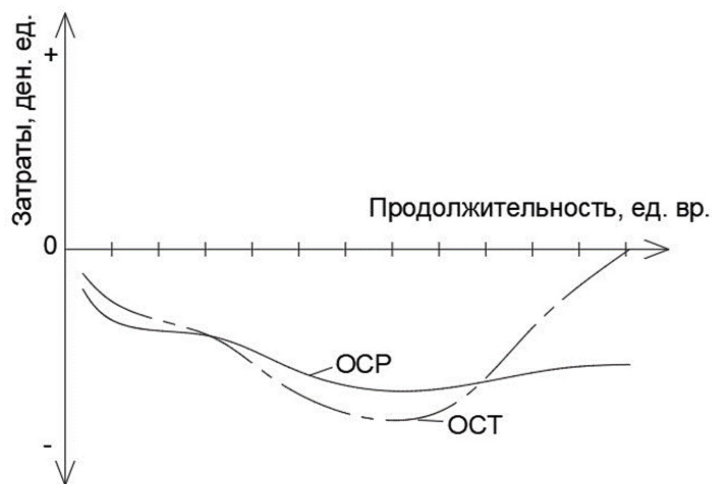


Рис. 3. Поведение показателей ОСП и ОСТ при позднем завершении проекта

Для определения ОР была разработана следующая формула:

$$ОР = C + I,$$

где C – это число полных временных периодов, для которых выполняется условие $ОО(EV) \geq ПО(PV)$. I – приращение, рассчитываемое по формуле:

$$I = (ОО - ПО_c) / (ПО_{c+1} - ПО_c)$$

Для дальнейшего расчета производных показателей необходимо ввести новый показатель – «фактическое время» (*AT, Actual time*). Тогда, можно рассчитать отклонение по срокам (*SV, Schedule Variance*) и индекс выполнения сроков (*SPI, Schedule Performance Index*). Данные показатели являются аналогичными показателям для бюджета, т. к. тоже ссылаются на фактические данные.

$$ОСП(t) = ОР - ФВ,$$

$$ИВСП(t) = ОР / ФВ$$

Теперь мы можем получить прогнозное значение фактической продолжительности проекта ППЗ(t) (*IEAC(t), Independent Estimate at Completion (time-based)*):

$$\text{ППЗ}(t) = T_{\text{дир}} / \text{ИВСР}(t),$$

где $T_{\text{дир}}$ (*PD, Planned duration*) – плановая (директивная) продолжительность.

Для анализа затрат метод освоенного объема индекс производительности до завершения (*TCPI, To Complete Performance Index*), описывающий необходимую эффективность работ для оставшейся части проекта, чтобы достичь поставленную цель. Для «освоенного расписания» предложен аналогичный индекс (*TSPI, To Complete Schedule Performance Index*):

$$\text{ИПДЗ}(t) = T_{\text{дир}} \cdot \text{ОР} / \text{ПП-ФВ},$$

где ПП (*ED, estimated duration*) – предполагаемая продолжительность; $T_{\text{дир}}$ (*PD, Planned duration*) – плановая (директивная) продолжительность.

Ценность данных показателей заключается в том, что они могут показать достижима ли цель проекта и возможно ли восстановить неэффективный проект.

Показатель $\text{ИПДЗ}(t)$ дает следующую информацию:

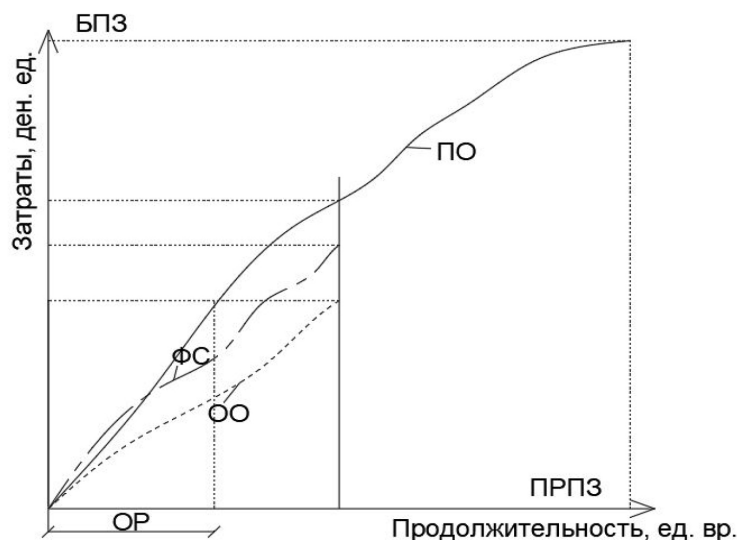


Рис. 4. Графическое отображение концепции «Earned Schedule»

$\text{ИПДЗ}(t) \leq 1$ – Цель по продолжительности достижима.

$\text{ИПДЗ}(t) > 1.1$ – Цель по продолжительности недостижима.

$1 < \text{ИПДЗ}(t) \leq 1.1$ – Возможно восстановление [5].

Следуя вышеизложенной информации, можно сделать вывод о возможности эффективного контроля проектов. Метод предоставляет количественную информацию о производительности проекта, о текущем статусе проекта и прогнозную информацию. В первую очередь мной были рассмотрены его основополагающие показатели, которые позволяют формировать производные показатели для определения статуса проекта и прогнозирования. Данный метод предлагает опираться на фактические показатели продолжительности, что аналогично показателям для управления затратами. Таким образом, мы получили возможность формирования прогнозных показателей для сроков проекта.

Литература

1. Хомутичкина К. С. Критерии оценки методов контроля, используемых при управлении строительным проектом // Управление проектами и программами. 2009. № 4. С. 312–323.
2. Бовтеев С. В. Методы и формы организации строительного производства: учеб. пособие / С. В. Бовтеев; СПбГАСУ. СПб., 2020. 190 с.
3. Lipke W. Earned Schedule Contribution to Project Management // PM World Journal. 2012. Vol. I. Issue II. Pp. 1–19.
4. K. Henderson. Earned Schedule: A Breakthrough Extension to Earned Value Mangement [электронный ресурс] URL: https://www.academia.edu/6736612/Earned_Schedule_A_Breakthrough_Extension_to_Earned_Value_Management (дата обращения: 13.01.2021) – Режим доступа: свободный.
5. Lipke W. Introduction to Earned Schedule // PM World Journal. 2014. Vol. III, Issue XI. Pp. 1–11.
6. Project Management Body of Knowledge (2012). 5th ed. Project Management Institute. Newtown Square, Pennsylvania.
7. Котельников И. К. Проекты, подходящие для применения метода освоенного объема. / Котельников И. К. // INTERNATIONAL SCIENTIFIC REVIEW – 2016. – 11. – С. 62 – 64.
8. Бовтеев, С. В. и др. Управление инвестиционными строительными проектами на основе Primavera: учеб. пособие / С. В. Бовтеев, А. В. Цветков. – СПб.: СПбГАСУ; М.: ЗАО «ПМСОФТ», 2008. – 456 с.

УДК 69.059.4

Екатерина Михайловна Грачева, студент
(Санкт-Петербургский государственный
архитектурно-строительный университет)
E-mail: catherinerookme@gmail.com

Ekaterina Mikhailovna Gracheva, student
(Saint Petersburg State University
of Architecture and Civil Engineering)
E-mail: catherinerookme@gmail.com

ОПТИМИЗАЦИЯ МЕТОДИКИ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ФИЗИЧЕСКОГО ИЗНОСА ОБЪЕКТОВ

OPTIMIZATION OF THE METHOD FOR DETERMINING THE PHYSICAL WEAR OF OBJECTS

В данной статье рассмотрены различные методы определения физического износа гражданских зданий. Выявлены преимущества и недостатки каждого из этих методов. Описаны их особенности и методика, последовательность расчета.

Предложен возможный вариант усовершенствования метода разбивки за счет комбинации нескольких методов, а именно экспертного метода для расчета износа недолговечных элементов и метода хронологического возраста для расчета износа несущих элементов каркаса.

В результате чего сохранена идея самого метода с устранением его главного недостатка, а именно занижения величины физического износа, так же снимаются ограничения на использование данного метода.

Ключевые слова: физический износ, метод разбивки, недолговечные элементы, ограничение использования, усовершенствование метода.

This article discusses various methods for determining the physical deterioration of civil buildings. The advantages and disadvantages of each of these methods are revealed. Their features and methodology, the sequence of calculation are described.

A possible option for improving the breakdown method by combining several methods is proposed, namely, an expert method for calculating the wear of short-lived elements and a chronological age method for calculating the wear of load-bearing frame elements.

As a result, the idea of the method itself has been preserved, with the elimination of its main drawback, namely, the underestimation of the amount of physical wear, and restrictions on the use of this method are also removed.

Keywords: physical wear, breakdown method, short-lived elements, limitation of use, improvement of the method.

Введение

Статистика показывает, что за последние годы возрастает количество аварий, связанное с эксплуатацией зданий и сооружений. К такой тенденции могут приводить нарушения технологических процессов и ненадлежащие условия эксплуатации. В связи с этим, не на последнем месте возникает задача уточнения определения текущего технического состояния объекта, которое в свою очередь играет важную роль для календарного планирования ремонтно-строительных работ.

Самым продолжительным по времени является именно этап эксплуатации объекта, он несет основную ответственность за безопасность объекта. От качества и правильности технической эксплуатации здания зависит своевременность и объем ремонтных работ, профессиональный анализ за состоянием конструкций и технических систем, и как следствие, долговечность здания и его безопасная эксплуатация, увеличение или уменьшение расходов на поддержание его технических характеристик.

На базе методики определения физического износа конструктивных элементов здания и обработки полученной информации, управляющая компания сможет получить исходные данные для составления прогнозируемого календарного плана по ремонтно-строительным работам. После проведения обследования техническими экспертами данные для календарного плана могут быть скорректированы, что приведет к минимизации финансовых вложений, а также положительно скажется на эксплуатационном качестве здания.

Таким образом, возникла необходимость в анализе существующих методик определения физического износа здания, выявления их сильных и слабых сторон, возможных вариантов их улучшения, корректировки и комбинирования.

Износ зависит от скорости и степени потери первоначальных прочностных и качественных характеристик материалов и конструкций, воздействующих нагрузок и конструктивных особенностей здания или сооружения.

Первым из трех главных видов износа является физический износ.

Физический износ – происходит из-за изменений свойств объекта, подразделяется на устранимый и неустраиваемый в зависимости от состояния здания или сооружения.

Второй главный вид износа – функциональный износ. Происходит в следствии развития новых технологий и является неотъемлемой частью прогресса. Так же, как и физический износ, может быть как устранимым, так и неустраиваемым.

Третий вид износа – это внешний износ, который обусловлен воздействием внешних факторов и является неустраиваемым.

Из данных видов износа, физический является ключевым и наиболее распространенным.

Под физическим износом конструктивного элемента и здания или сооружения понимается ухудшение технического состояния, а именно потеря эксплуатационных, механических и других качеств, в результате чего, происходит соответствующая утрата их стоимости.

Выделяют следующие факторы влияющие на износ здания или сооружения:

- понижение эффективности материалов в связи с эксплуатацией здания или сооружения;
- воздействие внешней среды на различные материалы, снижающие их конструктивные свойства, в последствии вызывающие разрушение конструкции;
- превышение предельно допустимой нагрузки в результате использования здания не по назначению;
- старение материалов, в результате снижение их конструктивных свойств;
- механические воздействия на конструктивные элементы, приводящие неравномерной усадке фундамента;
- грибки, микробы, разрушающие конструктивные элементы.

Как правило, со временем практически в каждом здании или сооружении проявляются данные факторы. В результате чего происходит ухудшение свойств конструкции, в особенности теплоизоляции, опасность проникновения влаги, а в результате образования грибков – снижение прочности.

Если не следить за данными факторами и не принимать меры по их устранению или снижению влияния, как в случае с атмосферной влагой или сильным ветром, это может

привести к аварийному состоянию конструкции, а в результате этого повысится риск внезапного разрушения. Вследствие чего возникнет острая необходимость в размещении людей затраты на разборку здания и возведение нового, что довольно затратный и трудоемкий процесс, который может оказать влияние не только на финансирование определенной отрасли, но также и на близстоящие здания или сооружения.

В результате комбинированного воздействия этих факторов происходит ухудшение прочностных характеристик и элементов оборудования, что приводит к постепенному ухудшению характеристик звуко- и теплоизоляции, показателей проницаемости воздуха и атмосферной влаги, обветшанию и разрушению, а как следствие – к невозможности дальнейшей эксплуатации.

При определении сроков эксплуатации гражданских зданий необходимо учитывать различные неблагоприятные воздействия, конструктивную сложность, периодичность произведенных ремонтных работ, качество используемых материалов, и другие факторы, обусловленные уникальностью здания. Для этого выделяют стадии физического износа зданий и сооружений – устранимая (ухудшение эксплуатационных и технико-экономических показателей) и неустраняемая (последующая эксплуатация невозможна).

Метод компенсации затрат

Суть данного метода в том, что процент физического износа равен затратам, требуемым для устранения ущерба.

Существенным отрицательным моментом этой методики является сложность реализации ее на практике ввиду следующих факторов:

- физический объем ремонтных работ должен быть определен с высокой степенью точности по каждому виду работ, что особенно трудно выполнить для фундамента и других сложных и больших конструктивных элементов;
- разнообразие расчетных баз и обоснование выбора этой базы, от которой напрямую зависит точность расчетов;
- сложность выполнения расчетов при больших объемах здания, наибольшую трудоемкость из которых представляет разработка дефектных ведомостей.

Метод хронологического возраста

Согласно данному методу износ гражданских зданий определяется как отношение фактического возраста объекта к нормативному сроку эксплуатации объекта формуле:

$$I_{\text{физ}} = (V_x / V_{\text{сн}}) \cdot 100 \%, (1)$$

где V_x – фактический возраст объекта оценки; $V_{\text{сн}}$ – нормативный срок эксплуатации.

Преимуществами метода хронологического возраста являются относительная простота выполнения расчета, так как для определения износа здания требуется выполнить одно арифметическое действие и на основе двух показателей, которые берутся из нормативных документов, благодаря чему не нуждаются в обосновании.

Недостатки метода являются:

- данный метод не учитывает факт возможного, ремонта, переустройства здания или же замены некоторых его элементов;

• данная формула подходит не для всех зданий, особенно дореволюционной постройки, где изначально закладывался большой запас по прочности, может возникнуть ситуация, при которой фактический возраст объекта и его нормативный срок будут равны или же отличаться несущественно.

В результате чего, на применение данного метода накладываются определенные ограничения. На начальных этапах эксплуатации данный метод дает довольно точный результат, однако, с увеличением срока эксплуатации, появляется необходимость в ремонте или же замене некоторых конструкций что примерно через 12–15 лет после начала эксплуатации приводит к снижению точности.

Метод эффективного возраста

Оценка физического износа здания этой методикой востребована среди специалистов благодаря тому, что всего одним арифметическим действием можно выполнить нужные расчеты, используя один из вариантов формулы:

$$I_{\text{физ}} = \frac{V_{\text{э}}}{V_{\text{сс}}} \times 100 \% = \frac{(V_{\text{сс}} - V_{\text{ост}})}{V_{\text{сс}}} \times 100 \% = \left(1 - \frac{V_{\text{ост}}}{V_{\text{сс}}}\right) \times 100 \%, \quad (2)$$

где $V_{\text{э}}$ – эффективный возраст объекта оценки, (на какой возраст выглядит объект); $V_{\text{ост}}$ – остающийся срок экономической жизни; $V_{\text{сс}}$ – нормативный срок эксплуатации (экономической жизни).

Достоинства метода:

- простота выполнения расчета;
- за счет того, что $V_{\text{сс}}$ – нормативный показатель, который не требует обоснования, что дает возможность вычислить остальные показатели методом пропорции;
- довольно трудность обосновать $V_{\text{ост}}$ в результате того что трудно предсказать, оставшийся срок эксплуатации здания или же знать точный срок сноса здания в результате чего данный метод практически не используется на практике.

Экспертный метод

Данный метод основывается на шкале оценок для определения физического износа, изложенная в Ведомственном нормативном документе ВСН 53-86р

Формула расчета данного метода имеет вид:

$$I_{\text{физ}} = \sum_1^i (I_i \times УВ_i) \times 100 \%, \quad (3)$$

где I_i – величина физического износа; $УВ_i$ – удельный вес.

Преимуществами метода являются:

- порядок определения износа описана в нормативной документации;
- расчетные данные и показатели уже содержатся в нормативной документации.

Недостатки метода:

- человеческий фактор, ведь величина погрешности сильно зависит от опыта оценщика;
- методика предусматривает точность расчетов с отклонением 5 %.

Стоит отметить, что довольно часто косметический ремонт скрывает значительную часть дефектов и видимых признаков износа, особенно это касается несущих элементов, что в итоге значительно сказывается на результатах оценки здания.

Востребованность этой методики при выборе расчета обусловлена тем, что достоинства более значимы, чем недостатки.

Метод разбивки

Этим методом предполагается для определения общего износа здания разбивка на структурированные группы, учитывающие стоимость и рентабельность устранения дефектов или насколько реально физически ликвидировать образовавшийся износ.

Возможны такие случаи как:

- неисправимый физический износ недолговечных элементов (неоднократно заменяемые в процессе эксплуатации здания);
- неисправимый износ долгоживущих элементов – отвечающие за каркас здания или значимой его части, подлежат восстановлению только при капитальном ремонте или реконструкции здания.

Преимуществом метода является его возможность обнаружить видимые и скрытые проблемы и дефекты, вследствие которых возникает физический износ, например, старение материалов, приводящее к разрушению элемента.

Недостатками же метода является:

- несовпадение расчетов – полученная при расчете величина износа превышает ту, которая указана в акте осмотра здания;
- сравнительно большой объем расчетов и, соответственно, затрат по времени, в отличие от других методов;
- неприменимость метода в ситуации, когда нет достоверной информации или документации о предыдущем ремонте недолговечных элементов – без этой информации обоснованно выполнить расчет невозможно.

Тем не менее, данный метод довольно часто используются на практике.

Анализ и усовершенствование метода разбивки

Главная проблема метода возникает в следствии расчета стоимости ремонта на каждый элемент как при составлении сметы, так и при расчете по укрупненным показателям. Существует так же вариант, описанный в ВСН 53-86р – расчет упрощается и становится обоснован при помощи данного нормативного документа.

Но во всех этих вариантах сохраняется проблема – в отремонтированном элементе здания устраняется физический износ и его состояние приравнивается к новому, вследствие этого повторный расчет неустранимого износа, предписанный методом, приводит к завышению физического износа и двойному учету одного и того же элемента.

Ниже изложена возможная последовательность расчета для устранения описанных недостатков метода:

Первый этап: расчет для недолговечных элементов здания выполняется экспертным методом, чтобы избежать двойного учета неисправимого износа, повторный расчет не производится.

Второй этап: расчет износа для несущих элементов каркаса здания при помощи метода хронологического возраста. В силу того, что визуальные дефекты в полной мере не показывают масштаб проблемы, оптимальным вариантом становится использование нормативных документов, отражающих неоднократно подтвержденный срок службы таких элементов и их безопасная эксплуатация.

Третий этап: суммирование первых двух этапов по стоимости.

Вывод

В результате применения этих этапов можно сделать следующие выводы:

1. Сохранена идея метода разбивки, взятого за основу.
2. В следствии устранения повторного расчета по недолговечным элементам здания, отсутствует двойной учет неустраняемого износа.
3. Устраняется главный недостаток метода – занижение величины износа, возникающее при использовании данных, изложенных в ВСН 53-86р.
4. Устранение ограничения на использование метода разбивки – достаточно данных, которые доступны из нормативных документов, экспертного осмотра и даты постройки или реконструкции здания, а необходимость в данных о сроках проведения ремонтных работ по часто заменяемым элементам отпадает.

Литература

1. Брайла Н. В. Диссертация на соискание ученой степени «Календарное планирование ремонтно-строительных работ на основе совершенствования методики определения физического износа объектов». СПб.: СПбГАСУ, 2012.
2. Жолобова Е. А. Оптимизация организационно-технологических решений по ремонту жилых зданий на стадии предпроектной подготовки. Т.: Вестник Томского государственного архитектурно-строительного университета, 2007.
3. Жолобова Е. А. Подготовка оптимальных организационно-технологических решений по ремонту жилых многоквартирных зданий. СПб.: СПбГАСУ, Вестник гражданских инженеров, 2009.
4. Нормативный документ «Методика определения физического износа гражданских зданий», утвержденная приказом по Министерству коммунального хозяйства РСФСР 27 октября 1970 г. № 404.
5. Положение об организации, проведения реконструкции, ремонта и технического обслуживания жилых домов, объектов коммунального хозяйства и социально-культурного назначения» ВСН 58-88(р), утвержденное Приказом Госкомархитектуры Госстроя СССР от 23 ноября 1988 года № 312.
6. Бадьин Г. М., Сычёв С. А., Макаридзе Г. Д. Технологии строительства и реконструкции энергоэффективных зданий. СПб.: БХВ-Петербург, 2017.
7. Попова О. Н. Диссертация на соискание ученой степени «Метод календарного планирования ремонта жилых зданий на основе их структурного анализа». СПб.: СПбГАСУ, 2014.
8. Семенов А. С. Определение величины неустраняемого физического износа зданий жилищного фонда после выполнения комплексного капитального ремонта. В.: Приволжский научный журнал, 2015.
9. Хайруллин В. А., Шакирова Э. В., Быль Е. А. Оценка эффекта от проведения капитального ремонта жилых зданий. И.: Вестник Иркутского государственного технического университета, 2015.

УДК 721.021.24

Вьет Лонг Данг, студент

Чаяна Алексеевна Бады-оол, студент

(Санкт-Петербургский государственный
архитектурно-строительный университет)

E-mail: long51758@gmail.com,

cbady-ool@mail.ru

Dang Viet Long, student

Chayana Alekseevna Bady-ool, student

(Saint Petersburg State University
of Architecture and Civil Engineering)

E-mail: long51758@gmail.com,

cbady-ool@mail.ru

**ОСОБЕННОСТИ ТЕХНОЛОГИИ BIM 4D
ПРИ РАЗРАБОТКЕ ПРОЕКТНОЙ ДОКУМЕНТАЦИИ**

**FEATURES OF BIM 4D TECHNOLOGY
WHEN DEVELOPING DESIGN DOCUMENTATION**

В данной работе был произведен анализ особенности технологии BIM 4D при разработке проектной документации, на примере, строительства многоквартирного жилого дома. В результате исследования выяснилось, что использование BIM 4D позволяет наглядно отображать весь процесс строительства. Виртуальное создание 4D графика организации строительства значительно сокращает время принятия организационно-технологических решений. Также в исследовании рассмотрены способы применения инструментов 4D моделирования в процессе организации строительства многоквартирных жилых домов.

Ключевые слова: календарный график, организационно-технологическая документация, организация строительства, BIM 4D, информационная модель.

In this work, an analysis was made of the features of BIM 4D technology in the development of project documentation, for example, the construction of an apartment building. As a result of the study, it turned out that the use of BIM 4D allows you to visually display the entire construction process. The virtual creation of a 4D construction schedule significantly reduces the time for making organizational and technological decisions. The study also examines how to use 4D modeling tools in the process of organizing the construction of apartment buildings.

Keywords: timetable, organizational and technological documentation, organization of construction, BIM 4D, information model

Введение

Строительство представляет собой сложную организационную и производственную отрасль, с большим количеством участников. Для успешной реализации строительного проекта нужна четкая координация работы всех участников инвестиционно-строительного проекта. Руководителям проекта необходимо во время передавать и взаимоувязывать информацию и координировать работу между участниками проекта. На сегодняшний день в строительстве увеличивается количество крупных проектов с высокой степенью сложности, требующие четкой и комплексной обработки в процессе разработки проектной документации строительства объектов и сооружений. Достичь своевременного выполнения поставленных сроков, можно за счёт применения современных информационных систем. Они представляют собой информационную модель, которая содержит текстовые и графические сведения об объекте проектирования, так же о сроках выполнения работ, стоимости возведения, и ряда других характеристик, составляющих в совокупности базу данных, который позволяет получить информацию по разработ-

ке проектной документации. В рамках данного исследования, рассмотрена особенность модели BIM 4D.

Анализ последних исследований и публикаций

Как известно, организация строительства – это сложная область, где в условиях ограниченных сроков и ресурсов, необходимо реализовать качественную строительную продукцию, которую в дальнейшем будет приносить прибыль и соответствовать установленным законом требованиям. Внутри строительного процесса происходит обмен огромным количеством информации между участками инвестиционно-строительного проекта. Для эффективного решения многих проблем и сложностей в отрасли строительства разработаны информационные модели BIM 4D, позволяющие иметь обзор всего проекта: плана, компоновки, а также предвидеть возможные конфликты, которые необходимо разрешить.

При реализации инвестиционно-строительного проекта важно выбрать оптимальные решения, связанные с сокращением производства работ и минимизацией производственных издержек. Современные программные комплексы «Технология BIM» значительно упрощает работу участников строительства, благодаря возможности воспроизвести жизненный цикл строительства в виде модели, в которой можно анализировать все этапы производства работ с возможным экспортированием. Основным критерием качественной разработки проекта является грамотно составленный график производства работ, поэтому проблема точного расчета сроков, прогнозирования строительства и анализа хода строительства в реальном времени становится актуальной [1].

Информационная модель имеет множество превосходств перед традиционными формами проектирования. Важно отметить, что она позволяет собирать, соединять между собой нужную информацию в виртуальном режиме и согласовать создаваемые различными специалистами и организациями элементы и системы будущего сооружения. Также, заранее обследуется функциональная пригодность, эксплуатационные качества для исключения ошибок [2].

BIM (Building Information Modeling – информационное моделирование строения) – это подход к возведению здания и управления его данными, на протяжении его жизненного цикла. Информационная модель здания содержит информацию о его геометрии, пространственных отношениях, географическом местоположении, свойствах материалов и т. д. Содержащаяся в ней информация может изменяться, дополняться, заменяться, отражая текущее состояние здания. Такой подход в проектировании, когда объект рассматривается не исключительно в пространстве, но и во времени, то есть «3D плюс время» называются 4D [3].

Программы для выполнения модели BIM 4D

Организация, планирование и управление представляет собой непростую задачу, требующую рационального подхода. Модель BIM 4D позволяет автоматизировать систему организации и управления инвестиционно-строительного проекта в рамках любого периода, и также дает контролировать выполнение работ. Наиболее широко используемыми программными обеспечениями являются Revit, Autodesk Navisworks, Microsoft Project. Далее рассмотрим вышеперечисленные программы подробно.

Autodesk Revit – это программный комплекс автоматизированного проектирования, основанный на принципе информационного моделирования зданий. Обеспечивает возможности трехмерного моделирования элементов здания и плоского черчения элементов оформления, создания пользовательских объектов, организации совместной работы над проектом, начиная от концепции и заканчивая выпуском рабочих чертежей и спецификаций.

Autodesk Navisworks – программа, которая позволяет создавать 4D модели путем связывания 3D и часового плана. Она поддерживает автоматическое и ручное планирование с импортированными данными часового плана и трёхмерной модели.

Модель здания может быть импортирована из любой программы 3D-дизайна благодаря формату IFS, это такие программы как: Primavera, MS project Microsoft Excel.

Navisworks позволяет управлять проектом, рассматривать запланированные и фактические даты выполнения. Программа не имеет инструментов для анализа сетевых процессов. Данный продукт позволяет организовать иерархически структурированный список процессов строительства и назначить дату начала и окончания каждого технологического процесса. Показывает линейное расписание процессов, которые могут быть связаны с затратами. Однако отсутствуют инструменты для анализа трудовых и материальных ресурсов [4].

Недостатки программы: трудное использование, зависимость от информации модели 3D.

Microsoft Project – это программа управления проектами, которая позволяет менеджеру разработать план, распределить ресурсы по задачам, отслеживать прогресс и анализировать объем работ.

Возможности программы:

- создавать задачи, распределять ресурсы, указывать сроки выполнения и получать модель, которая будет максимально приближена к реальности;
- менять указанный период выполнения задач в случае необходимости и т. д.;
- присваивать иерархические коды структур для ресурсов и задач;
- рассчитывать критический путь;
- создавать сетевую диаграмму проекта, то есть указывать связи задач и приоритетов с выравниванием ресурсов по мере реализации проекта;
- представлять с помощью графических индикаторов проблемные задачи.

Недостатки программы: установка полного программного пакета Microsoft требует больших усилий [6].

Oracle Primavera P6 можно назвать [5]:

● возможность применения Oracle Primavera P6 в качестве инструмента по управлению портфелями проектов и в качестве системы поддержки принятия решений. Расширенные интеграционные способности позволяют оптимально сочетать Oracle Primavera с прочими системами, в том числе с системами календарно-сетевое планирования и создания аналитической отчетности;

● одно из наиболее обдуманных решений на рынке управления проектами применительно к отрасли строительства;

- синхронизация программного обеспечения с другими продуктами Oracle Primavera, а также с другими информационными системами при выборе в качестве базы данных MS SQL.

Но также имеются ограничения:

- сравнительно большая стоимость лицензий для программного обеспечения и технической поддержки;

- методика решения Primavera P6 Enterprise Project Portfolio Management (EPPM) на базе системы календарно-сетевое планирования Oracle Primavera P6, предусматривает избыточные, по сравнению с теми, что требуются большинству компаний на реальном опыте, требования к формализации процессов;

- применение решения требует не малого уровня культуры управления проектами в организации, основательно выше того уровня, с которым сталкиваемся на сегодняшний день.

Продолжительность формирования модели BIM

Сутью моделирования является создание баз данных проекта, которые координируются с применением календарно сетевых графиков.

Продолжительность создания модели BIM 4D [7]:

Шаг 1: Формирование 3D модели проекта.

Шаг 2: Формирование плановой модели проекта.

Шаг 3: Формирование фактической модели проекта.

Шаг 4: Формирование комплексной модели проекта.

Шаг 5: Систематизация и анализ данных.

Создание 3D модели объекта проектирования. На начальном этапе создается 3D модель объекта проектирования, все элементы синхронизированы с разделами и объектами по проекту [8].

Создание плановой модели проекта. Выполняется импортированием в программную среду модели календарного графика из программы планирования [8].

Создание фактической модели проекта. Создается на базе постоянной фиксации и занесении в модель произведенных объемов СМР за определенный период [8].

Создание комплексной модели проекта. В результате можно интегрировать первоначальную 3D модель проекта с плановой и фактической, получив в итоге, сложную модель, в которой по каждому проектному компоненту находится следующая дополнительная информация: данные об используемых материалах элементов модели и физические показатели; срок выполнения работ по устройству проектных элементов модели; данные о фактически выполненных объемах работ [8].

Систематизация и анализ полученных данных. Создав комплексную модель проекта на конкретную дату, возникает возможность постепенно систематизировать полученные данные и выполнить их анализ [8].

Внедрение BIM-моделирования может применяться с самого начала проекта и может выполняться всеми участниками проекта в зависимости от конкретного случая.

Управление проекта с помощью программы BIM 4D

Модель BIM может применяться на всех стадиях разработки проекта, в том числе при разработке проекта организации строительства. В ходе выполнения строительно-

го проекта вся информация об объекте собирается в центр информации, которым распоряжаются менеджеры.

Моделью BIM может управлять: инвесторы, заказчик, технический заказчик, проектировщик. Это означает, что менеджером модели BIM может быть один из участников выполнения строительного проекта, также он имеет право управлять проектом в соответствии с законами РФ. Участники проекта могут обмениваться информацией друг с другом, разрешать спорные вопросы, связанные с архитектурно-планировочным решением, обеспечением необходимыми ресурсами и т. д. По всем разделам и содержанию проектной документации. Обновление до централизованных и согласованных данных. Центр информации создается инструментом называется «Collaborate».

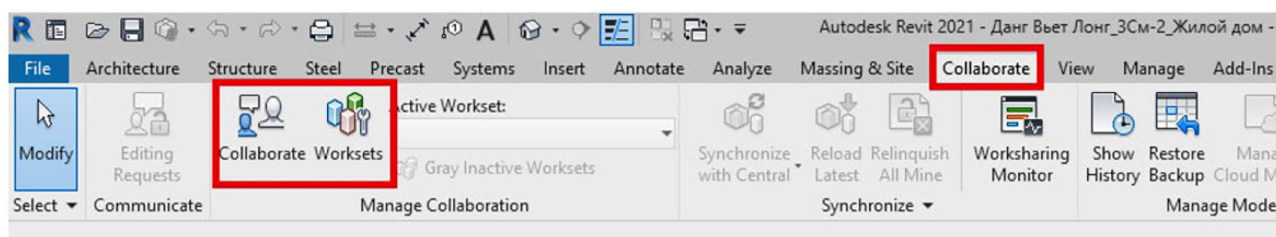


Рис. 1. Инструмент «Collaborate»

После окончания разработки проекта между разными участниками, такими как архитектор, конструктор, разработчики инженерно-технического обеспечения, проектировщиками организационного и экономического разделов и др. производится объединение всех данных в одну базу.



Рис. 2. Разработка модели 3D в Autodesk Revit

Когда возникает новый вопрос, центральный менеджер данных обеспечивает право изменения лицам, имеющим соответствующие полномочия по каждому разделу. После устранения проблем, модель обновляется еще раз центром информации и все участки проекта будут получать измененные данные для продолжения работы.

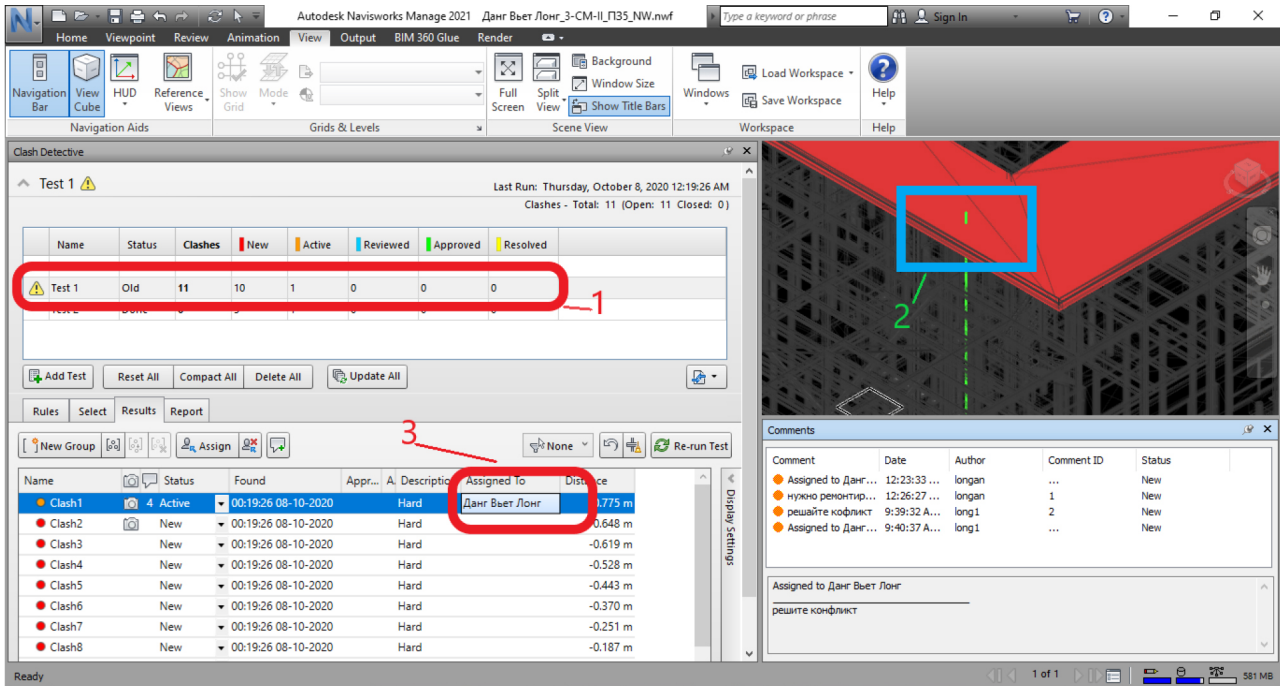


Рис. 3. Решение конфликта в Naviswork 1 – про; 2 – рооо; 3 – роо

Кроме того, возможно создать календарные графики с помощью таких программ, как: **MS Project**, **Oracle Primavera P6**, **Navisworks**. Разработчики получают комплексный расчет календарного графика, заранее установив количество трудовых ресурсов. Также программы позволяют решать задачи связанные со своевременной поставкой материалов в процессе выполнения строительного проекта, чтобы предотвратить срыв сроков.

Рассмотрим способ управления проектами по технологии BIM 4D. Объектом исследования является здание по адресу: г. Нижний Новгород на ул. Республиканская, 43 в Советском районе.

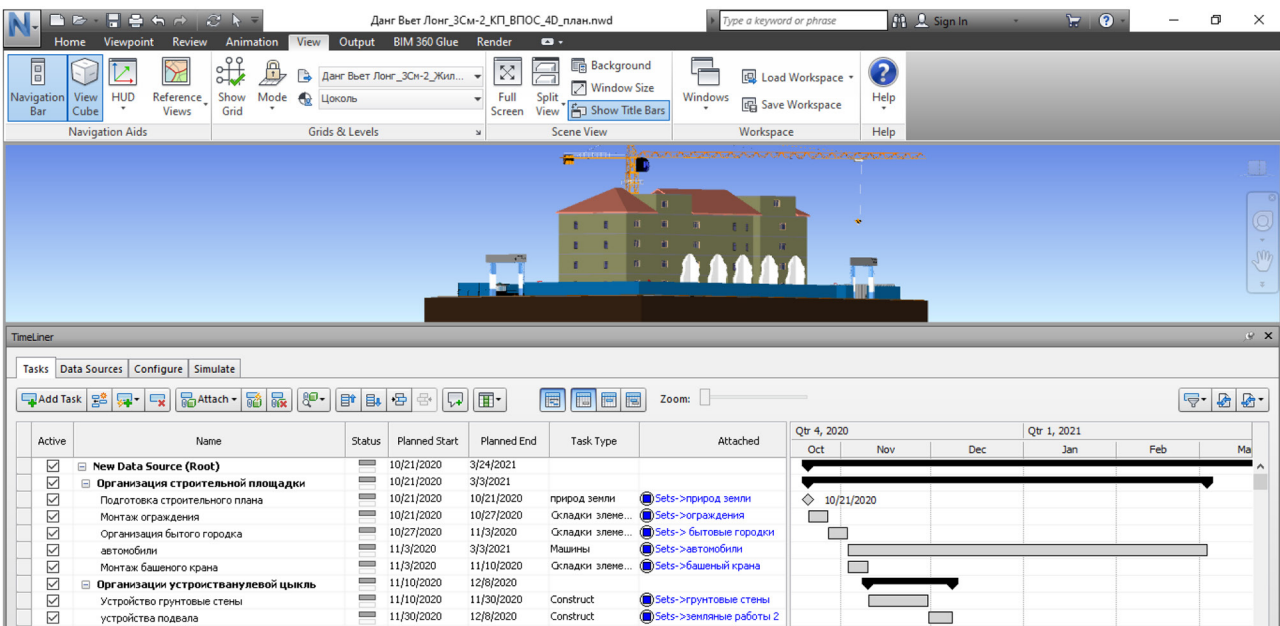


Рис. 4. Календарные графики импортированы в Naviswork

После разработки календарного графика элементы модели объекта строительства, связывают с календарным графиком, чтобы система распознавала, что конкретная задача в календаре соответствует какому-либо элементу объекта строительства.

Как мы знаем, в процессе выполнения строительного проекта обычно появляются различные временные начала и окончания. Тогда возникает вопрос можно ли отображать их на календарном плане или модели 4D?

Календарный план может быть сформирован по фактическим срокам, и он будет отображать модель 4D по плановому или фактическому сроку. В модели 4D будут показаны различные точки возведения зданий, и получены возможные сроки окончания на одинаковый промежуток времени между календарным планом или фактическим сроком.

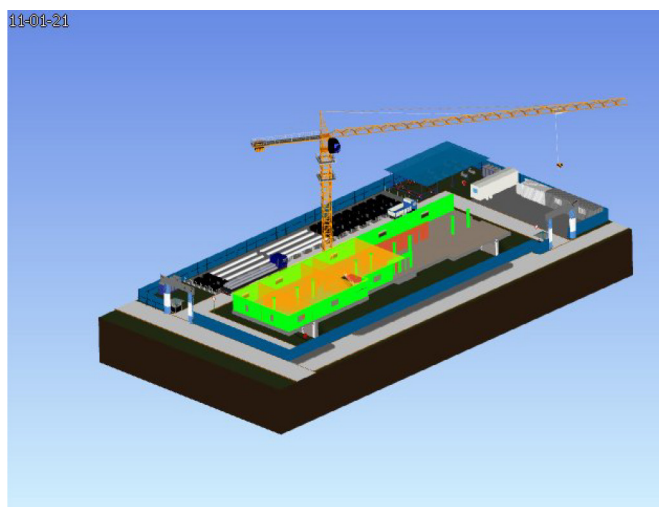


Рис. 5. Модель 4D по Календарный план

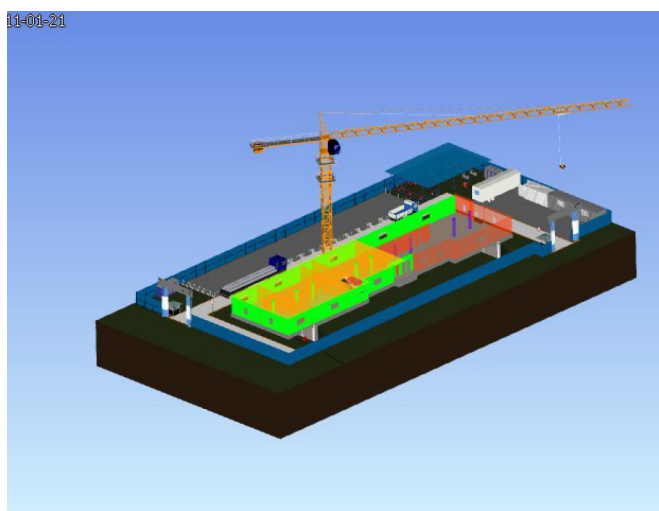


Рис. 6. Модель 4D по фактическим сроку плана

По техническим индикаторам, полученным из графика планирования, и по визуальным изменениям хода разработки модели, можно увидеть и управлять корректировкой в соответствии с фактическими требованиями. Что позволяет организовать строитель-

ство строго по технологической последовательности выполнения работ. Также произвести оценку качества и сроки выполнения работ.

Применение BIM технологии в России

Идея информационного моделирования возникла в 1975 году, под названием Building Description System – Система описания здания, в результате эволюционного развития теории архитектурных систем автоматизированного проектирования. Но как единая система BIM начало использоваться в 2002 году, благодаря широкому внедрению базовых процессов BIM в программное обеспечение ведущих производителей архитектурных систем.

Разработки BIM стандартов ведутся как в России, так и в других странах. Государственная программа по внедрению в отрасли строительства РФ технологий информационного началась в 2014 году. За прошедшие годы знания и информация об этих технологиях получили широкое распространение, расширилось их практическое применение в строительном проектировании.

Анализ применений технологий информационного моделирования будет рассмотрено в качестве экспертной оценки. Для анализа были использованы результаты исследования, организованного компанией «Конкуратор» и реализованного в сотрудничестве с национальным исследовательским Московским государственным строительным университетом (НИУ МГСУ) в 2019 г.

Впервые такое исследование было проведено в 2017 году, а в 2019 году появляется возможность отследить динамику показателей, выявить причины их изменений, анализировать позитивные и негативные факторы внешней среды и их влияние на применение BIM в России.

Цель данного исследования – определить уровень применения BIM технологий российскими компаниями, иными словами доли предприятий инвестиционно-строительной сферы, которые используют технологии и инструменты информационного моделирования не зависимо от глубины и опыта использования.

Результаты телефонного опроса 2019 года, в котором приняла участие 541, компания показали, что по отношению к 2017 году уровень использования BIM технологий остался неизменным. и составляет 22 %, что возможно объясняется снижением инвестиций в основной капитал в строительстве за последние 5 – 6 лет. Из опрошенных, 2 % респондентов заявили о том, что в данный момент находятся на фазе внедрения. Среди предприятий, не применяющих BIM, 8 % респондентов рассматривают возможность внедрения в качестве направления развития на ближайшую перспективу.

Также было проведено онлайн-анкетирование, целью которого стало изучение мнения целевой аудитории относительно основных преимуществ BIM и основных препятствий к его внедрению в России в настоящее время. В анкетировании приняли участие 174 представителя организаций инвестиционно-строительной сферы. География респондентов достаточно широка и охватывает города по всей России.

На вопрос о причинах, подтолкнувших организацию к внедрению BIM технологий, 71 % респондентов отметили повышение качества работ, 69 % – повышение эффективности производства, 54 % отметили, что причиной внедрения стал поиск путей повышения конкурентоспособности, 23 % внедрили BIM по требованию заказчика

Но, несмотря на положительные отзывы, возникли препятствия на пути к внедрению технологии информационного моделирования. Основными из них стали дефицит квалифицированных кадров и высокая стоимость. Стоит отметить, что финансовые вопросы стали приобретать в 2019 году большую значимость по сравнению с результатами 2017 года.

На рис. 7, 8 результаты исследования представлены наглядно в виде диаграмм.

Причины, подтолкнувшие организацию к внедрению BIM технологию

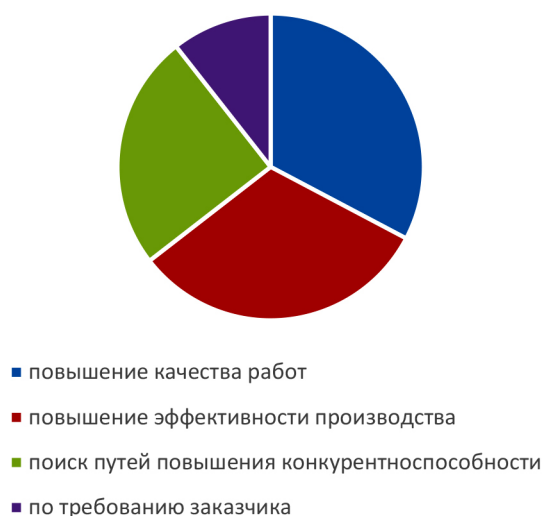


Рис. 7. Причины подтолкнувшие организации к внедрению BIM технологию

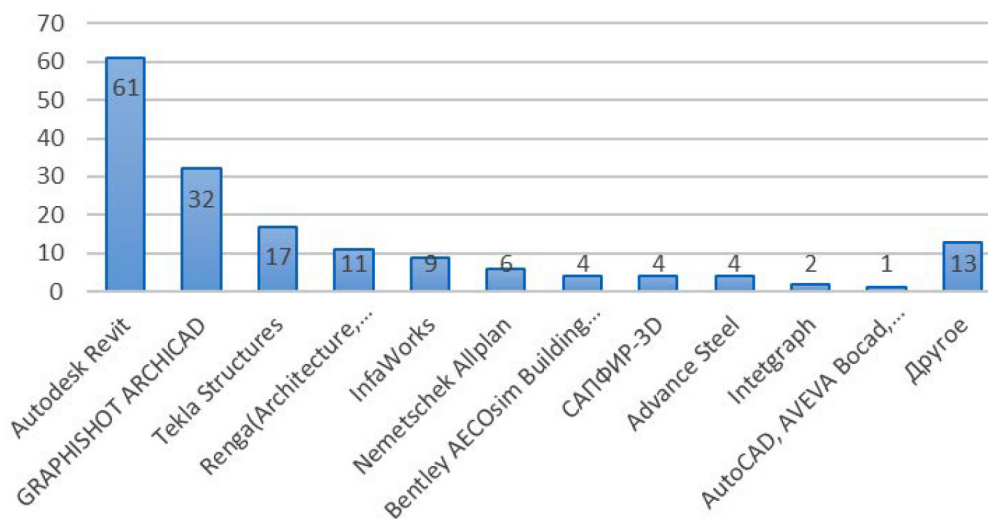


Рис. 8. Используемое респондентами программное обеспечение для разработки BIM-моделей

Процесс применения BIM технологии во Вьетнаме

Во Вьетнаме начали применять документации указания использования модели BIM по предложению 36-NQ/TW от 01/07/2014 правительства Вьетнама по ускорению

применения модели BIM на строительстве и управлении эксплуатации объектов строительных проектов.

Виды инвестиционно-строительных проектов разрабатываемые на платформе BIM во Вьетнаме:

- многоэтажные дома, финансируемые зарубежными инвесторами;
- объекты, принадлежащие частным предпринимательским организациям;
- многоэтажные дома со сложной конструктивной и надземной частью.

Анализ применений технологий информационного моделирования будет рассмотрено в качестве экспертной оценки. Для анализа были использованы результаты исследования, организованного министерством по строительству Вьетнама в 2018 г. (по последним данным). Данное исследование опроса, состоят из 104 ордеров 64 компании строительства, которые начинают применять модели BIM. Результаты анализа приведены ниже на рис. 9, 10, 11.

Эти результаты позволят оценить ситуацию применения «BIM» технологий в строительстве и для дальнейшего создания системы цифровых моделей BIM в будущем.

Диаграмма отражающая число специалистов, которые знакомы с BIM моделированием во Вьетнаме

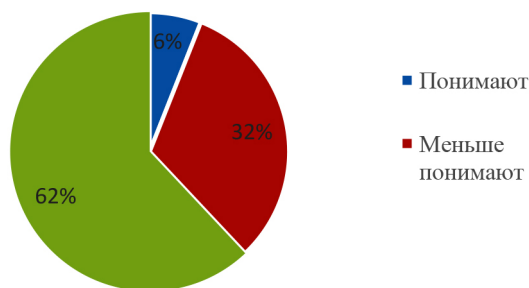


Рис. 9. Диаграмма отображающая число специалистов, освоивших технологию BIM

Диаграмма отображающая число заинтересованных лиц в технологии BIM

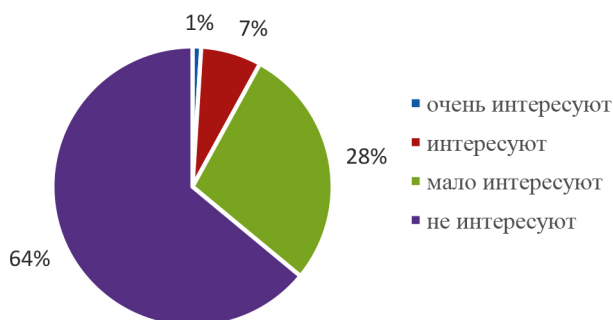


Рис. 10. Диаграмма отображающая число заинтересованных лиц в модели BIM

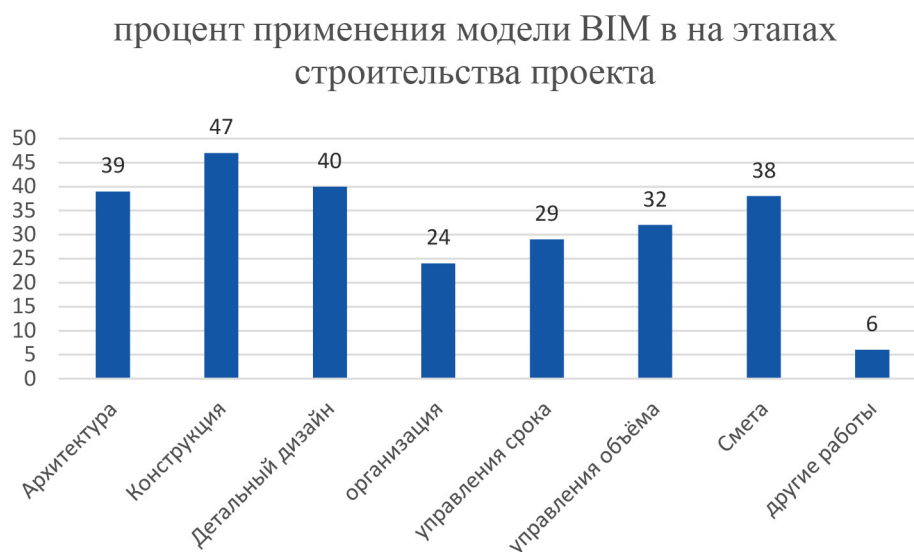


Рис. 11. Процент применения модели BIM на различных этапах строительства проекта

В связи с тем, что информационное моделирование строения – BIM имеет сложную систему, ее могут себе позволить те компании, у которых есть большой капитал. Процентов применения зависит от сложности объекта проектирования, но чаще применяют 30 %.

При строительстве уникальных заданий могут применять модель BIM на 60 %. Пример проекта Landmark 81 проекта Vinhomes Central Park запроектирован технологией BIM на 80 %, на этапе организации и управления, высота составляет 81 этажей и 461,2 м.



Рис. 12. Проект Vinhomes Central Park в Вьетнаме

Вывод

Таким образом, исходя из приведенного выше анализа, можно сделать несколько выводов:

1. Результаты моделирования могут представлять построение объекта в пространстве и времени и, при необходимости, оптимизировать рабочий процесс. Технология информационного моделирования планирования строительства позволяет формировать налаженный график строительно-монтажных работ на объекте, а также дает возможность комплексного оперативного контроля за его выполнением.

2. Использование автоматизированных систем обеспечивает высокую точность, исключение ошибок и гибкость в контроле качества, а технология информационного моделирования BIM позволяет осуществлять крупномасштабное проектирование. Однако, существует недостаток при внедрении модели BIM в виде высокой стоимости, времени для освоения специалистами и множественность среды модели BIM приведет к трудности создания нормы управления модели BIM.

Литература

1. Сафонов Н. А. Рациональные методы управления возведением зданий и сооружений с использованием BIM-технологий / Повышение управленческого, экономического, социального и инновационно-технического потенциала предприятий, отраслей и народнохозяйственных комплексов / сборник статей X Международной научно-практической конференции. 2019. С. 245–249.

2. Талапов В. BIM технологии в проектировании: что под этим обычно понимают // Строительный портал «МАИСТРО» [электронный ресурс] Режим доступа. URL: <https://maistro.ru/articles/stroitelnye-konstrukcii.-proektirovanie-i-raschet/bim-tehnologii-v-proektirovanii-cto-podetim-obychno-ponimayut> (дата обращения 28.03.2019).

3. Кузнецова К. К. «Исследование возможностей применения 4D BIM технологий для управления Архитектурным проектом». 2016, С. 2 // Сборник научных статей 4-й Международной молодежной научной конференции 2016. С. 183–185.

4. Нечипоручк Я., Башкова Р. «Краткий обзор 4D моделирования в строительстве» Архитектура. Строительство. Образование. 2020. № 1 (15). С. 38.

5. Бовтеев С. В, Матвеева А. Д., Лёвочкина Е. В. Перспективы применения информационных систем для управления сроками строительных проектов / Архитектурно-строительный и дорожно-транспортный комплексы: проблемы, перспективы, инновации / Сборник материалов III Международной научно-практической конференции. 2019. С. 407–412.

6. Моркушов Е. И. Внедрение 4D моделирования в практическую деятельность Российских строительных организаций / Серия «Строительство» / Сборник статей магистрантов и аспирантов. В 1-х томах. Санкт-Петербург, 2020. С. 287–292

7. Мамаев А. Е. Методика мониторинга календарного графика строительства на основе BIM технологии / Фундаментальные исследования. 2017. № 8–2. С. 270–275.

8. Султанова А. Д. / Контроль календарного графика на базе BIM технологии Modern Science. 2019. № 11–4. С. 261–263.

9. Султанова А. Д./ Отчет по исследованию / Уровень применения BIM в России 2019 / Конкуратор. 2019.

УДК 69

Олеся Сергеевна Зайцева, студент
(Санкт-Петербургский государственный
архитектурно-строительный университет)
E-mail: o.s.zaytseva@gmail.com

Olesya Sergeevna Zaitseva, student
(Saint Petersburg State University
of Architecture and Civil Engineering)
E-mail: o.s.zaytseva@gmail.com

**УЧАСТНИКИ ИНВЕСТИЦИОННО-СТРОИТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА
И СХЕМЫ ИХ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ**

**CONSTRUCTION PARTICIPANTS
AND THEIR INTERACTION SCHEMES**

В настоящее время строительство занимает одно из ключевых мест в экономике страны и объединяет большое количество материальных, технических, людских и финансовых ресурсов. Совместная работа участников строительного процесса, при которой каждый из участников эффективно выполняет свои функции и возложенные на него обязанности, ведет к успешному достижению общей цели – строительству объекта с получением максимальных результатов при минимальных производственных издержках. Отсутствие четкой и эффективной системы взаимодействия участников инвестиционно-строительного процесса приводит к некачественному выполнению участниками строительства своих функций, вследствие чего не соблюдаются сроки строительства, снижается качество строительно-монтажных работ, увеличивается стоимость строительства. Чтобы избежать подобных трудностей, необходима продуманная рациональная и эффективная структура строительной отрасли. В данной работе произведен анализ участников инвестиционно-строительного процесса и рассмотрены основные схемы их взаимодействия.

Ключевые слова: инвестиционно-строительный процесс, участники строительства, взаимодействие участников строительства, формы коммуникации, эффективность строительства.

Currently, construction occupies one of the key places in the country's economy and combines a large number of material, technical, human and financial resources. As a result, the well-coordinated work of all participants in the construction market: investors, customers, design companies, construction organizations, suppliers of equipment and materials is the key to achieving a common goal – the construction of an object with the specified parameters in the specified time. The uncoordinated actions of the participants in the investment and construction process entail an increase in the construction time, a deterioration in the quality of construction and installation work, an increase in the cost of construction and non-compliance with the terms of commissioning of the object. To avoid such difficulties, a well thought out, rational and efficient structure of the construction industry is necessary. The article presents the participants of the investment and construction process and considers the main schemes of their interaction.

Keywords: investment and construction process, construction participants, interaction of construction participants, forms of communication, construction efficiency.

Качественное, безопасное строительство является залогом прогресса строительной отрасли. Строительная продукция будет конкурентоспособной на рынке недвижимости при следующих условиях:

- учитываются существующие рыночные требования;
- применяются современные методы строительства;
- используются высококачественные материалы;
- снижаются трудозатраты и материалоемкости на единицу продукции;
- сокращаются сроков строительства.

Достижение всех вышеперечисленных факторов возможно только при максимальном повышении эффективности взаимодействия всех участников строительства.

Взаимодействие участников строительства – целенаправленная деятельность всех участников инвестиционно-строительного процесса по созданию объекта, обеспечивающая развёртывание строительства, возведение зданий и сооружений запланированными темпами и ввод в эксплуатацию производственных объектов и оборудования в установленные сроки с высокими технико-экономическими показателями и требуемым качеством строительства.

Основными участниками строительного производства являются: застройщик, инвестор, заказчик, подрядчик, инженерная и проектная организации.

Инвестор – физическое или юридическое лицо осуществляющее финансирование строительства. Он может реализовать инвестиционный проект собственными силами либо привлечь для его реализации заказчика, застройщика.

Заказчик в строительной деятельности – инвестор или уполномоченное им лицо, привлекающее подрядчика в строительной деятельности для реализации инвестиционного проекта и (или) выполнения других работ в рамках строительной деятельности на основании заключенного договора.

Застройщик – физическое или юридическое лицо, владеющее земельным участком и производящее на нем строительство, реконструкцию, капитальный ремонт, снос объектов капитального строительства. Согласно законодательству о градостроительной деятельности, застройщик имеет право передать свои функции техническому заказчику [1].

При реализации инвестиционного проекта застройщик нацелен на развитие объекта недвижимости. Он может не обладать инвестиционными ресурсами для строительства, привлекая их извне.

Инженер (инженерная организация) – физическое или юридическое лицо, привлекаемое заказчиком по договорам инжинирингового обслуживания для выполнения части функций заказчика по реализации инвестиционного проекта, включая проведение проверок и технического надзора за строительством, а также для оказания услуг инженерного обеспечения инвестиционного проекта.

Подрядчик в строительной деятельности – физическое или юридическое лицо, имеющее право осуществлять строительную деятельность и (или) заключившее договор с заказчиком, застройщиком. Генеральный подрядчик заключает договор с заказчиком. При заключении договоров генеральный подрядчик руководит строительством, несет ответственность перед заказчиком за своевременную и качественную реализацию проекта и ввод в эксплуатацию объекта. Для выполнения отдельных видов работ генеральный подрядчик может заключить договор с субподрядчиками (по строительству, монтажу, сантехнике, электромонтажу, монтажу оборудования, строительству дорог, инженерных сетей и т. д.).

Проектировщик (проектная организация) – лицо, имеющее лицензию на выполнение соответствующих видов проектных работ, на основании заключенного договора с заказчиком.

Основные функции участников строительства представлены в табл. 1.

Основные функции участников инвестиционно-строительного процесса

Участник инвестиционно-строительного процесса	Функции
Инвестор	Финансирование строительства с целью получения прибыли
Заказчик, застройщик	Планирование и финансирование строительства, выбор проектировщика и генподрядчика, выдача задания на проектирование и подготовка строительной площадки для генподрядчика, материально-техническое обеспечение, надзор за строительством, приемка готовых объектов и их эксплуатация
Инженерная организация	Подготовка к реализации инвестиционного проекта, технадзор за производством работ, организация и контроль за производством работ, приемка объекта в эксплуатацию
Подрядчик	Строительство объекта собственными силами или заключение договоров субподряда
Проектная организация	Проектирование объекта, авторский надзор за производством работ

В современной строительной практике в зависимости от характера объекта, специфики требований заказчика и финансовых возможностей инвестора используются различные схемы взаимодействия участников инвестиционного процесса.

Специфика форм взаимодействия участников инвестиционно-строительного процесса заключается в том, что на практике отсутствуют четкие границы и четкое разделение ответственности между этими участниками.

Таким образом, традиционная организация строительства объекта включает в себя организационную изоляцию участников инвестиционного процесса. При этом основными активными участниками являются заказчик и генеральный подрядчик, так как именно они организуют и управляют строительным процессом в целом.

На практике при усложнении и интеграции функций субъектов инвестиционно-строительного процесса, наблюдается совмещение функций инвестора-застройщика, заказчика-генподрядчика, инвестора-генподрядчика.

В каждом инвестиционном проекте застройщик тесно связан с инвестором и их влияние на реализацию строительства может варьироваться от начальной до конечной стадии, по причине множества факторов.

В центре коммуникации между всеми участниками стоит застройщик, который осуществляет координацию действий и является связующим звеном во всей системе [2].

Заказчик, являясь одним из основных участников инвестиционно-строительного процесса, представляет интересы инвестора и собственника объекта.

При этом проектировщик занимает особое место в отношениях между инвестором и заказчиком.

Таким образом, проектная организация и проектировщик являются ключевыми участниками строительного процесса и выполняют значительную роль в системе успешной реализации инвестиционного проекта.

Проектировщик может, по желанию инвестора, взять на себя некоторые функции заказчика, вплоть до его полной замены на начальных этапах реализации проекта. Также

проектировщик выполняет такие функции как, внесение изменений в проектную документацию, ведение авторского надзора, разработка дополнительных проектных решений для обеспечения производства. Если в договоре не указано обязательное выполнение работ подрядчиком, он имеет право заключить договор на производство отдельных видов работ со сторонними организациями (субподрядчиками). Подрядчик в таком случае является генеральным подрядчиком.

Генеральный подрядчик несет ответственность перед заказчиком за надлежащее выполнение работ субподрядчиками, за координацию их деятельности. Заказчик и субподрядчик не вправе предъявлять друг другу претензии в связи с нарушением договоров, заключенных каждым из них с генеральным подрядчиком.

По согласованию с генеральным подрядчиком заказчик вправе заключать договоры на выполнение отдельных работ с другими подрядчиками. В этом случае подрядчики несут ответственность перед заказчиком. Исполнение обязательств заказчика по работам, на которые заключен субподряд, возлагается на генерального подрядчика, а обязательства подрядчика – на субподрядчика.

Субподрядчик несет ответственность перед генеральным подрядчиком за выполнение определенных видов и комплексов работ в объемах и в сроки, указанные в договорах подряда.

Генеральный подрядчик обязан:

- обеспечить строительную готовность конструкций, видов работ и объекта для выполнения работ субподрядными организациями;
- подготовить и передать субподрядчику необходимую для него часть проектно-сметной документации;
- обеспечивать своевременное и непрерывное финансирование работ;
- участвовать в проведении проверок государственными специальными органами надзора;
- осуществлять приемку законченных комплексов монтажных и строительных работ, производить их оплату в соответствии с заключенными договорами;
- координировать действия всех субподрядчиков, привлеченных к осуществлению работ.

Субподрядчик обязан:

- выполнять отдельные виды и комплексы работ на основе субподряда в условиях, установленных графиком монтажных и специальных строительных работ по рабочим чертежам в соответствии со строительными нормами и правилами;
- участвовать в сдаче комиссией законченных объектов и совместно с генеральным подрядчиком и заказчиком обеспечивать их ввод в эксплуатацию в установленные сроки.

Генеральный подрядчик несет ответственность за сохранность выполненных субподрядчиком работ до сдачи объекта комиссии. Генеральный подрядчик совместно с привлеченными субподрядчиками обязан разработать и реализовать мероприятия по обеспечению безопасных условий труда на строительной площадке, обязательные для всех организаций, участвующих в строительстве.

На практике наиболее часто встречаются следующие схемы взаимодействия участников инвестиционно-строительного процесса: традиционная схема, схема «проектирование и строительство», концессионная схема.

Традиционная схема показана на рис. 1. её отличительной особенностью является то, что проектно-строительные работы выполняются разными организациями, и, как правило, эти процессы осуществляются постепенно.

Заказчик заключает договоры с генеральным подрядчиком и генеральным проектировщиком, разрабатывает техническое задание на выполнение работ, утверждает проектную документацию и подписывает документы, необходимые для получения разрешения на ввод объекта в эксплуатацию [3].

Основной функцией проектировщика является подготовка проектной документации, а также внесение изменений в проектно-сметную и рабочую документацию в установленном порядке [4].

Авторский надзор осуществляет проектировщик, если это предусмотрено договором с заказчиком.

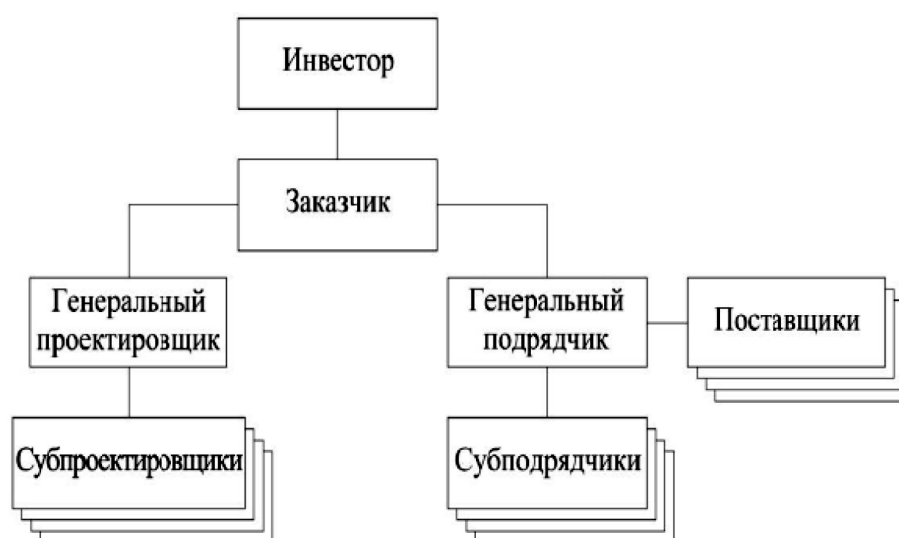


Рис. 1. Традиционная схема взаимодействия участников строительства

Преимущества традиционной схемы:

- последовательное выполнение каждого вида работ специализированной организацией позволяет довести каждую работу до соответствующего уровня качества;
- риски между заказчиком и подрядчиком распределяются равномерно.

Недостатки традиционной схемы:

- последовательное выполнение работ значительно увеличивает сроки реализации проекта;
- разрыв между проектированием и строительством, т. к. подрядчик не участвует в процессе проектирования.

Несмотря на существенные недостатки традиционной схемы взаимодействия, многие участники строительства, включая контролирующие и надзорные органы пытаются действовать по общепринятой схеме, не пытаясь адаптироваться к современным условиям [6, 7].

Одним из вариантов традиционной схемы взаимодействия участников инвестиционно-строительного процесса является схема управленческо-строительного подряда РМС (Project Management Contract). Такой контракт предусматривает участие подряд-

чика в качестве менеджера проекта или управляющего проектом, с оставлением заказчику функции поиска, на основе торга подрядчиков и заключения с ними договоров [5].

Схема «проектирование и строительство» представлена на рис. 2.

Схема «проектирование и строительство» предусматривает объединение функций проектирования и строительства для выполнения их одним участником строительства – генеральной проектно-строительной организацией.



Рис. 2. Схема взаимодействия участников строительства «проектирование и строительство»

Данная схема имеет следующие преимущества:

- параллельная схема выполнения работ, за счет которой сокращаются сроки строительства;
- уменьшение рисков заказчика, связанных прежде всего с результатами проектирования.

Недостатками схемы являются:

- отсутствие «прозрачности» и управляемости процесса и результатов проектирования;
- более высокая общая стоимость объекта по сравнению со стоимостью того же объекта, построенного традиционным способом, поскольку подрядчик, взяв на себя дополнительные риски, связанные с проектированием объекта, постарается компенсировать их.

В основе концессионной схемы взаимодействия участников инвестиционно-строительного процесса лежит государственно-частное партнерство в форме концессий, которое предусматривает вовлечение бизнеса в реализацию инвестиционно-строительных проектов, традиционно находящихся в ведении государства (строительство дорог, объектов энергетики, коммунальной инфраструктуры и др.). Концессионный механизм предусматривает, наряду со строительством, последующую эксплуатацию объекта, который возводится подрядчиком. Успешная реализация концессии требует установления партнерских отношений между государством и частным бизнесом [8].

Государственно-частное партнерство в форме концессий широко распространено в Великобритании, США, Франции, Канаде и активно развивается в современной России.

Наиболее часто используются два варианта концессионной схемы:

- схема СЭП «строительство – эксплуатация – передача» – (BOT Build-Operate-Transfer) – в соответствии с договором объект строится и эксплуатируется подрядчиком и становится собственностью заказчика в течение срока, указанного в договоре;

- схема БТО «строительство – передача – эксплуатация» – (BTO build-transfer-operate) – в соответствии с договором объект строится и эксплуатируется подрядчиком, при этом он принимается заказчиком по завершении строительства и передается подрядчику на основании права долгосрочной аренды или с использованием иных механизмов.

В Российской Федерации концессии регулируются федеральным законом «О концессионных договорах», принятым в 2005 году. Оба варианта концессионной схемы соответствуют настоящему закону и могут быть полностью применены на территории Российской Федерации.

Принципиальным отличием рассмотренных схем взаимодействия участников инвестиционно-строительного процесса является ответственность, распределяемая между заказчиком и подрядчиком, а также непосредственно связанные с этим риски.

Концессионная схема взаимодействия предусматривает распределение ответственности таким образом, что подрядчик не только занимается выполнением своих непосредственных функций – проведение строительно-монтажных работ, контроль выполненных работ и т. д., но и является соинвестором проекта, занимается последующей эксплуатацией возводимого объекта в сроки, указанные в договоре.

Таким образом, при выборе схемы необходимо учитывать, что при уменьшении рисков заказчика, увеличивается ответственность подрядчика, что, несомненно, отражается на стоимости проекта.

Литература

1. Градостроительный кодекс Российской Федерации от 29.12.2004 № 190-ФЗ (ред. от 30.12.2020).
2. Федоров М. В. Взаимоотношения участников инвестиционной деятельности // Инновации и инвестиции, 2018, № 4, С. 42–47.
3. Федотовский А. Ю. Разработка метода оценки экономической эффективности инновационного проектного управления в строительной отрасли // Проблемы современной экономики. 2009. № 1. С. 5.
4. Асаул А. Н. Самоорганизация, саморазвитие и саморегулирование субъектов предпринимательской деятельности в строительстве / А. Н. Асаул. М.: АНО ИПЭВ, 2014. 320 с.
5. Калашников А. А. Организация, управление и планирование в строительстве. Базовые принципы и основы организации инвестиционно-строительных проектов: учеб. пособие / А. А. Калашников, Н. И. Ватин. СПб.: Изд-во Политехн. ун-та, 2011. 189 с.
6. Коклюгина Л. А., Коклюгин А. В. Влияние схем взаимодействия участников строительства на договорные обязательства и функциональные обязанности // Известия КГАСУ. 2016 № 1(35). С.227–232.
7. Толстова А. З., Бегинян Г. Т. Особенности системы коммуникации участников инвестиционно-строительного процесса // Экономика и управление в XXI веке: тенденции развития, 2017, № 34. С. 148–156.
8. Серов В. М. Организация и управление в строительстве / В. М. Серов, Н. А. Нестерова, А. В. Серов. М.: Академия, 2008. 432 с.

УДК 69.059.7

Виктория Сергеевна Казанбаева, студент
(Санкт-Петербургский государственный
архитектурно-строительный университет)
E-mail: vikakazanbaeva@mail.ru

Viktoriiia Sergeevna Kazanbaeva, student
(Saint Petersburg State University
of Architecture and Civil Engineering)
E-mail: vikakazanbaeva@mail.ru

ЗЕЛЕННЫЕ И ЭКСПЛУАТИРУЕМЫЕ КРЫШИ ПРИ РЕДЕВЕЛОПМЕНТЕ

GREEN AND OPERATED ROOFS DURING REDEVELOPMENT

На сегодняшний день городская застройка движется стремительными темпами. Однако большинство из них не используют весь свой потенциал, заключенный в старых промышленных зонах.

Для решения данной проблемы используют технологии устройства зеленой и эксплуатируемой кровли при редевелопменте. Такое решение несет множество плюсов, именно поэтому редевелопмент с использованием зеленых и эксплуатируемых крыш активно используют во всем мире.

Ключевые слова: редевелопмент, зеленые крыши, эксплуатируемая кровля, реновация, реконструкция, промышленные зоны.

Today, urban development is moving at a rapid pace. However, most of them do not use the full potential of the old industrial zones.

To solve this problem, they use technologies for arranging a green and operated roof during redevelopment. This solution has many advantages, which is why redevelopment using green and maintained roofs is actively used all over the world.

Keywords: redevelopment, green roofs, exploited roofing, renovation, reconstruction, industrial zones.

Введение

В современном мире застройка движется стремительными темпами: города разрастаются и все больше удаляются от центра. Однако, большинство из них не использует весь свой потенциал, заложенный в промышленных зонах, заброшенных зданиях и сооружениях.

На момент строительства первых заводов и промышленной революции в мире, цеха и производства располагали на окраинах населенных пунктов, чаще всего в непосредственной близости к водным ресурсам. Сейчас многие города застроились гораздо дальше этих самых «серых поясов» промышленных зон. Некоторые цеха заброшены или простаивают, арендаторы переезжают, а владельцы не могут задействовать все помещения и корпуса в производстве. Таким образом, все эти помещения со временем приходят в аварийное состояние, а также становятся местом скопления людей без определенного места жительства. Безусловно, местным жителям приносят дискомфорт такие объекты, поэтому многие пытаются поменять место жительства.

Стоит отметить, что ближе к центру, люди ощущают себя комфортнее не только благодаря отсутствию промышленных зон, но также из-за количества озеленения. Новые районы застраивают максимально плотно, тем самым остается минимальное количество места для парков, скверов и т. п. Это сказывается и на стоимости жилья: здесь цена квадратного метра существенно ниже.

Рынок недвижимости с каждым днем становится сложнее, а потребитель – разборчивее. Он выбирает город, в котором комфортно не только жить и работать, но и где улучшается экологическая обстановка. Поэтому, для того чтобы изменить дифферен-

цированную застройку в экологичный, безопасный и красивый город, прибегают к редевелопменту.

Решение основных проблем

Процент озелененности городов можно повысить за счет высадки растений на крыши и расположения их на фасадах зданий. В мировой практике существует множество удачных примеров преобразования различных пространств, зданий и сооружений под новые цели и нужды с озеленением их поверхностей и крыш, а также с устройством эксплуатируемой кровли под дополнительное использование.

Так, например, при реновации объекта можно закладывать эксплуатируемые или не эксплуатируемые зеленые крыши. Они станут местом притяжения для жильцов и гостей, позволят повысить статус места, снизить сброс осадков в ливнестоки, понизить теплопотери всего здания в целом, а также благотворно повлияют на очищение воздуха и сослужат службу компенсационного озеленения при плотной застройке.

В случаях реновации можно использовать эти методы для улучшения экологии городов и снижения нагрузки на ливнестоки, а также возможности снижать затраты на отопление и охлаждение зданий. Закладывать в проект зеленую крышу можно уже на этапе планирования объекта, это дает значительное преимущество и позволяет усиливать конструкции при необходимости на стадии разработки.

Для работы с промышленными зонами есть несколько путей следования. В первую очередь это путь сохранения и дополнения имеющегося, второй же –разрушение и строительство с нуля. Оба они имеют право на жизнь, но второй ведет к типовому строительству без привязки к истории места, тогда как первый путь позволяет создавать интересные точки притяжения за счет вписывания в историческую застройку. Очень важно сохранять оригинальные детали здания, это будет придавать некую «обжитость» району и обеспечит его индивидуальность, но не менее важно добавлять новое и идти в ногу со временем.

Наиболее экологичным является подход с сохранением и повторным использованием, как минимум потому, что этот способ позволяет избегать появления свалок строительного мусора после сноса, но еще и потому что помогает снизить выбросы в атмосферу от работающих машин при сносе зданий, вывозе мусора, а также при новом строительстве. Предотвращает оседание пыли от демонтированных конструкций. Так, например, после сноса гостиницы «Россия» и вывоза мусора, образована свалка, площадью 11 квадратных километров.

Человечество движется вперед с невероятной скоростью, все развивается и меняется, именно поэтому необходимо задуматься уже сейчас о том, что мы оставим после себя, какую историю и память мы сможем сохранить и передать. Природные ресурсы истощаются, ежегодно мы теряем леса из-за незаконных масштабных вырубок и пожаров. Нужно действовать уже сейчас и делать все, что в наших силах, чтобы снизить негативное влияние человека на природу.

Примеры редевелопмента в мире

Одним из интересных объектов в этой области является район Хафенсити в Гамбурге – «город-порт», этот район изначально был портом, но его вместимость перестала отве-

чать современным требованиям и было решено переделать это место под новые нужды. Эта часть города занимает 240 гектаров земли, на которых были проложены каналы и находились склады из красного кирпича.

Проектировщики сохранили старые кирпичные постройки и дополнили их сочетанием стекла и бетона, а также вписали новые здания. Сохранить взялись и старые краны, которые находились на территории порта, сейчас они напоминают об истории этого места.



Рис. 1. Район Хафенсити в Гамбурге

Четверть зданий до сих пор стоят на дубовых сваях, а к воде можно спуститься через специальные площадки. Акватория предполагает движение на водном транспорте.

Весь район спроектирован с уклоном в экологичность и разумность потребления. Жители пользуются велосипедами, электробусами или ходят пешком, в квартирах и офисах предусмотрено все для малого потребления энергии. Помимо прочего, в Хафенсити активно развивают направление зеленых крыш. Люди заинтересованы в сокращении вредных выбросов, улучшении качества воздуха и снижения сбросов воды с крыш.

В одном из развивающихся районов Тбилиси открылся отель Stamba. Это бывшее советское печатное издательство. Проектировщики сохранили стены и потолки в первоначальном виде, а также оригинальный вестибюль с подвешенным к потолку печатным оборудованием.

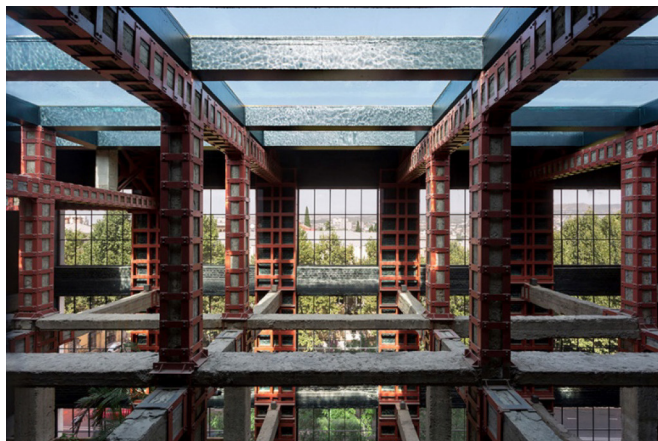


Рис. 2. Отель Stamba. Тбилиси, Грузия

Самая примечательная деталь в этом отеле – эксплуатируемая крыша. Было принято решение сделать прозрачный бассейн со стеклянным дном на крыше, чтобы свет сквозь воду и стекло проникал внутрь здания.

В начале 1920-х годов в Нью-Йорке была построена железнодорожная эстакада, пересекающая Манхеттен. По ней развозились грузы из промышленных зон на склады. После закрытия и переезда большинства из производств эстакада перестала использоваться и просто ржавела в центре города.

В 1980-х часть этой дороги была снесена, и в наши дни решался вопрос о том, чтобы избавиться от нее окончательно, из-за маргинальных личностей, селившихся под ней. Но все же было решено отдать эстакаду под реновацию и сохранить ее как часть истории города.



Рис. 3. Хай-Лайн парк, Нью-Йорк

Сейчас на месте старых путей расположен Хай-Лайн парк с местами отдыха и прогулок для горожан. Архитекторами были бережно сохранены и вписаны в городской пейзаж те оригинальные детали, которые погружают в историю этого места. Были сохранены рельсы и деревья с кустами, которые успели там вырасти. Некоторые пути смогли преобразовать под дорожки для бега и прогулок. Парк расположен на высоте 10 метров и имеет протяженность 2,33 километра.

Одним из ярких примеров редевелопмента с использованием зеленых крыш является Форест Мьюз (Forest Mews) в Лондоне. Проект бывшей промышленной зоны в городской черте, сейчас представляет собой эко-комплекс из трех домов с общим двором.

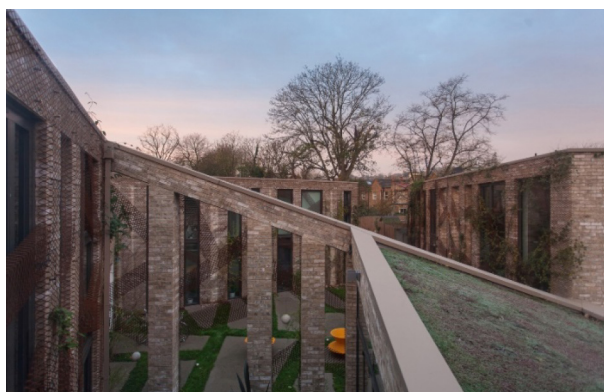


Рис. 4. Форест Мьюз, Лондон

На сегодняшний день в мире представлено огромное множество примеров удачного использования эксплуатируемых и зеленых крыш при редевелопменте. Перечисленные выше – лишь яркие представители. Безусловно, такие изменения требуют дополнительных денежных ресурсов. Однако все это быстро окупается, учитывая большое количество плюсов данных конструкций.

Плюсы редевелопмента с использованием зеленых и эксплуатируемых крыш

1. Возможность сохранения архитектурного наследия, уникальных объектов и интересных сооружений, а также гармоничное вписывание в существующую застройку района.

2. Возможность взаимодействия частного и государственного. Для примера, в городе Иркутск есть программа «Иркутские кварталы», в которой собственники восстанавливают и частично меняют назначение своих домов, а город развивает инфраструктуру и помогает с организацией работ.

3. Решение для сдерживания темпов «расползания» городов за счет заселения промышленных зон.

4. Формирование интересных пространств во взаимодействии с исторической средой, новых возможностей для малого и среднего бизнеса, создание туристических мест.

5. Развитие туристического и предпринимательского потенциала в городе.

6. Возможность вписать новые постройки на месте утраченных или на свободных площадях, а также внести вклад в увеличение процента «легких города» при озеленении.

7. Возможность привлечения инвесторов за счет программы по льготной аренде с обязательством по восстановлению архитектурного наследия и озеленению. Например, в Москве данная программа имеет название «один рубль за один квадратный метр» и с 2012 за 7 лет было восстановлено 25 объектов.

8. Повышения статуса жилья и ценности района за счет озеленения крыш.

9. Возможность успешно конкурировать на рынке аренды в виду привлечения туристических потоков и большей проходимости мест торговли и услуг.

10. Возможность создавать легко трансформирующуюся среду под меняющиеся нужды.

11. Улучшение городской среды и экологии, уменьшение сброса ливневых вод, снижение температуры в городе, снижение затрат на отопление и охлаждение зданий.

Выводы

Российские мегаполисы очень быстро растут и развиваются. В таком бешеном темпе городу просто жизненно необходимо не потерять свое лицо.

Многие крупные города уже начали движение в сторону редевелопмента и озеленения крыш. На сайте Комплекса градостроительной политики и строительства города Москвы уже висят планы по реорганизации некоторых территорий.

Таким образом, переобустройство не используемых территорий в тандеме со строительством зеленых и эксплуатируемых крыш может стать ключиком к решению очень многих проблем, как экологических, так и экономических.

Литература

1. Красник И. Зелёные крыши Гамбурга. Экономическое обоснование // Журнал «Зеленая стрела». 2019.
2. Гуляева Е. А. Обустройство зеленых крыш при строительстве и реконструкции зданий: магистерская диссертация. СПб, 2014. С. 94
3. Варламов И. 100 советов мэру: Книга рецептов хорошего города. М., 2020.
4. Топчий Д. В., Токарский А. Я. Формирование базиса информационных технологий при осуществлении государственного строительного надзора на реновационных городских территориях // Наука и бизнес: пути развития. 2019. № 2 (92). С. 141–148.
5. Современные подходы к решению вопросов организационно-технологического проектирования / Воловик М. В., Ершов М. Н., Ишин А. В., Лapidус А. А., Лянг О. П., Теличенко В. И., Олейник П. П., Туманов Д. К., Фельдман О. А. // Технология и организация строительного производства. 2013. № 3. С. 10–16.
6. Лapidус А. А. Влияние современных технологических и организационных мероприятий на достижение планируемых результатов строительных проектов // Технология и организация строительного производства. 2013. № 2.

УДК 624.01/.07

Аружан Казыбай, студент
(Санкт-Петербургский государственный
архитектурно-строительный университет)
E-mail: arujan_12_99@mail.ru

Aruzhan Kazybay, student
(Saint Petersburg State University
of Architecture and Civil Engineering)
E-mail: arujan_12_99@mail.ru

ТЕХНОЛОГИЯ МОДУЛЬНОГО СТРОИТЕЛЬСТВА – ПЕРСПЕКТИВНОЕ НАПРАВЛЕНИЕ ОТРАСЛИ

MODULAR CONSTRUCTION TECHNOLOGY IS A PROMISING DIRECTION OF THE INDUSTRY

В данной работе раскрывается вопрос модульной технологии строительства. Приведен сравнительный анализ модульного строительства с капитальным, доказывається превосходство модульной технологии. Также описываются достоинства и недостатки модульного строительства. В статье подчёркиваются возможности сокращения жизненных циклов проектов и снижения стоимости при строительстве модульных зданий. Возведение модульных зданий является эффективным и экологичным направлением в строительстве. Приведен успешный зарубежный опыт в этой сфере, а также описывается внедрение, успешная реализация технологии модульного строительства и возможности ее использования при высотном домостроении в Республике Казахстан.

Ключевые слова: модульное строительство, внешнеплощадочное строительство, сборные блоки, объемные блоки, технология строительства, модульная технология.

The article reveals the issue of modular construction technology. A comparative analysis of modular construction with capital construction is given, and the superiority of modular technology is proved. The advantages and disadvantages of modular construction are also described. The article highlights the possibilities of reducing the life cycles of projects and cost of the construction of modular buildings. The construction of modular buildings is efficient and ecological direction in construction. The successful international experience in this area is given. Moreover, the introduction and a successful implementation of the modular construction technology with the possibility of its usage in high-rise housing construction in the Republic of Kazakhstan are provided.

Keywords: modular construction, offsite construction, prefabricated blocks, volumetric blocks, construction technology, modular technology.

Современные технологии меняют строительную область у нас на глазах. Строительство модульных домов – тенденция, которая в последние годы стремительно развивается во всем мире, набирает новые обороты

Ассоциация Институт модульного строительства (МВИ) дает следующее определение модульному строительству. Модульное строительство – это процесс, при котором здание строится вне площадки, в контролируемых заводских условиях, с использованием тех же материалов и проектированием в соответствии с теми же нормами и стандартами, что и традиционные объекты, но в 2 раза быстрее [1].

Вообще, модульная конструкция является обобщающим термином, который включает в себя несколько различных типов строительства: объемное модульное строительство и панельное строительство. Объемное модульное строительство - это процесс, при котором целые помещения или секции помещений, состоящие из стен, полов и потолков, производятся в заводских условиях, а затем транспортируются на строительную пло-

щадку для сборки. Панельное строительство – это процесс, при котором внутренние и/или наружные стеновые панели строятся в заводских условиях, а затем транспортируются и размещаются на строительной площадке. Остальная часть здания возводится на строительной площадке [2].

Также модульные здания могут быть постоянными и перемещаемыми. В этой же статье речь пойдет о постоянных модульных зданиях из объемных конструкций.

Технология модульного строительства представляет собой полностью автоматизированный поточный процесс производства железобетонных, стальных и деревянных объемных изделий – модулей, которые в последующем используются для возведения жилых домов, общественных зданий и других объектов.

Сам модуль представляет собой пространственную фигуру, блок-комнату, с проемами для дверей и окон, в чистовой отделке со всеми внутренними коммуникациями водоснабжения, канализации, системы отопления, электрической разводкой. Такая конструкция позволяет также выполнить отделку фасада в заводских условиях. После чего на строительной площадке предстоит только установить готовые блок-комнаты и подключить их к внешним инженерным сетям. При монтаже модули закрепляются в проектом положении с помощью таких методов, как болтов и дюбельных соединений.

Конструкции модулей проектируются на заводе с использованием современных программ 3D-моделирования и в соответствии со спецификацией заказчика. Эта технология строительства считается экономически эффективной, а также ускоряет сроки строительства объекта.

В результате исследования, представленного в докладе Янг, Б. Э., Сейду, Р. Д., Таяпаран, М., и Аппиа-Куби, Дж. (2020) «Инновации в модульном строительстве в Великобритании: на примере жилых домов» в ходе проведения 10-й Ежегодной конференции по промышленному проектированию и управлению операциями (IEOM), было доказано превосходство модульной технологии строительства перед традиционным. Объектами исследования явились 3 проекта модульного строительства: жилой дом с 30-ю однокомнатными квартирами общей площадью 2150 м², четырехэтажный восьмиквартирный дом с одно- и двухкомнатными квартирами площадью 50,7 м² и 65,4 м² и отель на 220 номеров, площадью 5950 м². В ходе исследования были опрошены подрядчики, работавшие с данными проектами и изучены данные 32 анкет из 50, розданных потребителям [3].

Результаты исследования показали, что сроки строительства при модульной технологии значительно меньше, чем при традиционной технологии возведения зданий.

На рис. 1 представлено сравнение сроков строительства для всех 3 объектов с расчетным периодом строительства, полученным на основе данных BCIS. Расчетный период строительства на основе BSIC был рассчитан на основе традиционного строительного метода. Исходя из приведенных выше данных можно заметить, что сроки строительства модульных проектов меньше, чем сроки, которые вышли бы при использовании традиционного метода. Поэтому вполне можно утверждать, что модульная конструкция обеспечивает скорость и значительные преимущества перед традиционным методом строительства. Кроме того, еще более значительные улучшения сроков строительства могут быть достигнуты при хороших организационных решениях на этапе планирования проектов [3].

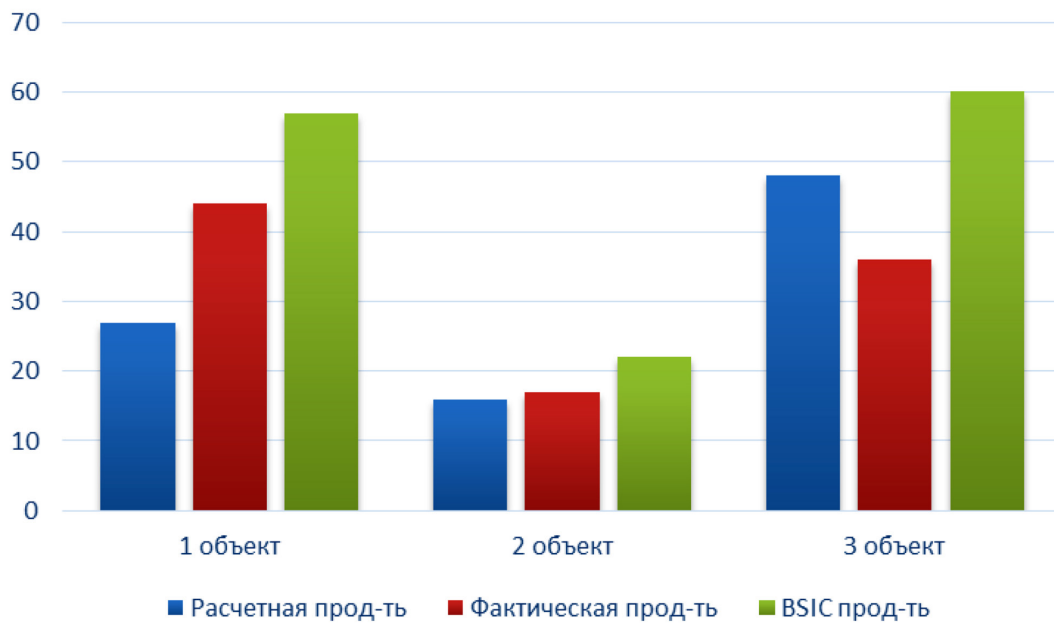


Рис. 1. Сравнение продолжительностей строительства объектов в неделях

Вторым результатом исследования явилась большая удовлетворённость потребителей объектами модульного строительства. Для данного пункта исследования была использована 6-ти балльная шкала оценивания, где 6 означало полное удовлетворение, а 1 – крайнее недовольство [3]. Опрашиваемым было предложено сравнить исследуемые объекты проекты с проектами традиционного строительства.

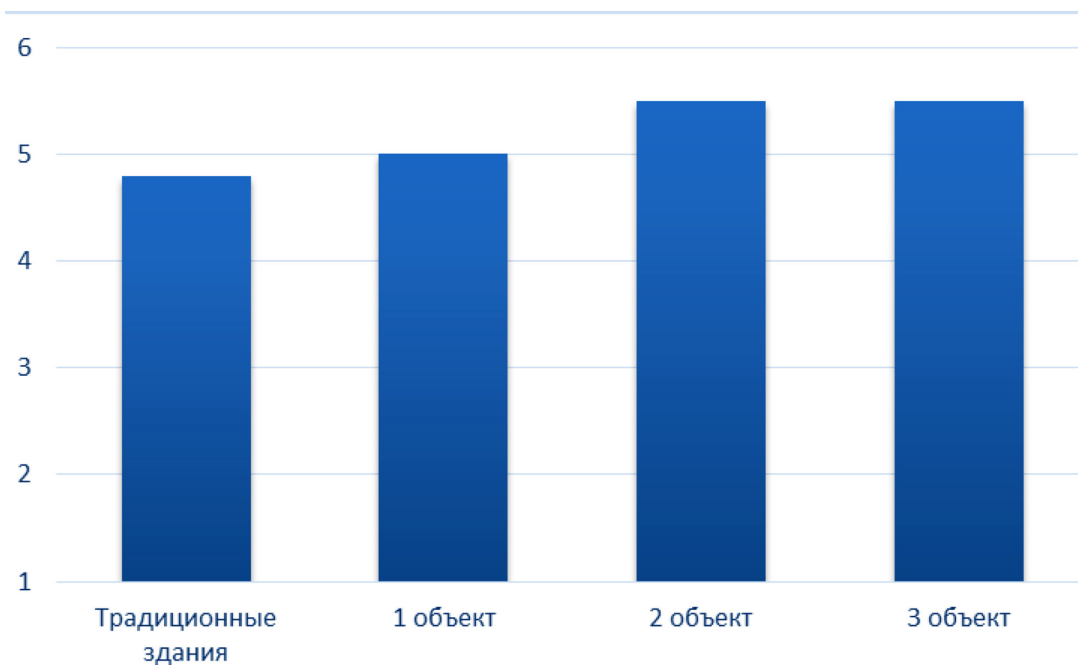


Рис. 2. Уровень удовлетворенности проектами

Как видно из рис. 2, модульная форма строительства дает более высокий уровень удовлетворенности потребителем по сравнению с объектом капитального строительства.

Также сравнение модульного и капитального строительства приводится в статье журнала «Фотинские чтения». Данное сравнение было приведено для объектов малоэтажного строительства. Наглядно его можно изучить в табл. 1 [4].

Таблица 1

Сравнение модульного и капитального строительства

Параметры	Модульное строительство	Капитальное строительство
Сезонность	Работы не ограничиваются сезонностью	Ограничение работ по сезонности
Мобильность	Многоплановая	Недвижимое
Долговечность	До 50 лет	До 150 лет
Государственная регистрация документов	Упрощенная процедура	Полный пакет документов
Инженерное оборудование	Готовые внутренние коммуникации	Проведение коммуникаций
Стоимость	Относительно низкая	Высокая
Сроки возведения	Быстровозводимое	Длительное время

Основными достоинствами модульной технологии являются оперативные сроки, низкая стоимость, гарантированное качество, обеспечение персонала приятной и безопасной средой и оптимизация использования сырья и материалов.

Элементы здания производятся в контролируемых заводских условиях, где, при необходимости, процесс может длиться 24 часа без перерывов, тем самым создавая конвейерный выпуск готовой продукции. Появляется возможность сокращения сроков строительства на 30–50 % [2]. На производство не оказывают влияние такие внешние факторы как дождливая, морозная или ветреная погода, нехватка квалифицированных кадров в отдельных видах работ и другие факторы строительной площадки. Как правило, в производственный процесс на заводах вовлечены квалифицированные кадры, специализирующиеся в определенной области, используется автоматизированное оборудование, что приводит к повышению качества получаемой продукции [3, 5].

К тому же короткий срок строительства означает малые затраты на рабочую силу, затраты на содержание строительной площадки и снижение накладных расходов. Инвесторы получают возможность получить прибыль гораздо быстрее. Себестоимости проектов уменьшается более, чем на 20 % [6].

В отличии от традиционного, отходы строительного производства сокращаются на 50 % посредством перевода основного объема работ на внеплощадочное производство [5]. Тем самым уменьшается количество пыли, вредных выбросов в атмосферу на строительных площадках.

К преимуществу модульной технологии также можно отнести высокий показатель энергоэффективности построенных объектов. Это достигается тем, что все помещения изолированы друг от друга, модули герметичны, сокращается количество энергопотребления.

Конечно, модульная технология обладает и своими недостатками. Одними из них является ограничения на транспортировку и ее дороговизна. На этапе планирования крайне важно, чтобы проектная группа оценила любые потенциальные транспортные проблемы, которые могут помешать доставке модулей на строительную площадку. Необходимо оценить такие вопросы, как правила дорожного движения на предлагаемом маршруте. Габаритные размеры модулей будут диктоваться правилами дорожного движения предполагаемого пункта назначения. Эти проблемы могут привести к задержкам в реализации проекта [3].

Также к недостаткам можно приписать необходимость использования специальных подъемных кранов с большой грузоподъемностью. Здесь приходится столкнуться с высокой стоимостью или арендной ставкой такого крана и недостаточным количеством доступной техники.

Однако же, все эти вопросы транспортировки модулей и размещения их на конечное положение становятся вполне решаемыми благодаря грамотной организации и планированию.

Технология модульного строительства уже широко распространена в Китае, Сингапуре, Японии, США, Англии, есть несколько заводов в России. Отличным примером эффективности модульной технологии служит 220-ти местный отель Holiday Inn Express в Траффорд-Сити, Англия, введенный в эксплуатацию в июне 2017 г. Здание полностью построено из стальных контейнеров, с полностью готовой внутренней отделкой, мебелью и инженерными сетями. Каждый модуль состоял из 2-х спальных комнат и коридора. Контейнеры были изготовлены компанией CIMC Modular Building Systems в заводских условиях и транспортированы на строительную площадку для дальнейшего их монтажа. Модули монтировались друг на друга без применения каких-либо дополнительных несущих конструкций посредством подъемного крана. Общая продолжительность монтажа 220-ти номеров, то есть 125-ти модулей, составила 4 недели [7]. Внешнюю облицовку здания можно было начинать сразу же после установки модулей. Сами модули были предварительно облицованы вентилируемыми фасадами и одиночными листами кровельной системы, закрепленными на определенных участках для достижения герметичности между ними.

Общая продолжительность проекта модульного отеля составила всего 9 месяцев, что на 6 месяцев опережает продолжительность строительства по традиционной технологии. Достижение таких сроков строительства позволило заказчику сократить время выплат по кредиту на 6 месяцев, а также выполнить выплаты подрядным организациям только за короткий срок выполнения работ. Еще одним плюсом для заказчика стала возможность раннего ввода отеля в эксплуатацию и скорое получение прибыли [5].

В Казахстане первой компанией, внедрившей модульную технологию, является компания VI Group. В июле 2020 году она запустила предприятие ModeX по выпуску железобетонных изделий – модулей.

Предприятием производятся железобетонные блок-комнаты с чистовой отделкой и различными фасадными решениями. В стенах завода производится продукт с 80 % готовностью и поставляется на строительную площадку. Срок изготовления одного блока, по разработанной компанией технологии, составляет 24 часа.

Изготовление модульных блоков производится по следующей технологии. Завод оснащен несколькими цехами, в каждом из которых выполняется отдельный цикл работ.

«Скелетом» модульного блока является арматурный каркас, изготавливаемый в арматурном цеху. Арматура необходимого диаметра нарезается на автоматизированных станках, далее нарезки арматуры свариваются с помощью специального оборудования в каркасы с необходимыми параметрами и проемами. Здесь же изготавливаются закладные детали. В бетоносмесительном цеху производится замес керамзитобетона. Следует отметить, что керамзитобетон отлично сохраняет тепло. Продукция завода прошла 8 испытаний на прочность, их провели специалисты Казахского научно-исследовательского и проектного института строительства и архитектуры [8]. Далее в формовочном цеху керамзитобетонная смесь из бетоносмесительного цеха подается в пролеты с формовочными машинами, в которые уже установлены арматурные каркасы модулей. Отформованный и прошедший тепловую обработку объемный блок краном устанавливается на транспортную тележку и передается на пост комплектации и сборки доборных элементов – в отделочно-комплектующий цех. Здесь осуществляется чистовая отделка комнат, начиная от внутренней и заканчивая наружной. Также устанавливается сантехника, фасад, перегородки. Это позволяет избавиться от мокрых работ на стройплощадке, обеспечивая защиту персонала и окружающей среды. Все этапы производства соединены между собой автоматизированной транспортной системой, с помощью которой осуществляется внутренняя логистика изделий и материалов внутри завода. По завершению технологических операций модуль транспортируется на склад готовой продукции полностью подготовленным к монтажу, откуда доставляется на стройплощадку и не потребует какой-либо доработки.

Специфика технологии выпуска модулей и мультисезонность производства позволяют сократить строительство. Так, в сжатые сроки компания возвела инфекционный госпиталь в г. Нур-Султан площадью 6980 м² за 13 дней, и на 15 день госпиталь был введен в эксплуатацию. Для возведения данного объекта на заводе ModeX было выпущено 111 блок-комнат, на которые было затрачено 3000 м³ бетона и 183 тонны арматуры. За такие же сроки в дальнейшем было возведено еще 12 инфекционных госпиталей по всей стране.

Технология модульного строительства позволяет возводить не только одноэтажные и малоэтажные здания. По данной технологии стало возможным и возведение высотных жилых домов. Сокращается жизненный цикл проектов высотного домостроения – за один день поднимается 1 этаж. Так, модульное строительство 16-этажного дома требует около 6–7 месяцев, а монолитно-каркасное – 16 месяцев. При возведении высотных зданий из модульных блоков основную нагрузку несут усиленные блоки нижних ярусов.

В результате испытаний модульных блоков завода ModeX, предназначенных для 16-ти этажного дома, было установлено, что изготавливаемые блоки можно использовать и для возведения 25-ти этажных домов.

Компанией уже запущено 2 проекта высотного модульного домостроения в г. Нур-Султан: 16-ти этажный жилой комплекс «7-я» и жилой комплекс «Sezim Qala» высотой 9, 12 этажей. Дома, построенный по новой технологии, будут отличаться повышенной шумоизоляцией. Каждая комната – это отдельная капсула, которая не соприкасается с со-

седними, за счёт чего достигается уровень звукоизоляции в 59 дБ, при государственных требованиях в 52 дБ [8].

Модульная технология – это мировой тренд, благодаря которому стало возможным пересмотреть не только подходы в реализации проектов, но и предложить рынку качественный и доступный продукт. Она уже стала достойной и качественной альтернативой традиционному капитальному строительству.

Это новшество, направленное на то, чтобы предложить строительной отрасли современные методы строительства жилых домов эффективно и быстро для удовлетворения текущего спроса [3].

Литература

1. What is Modular Construction? URL: https://www.modular.org/HtmlPage.aspx?name=why_modular (дата обращения 18.03.2021).
2. Lilly Cao. Why Choose Modular Construction? ArchDaily. URL: <https://www.archdaily.com/949219/why-choose-modular-construction> (дата обращения 20.03.2021).
3. Young, BE, Seidu, RD, Thayaparan, M and Appiah-Kubi, J (2020). Modular Construction Innovation in the UK: The Case of Residential Buildings. The 10th Annual Industrial Engineering and Operations Management (IEOM) Conference. Dubai 10 - 12 Mar 2020 IEOM Society.
4. Лукьяненко Л.А., Артемьева Ю.В., Шайбакова Н.И. Модульное строительство как современное направление возведения доступного жилья // Фотинские чтения. 2018. № 1(9). С. 218-225.
5. Michael Swiszcowski. What is modular construction? Chapman Taylor. URL: <https://www.chapman-taylor.com/insights/what-is-modular-construction-and-why-has-chapman-taylor-embraced-it> (дата обращения 20.03.2021).
6. Nick Bertram, Steffen Fuchs, Jan Mischke, Robert Palter, Gernot Strube, and Jonathan Woetzel. Modular construction: From projects to products. URL: <https://www.mckinsey.com/business-functions/operations/our-insights/modular-construction-from-projects-to-products#> (дата обращения 22.03.2021).
7. Chapman Taylor behind the first volumetric modular hotel to be completed in Manchester. URL: <https://www.chapmantaylor.com/news/chapman-taylor-behind-the-first-volumetric-modular-hotel-to-be-completed-in-manchester> (дата обращения 19.03.2021).
8. Инновация в строительной отрасли Казахстана: жилой дом собирают из модулей. URL: <https://informburo.kz/special/innovaciya-v-stroitelnoi-otrasli-kazaxstana-ziloi-dom-sobirayut-iz-modulei> (дата обращения 15.03.2021).

УДК 658.5:624.05

Александр Сергеевич Карпушкин, студент
(Академия строительства и архитектуры ФГАОУ
ВО КФУ им. В. И. Вернадского)
E-mail: karpooshkin@yandex.ru

Aleksandr Sergeevich Karpushkin, student
(V.I. Vernadsky Crimean
Federal University)
E-mail: karpooshkin@yandex.ru

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ЭЛЕМЕНТОВ ПЛАНИРОВАНИЯ, УВЕДОМЛЕНИЯ ТЕХНИЧЕСКОГО ЗАКАЗЧИКА И ПРЕДЪЯВЛЕНИЯ РАБОТ В ОТЕЧЕСТВЕННОЙ СИСТЕМЕ СТРОИТЕЛЬНОГО КОНТРОЛЯ И ЗАРУБЕЖНОЙ ПРАКТИКЕ

COMPARATIVE ANALYSIS OF ELEMENTS OF PLANNING, NOTIFICATION OF THE TECHNICAL CUSTOMER AND PRESENTATION OF WORKS IN THE DOMESTIC SYSTEM OF CONSTRUCTION CONTROL AND FOREIGN PRACTICE

Произведен сравнительный анализ отечественной и зарубежной элементов планирования, предъявления и приемки работ в рамках технического регулирования и стандартизации с выделением принципиальных отличий. Выявлены основные проблемы и противоречия системы строительного контроля, влияющие на эффективность его проведения. Даны предложения по изменению отечественной системы строительного контроля

Ключевые слова: техническое регулирование, стандартизация, строительный контроль, качество, уведомление, предъявление, освидетельствование, приемка, запрос на инспекцию, точка удержания, план проверок и испытаний.

The article provides a comparative analysis of the domestic and foreign elements of planning, presentation and acceptance of works within the framework of technical regulation and standardization, highlighting the fundamental differences. The main problems and contradictions of the construction control system that affect the effectiveness of its implementation are identified. Proposals for changing the domestic system of construction control are given.

Keywords: technical regulation, standardization, construction control, quality, notification, presentation, inspection, acceptance, request for inspection, hold point, inspection and test plan.

Введение

На сегодняшний день уделяется значительное внимание актуализации устаревших стандартов, множество из которых переведено в разряды добровольного (необязательно-го) применения, в том числе с целью дать вздохнуть строительному сообществу, переведя организации к саморегулированию. Согласно ГОСТ Р ИСО/ТО 10013-2007 [8] организация должна разработать руководства по качеству, процедуры, рабочие инструкции, а также формы документов о качестве. Более того, вся эта система должна постоянно совершенствоваться. Однако все основные формы качества – акты ОСР, журналы, а также прочая документация, вместе с правилами их ведения уже регламентированы актуализированными СНиПами, прочими стандартами и частично законодательством и подзаконными актами, принципы которых практически не менялись уже более 50-ти лет. Все это не дает в полной мере реализовать западные системы качества ИСО.

Техническое регулирование и стандартизация. Большой вклад в изучение международного опыта, а также гармонизации отечественной системы государственного ре-

гулирования и стандартизации в строительной отрасли внес А. Р. Серых (Snip Register Inc., США) [18–21].

Если ранее все стандарты были обязательными, то сейчас техническое регулирование в корне изменило схему проведения строительного контроля СК (Далее – СК). Теперь, как и на западе, законодательством, подзаконными актами и техническими регламентами указаны общие требования и цели, которые следует достигнуть, основная из которых является безопасность, а реализация этих требований осуществляется через обязательные и добровольные стандарты, в том числе стандарты организаций.

Согласно п. 4 статьи 16_1 184-ФЗ [26]: *«Применение на добровольной основе стандартов и (или) сводов правил, включенных в указанный в пункте 1 настоящей статьи перечень документов по стандартизации, является достаточным условием соблюдения требований соответствующих технических регламентов. В случае применения таких стандартов и (или) сводов правил для соблюдения требований технических регламентов оценка соответствия требованиям технических регламентов может осуществляться на основании подтверждения их соответствия таким стандартам и (или) сводам правил. Неприменение таких стандартов и (или) сводов правил не может оцениваться как несоблюдение требований технических регламентов. В этом случае допускается применение предварительных национальных стандартов Российской Федерации, стандартов организаций и (или) иных документов для оценки соответствия требованиям технических регламентов».*

Т. е. исполнителям для обеспечения соответствию техническим регламентам кроме обязательных стандартов предлагается на выбор использовать как добровольные стандарты, так и собственные стандарты (стандарты организаций). Кроме того, соответствие техническим регламентам через стандарты в первую очередь должно быть учтено проектом, который выполнен в соответствии со стандартами по проектированию, действующими на момент получения ГПЗУ, что подтверждает ГИП. Соответственно при СК работы должны быть сверены с проектом и стандартами на производство работ, а результат зафиксирован актом в составе исполнительной документации ИД (Далее – ИД).

В целом, техническое регулирование в части законодательства и стандартов пошло по западному пути. Однако некоторые принципы стандартизации указанные в статье 4 ФЗ-162 [28] пока что не работают в полной мере в части не противоречия друг-другу и обеспечения стандартов современному уровню развития науки, техники и технологий, передовому отечественному и зарубежному опыту.

Термин «качество»

Согласно п.1 статьи 710 ГК РФ [9]: *«В случаях, когда фактические расходы подрядчика оказались меньше тех, которые учитывались при определении цены работы, подрядчик сохраняет право на оплату работ по цене, предусмотренной договором подряда, если заказчик не докажет, что полученная подрядчиком экономия повлияла на качество выполненных работ».* Т. е. термин «качество» используется также и с целью разграничения характеристик соответствия проекту и стандартам от характеристики объемов и/или цены.

Отказ в ГрК РФ [10] от обобщающего термина «качество», который ранее использовался во всех НТД, а также указан во многих действующих стандартах привел к перегру-

женности данных акта ОСР с перечислением в нем перечня всех характеристик объекта или продукции установленным требованиям. И если работы должны соответствовать проекту, в состав которого входит также и спецификации, смета, несоответствие фактически выполненных объемов работ проектным данным означает несоответствие проекту. Таким образом, из-за споров по характеристикам, не относящимся к качеству, вместо оперативного подписания, документ подписывается неделями или даже месяцами, нарушая ритмичность строительства, или ставя подрядчика в положение нарушителя при продолжении работ на свой страх и риск.

Порядок СК и планирование параметров качества

Согласно части 1 статьи 39 ФЗ-384 [27] весь контроль через подписание соответствующих документов является одной из форм оценки соответствия для обеспечения безопасности строительства. Однако, с отнесением большинства стандартов к добровольным, в том числе СП 48.13330.2019 [23], принципиально меняется также и схема планирования СК. Т. е. не ясно соответствие чему следует проверять работы. И теперь перед началом производства работ необходимо запланировать по каким именно стандартам будут производиться работы, чтобы иметь возможность проверять соответствие выполняемых работ этим стандартам, т. е. зафиксировать их применение в каком-то документе.

Одним из вариантов такой фиксации является описание порядка СК и параметров качества в конкурсной документации и/или в контракте. Однако типовой контракт согласно приказу Минстроя РФ № 398/пр [16] занимает всего около 40 стр., т. е. отражает минимальное количество необходимой информации, описывающей порядок организации строительства и сдачи объекта в эксплуатацию, которой явно недостаточно. И большинство заказчиков просто не в состоянии полностью переработать и вписать в контракт все необходимые данные из указанных стандартов. Также в большинстве случаев это не делается в полной мере и в конкурсной документации. В то же время, на западе контракты объемом 500 и более страниц являются обычной практикой.

Вторым вариантом планирования порядка СК и параметров качества является ссылка на добровольные стандарты, либо стандарты организаций в конкурсной документации и/или в контракте. И часто заказчик в контракте просто делает весь список добровольных стандартов, обязательных к применению. Однако среди действующих добровольных стандартов выбора фактически нет, а разработать собственные стандарты и процедуры могут себе позволить пока только крупнейшие заказчики типа Транснефть, Газпром, Роснефть, Роснано и пр., или объединения строителей типа НОСТРОЙ. Кроме того, такие стандарты как СТО НОСТРОЙ 2.33.51-2011 [24] и СТО ССК УрСиб 05-2016 [25], просто расширяют СП 48.13330.2019 [23], а не дают альтернативного порядка организации строительства и контроля.

И наконец, третьим вариантом является согласование применяемых добровольных стандартов и параметров качества для подтверждения соответствию техническим регламентам через организационно-технологическую документацию уже после заключения контракта, что на сегодняшний день является более приемлемым вариантом для большинства участников.

При этом нет никаких ограничений применять все в комплексе. К примеру, в контракте заказчиком описывается порядок СК со ссылкой на добровольные стандарты

и/или разработанные стандарты организации, а также делается указание о согласовании необходимых параметров качества со ссылкой на добровольные стандарты и/или стандарты организации в разработанной подрядчиком организационно-технологической документации. Таким же образом контроль качества планируется на западе.

Доступность контрольных мероприятий для заказчика

Вопросы СК и его проблематика изучены в статьях []. С целью классификации по возможности планирования, все контрольные мероприятия (Далее – Проверки) технического заказчика можно условно разделить на плановые (с уведомлением и предъявлением) и внеплановые (периодические, внезапные). Оба типа Проверок являются неотъемлемыми элементами СК и дополняют друг друга. Рассмотрим схему доступности видов контроля технического заказчика в стадийности работы внеплановых и плановых Проверок.

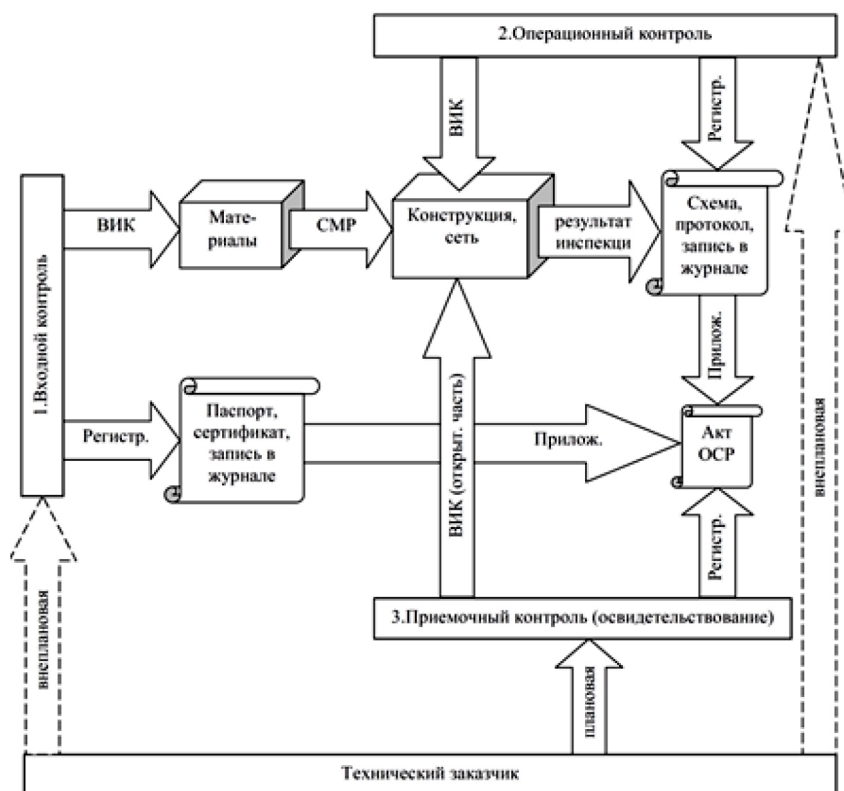


Рис. 1. Приблизительная схема доступности видов контроля заказчика в стадийности работы внеплановых и плановых Проверок

Согласно пп. 5, 6 ПП РФ № 468 [15] две стадии СК из трех (входной и операционный) выполняются подрядчиком, а их должный контроль со стороны заказчика можно осуществить только внезапными периодическими (внеплановыми) Проверками с визуаль-но-измерительным контролем. В обновленном СП 48.13330.2019 [23] такому контролю заказчика дали определение «верификация». Таким образом, внеплановые периодические Проверки относятся больше к входному и операционному контролю, проверяемые техническим заказчиком верификационно, а плановые – к приемочному (освидетельствованию) с совместным контролем технического заказчика и подрядчика.

Основной проблемой входного контроля можно отметить потерю прослеживаемости использования большинства материалов и изделий после выполнения работ. В случае с работами, они могут скрываться последующими, а качество невозможно будет проверить, не разобрав (вскрыв) последующие работы.

Внеплановые периодические Проверки внезапны, прежде всего, для подрядчика, предшествуют плановым. Поэтому именно они часто могут вскрыть такой брак, который невозможно обнаружить при предъявлении работ подрядчиком, а также опровергнуть или подтвердить документальные доказательства (регистрационный контроль) подрядчика относительно качества работ и материалов. Оформляются такие Проверки либо предписаниями подрядчику, либо записями замечаний в общем или специальных журналах в соответствующих разделах и графах.

Плановые Проверки (освидетельствование, совместное контрольное мероприятие) проводятся с вызовом (уведомлением) подрядчиком заказчика и предъявлением ему результатов работ. Плановая Проверка может базироваться на периодических внеплановых посредством контроля устранения выданных замечаний, а также на основе регистрационного контроля документов подрядчика. По результатам данных Проверок оформляются соответствующие акты и другая ИД. При отсутствии документации или вызова на Проверку выдаются замечания или предписания. Также осуществляется разрешение последующих работ, а также их оплата.

Поэтому планирование и проведение плановых Проверок наряду с внеплановыми Проверками имеет первостепенное значение в системе СК.

Порядок СК заказчика и подрядчика в целом соответствует западной модели проведения контроля качества, однако имеет ряд отличий в первую очередь в возможности использования альтернативных инструментов обеспечения процедур, и соответственно общей гибкости систем.

Инструмент планирования Проверок

Основным инструментом низового планирования СК являются схемы операционного контроля качества (СОКК) в составе ППР и ТК. Однако необходимо отметить, что с переходом с плановой экономики на рыночные отношения принципы и характер разработки данного пакета документов остались неизменными и уже не отвечают современным потребностям. Так, передача рабочей документации подрядчику для выдачи замечаний осуществлялась ранее за 6 месяцев до начала строительства (п.5.3 СНиП 1.02.01-85, п.5.2 СН 202-81). В то время как утвержденный ППР на площадке должен был находиться за 2 месяца до начала строительства (п.3.13 СН 47-74, п.1.34 СН 47-67). И если раньше подрядчику давалось не менее 3 месяцев на разработку ППР, то сейчас, после заключения контракта подрядчик обязан сделать то же самое в течение считанных недель. Естественно, за эти сроки такой всеобъемлющий и сложный в планировании документ как ППР невозможно разработать качественно даже поэтапно. Т. е. фактически СОКК сейчас применяются в модельном (типовом) виде или просто формально, а сам документ, как инструмент планирования просто «теряется» в большом объеме данных в составе ППР. В результате планированию СК не уделяется должного внимания, а качество последующих работ зависит в большей степени от подрядчика и его добросовестности, чем от контроля заказчика как такового.

Исходя из названия и формы предусмотрено планирование операционного контроля, т. е. без входного и приемочного. Ниже представлена табличная часть формы СОКК согласно МДС 12-81.2007 [12] и МДС 12-29.2006 [11]:

Наименование технологического процесса и его операций	Контролируемый параметр (по какому нормативному документу)	Допускаемые значения параметра, требования качества	Способ (метод) контроля, средства (приборы) контроля

Рис. 2. Форма СОКК

Планирование следующей стадии приемки (освидетельствование) по результатам контроля, а также его документирование осуществляется посредством оформления актов ОСР, ООК и ОУСИТО на основе указаний в ПОС в составе ПД и общих данных РД согласно п.23 ПП РФ №87 [14] и п.5.3, 5.4, 5.5 РД-11-02-2006. Однако законодательством предусмотрена разработка проектировщиком лишь перечня таких работ, но не полного состава необходимой документации, оформляемой по результатам контроля. Следует отметить, что существует более 200 форм ИД в более чем 25 стандартах (ГОСТ, СНиП, СП, ВСН, РД, СО, СТО). Поэтому часто такой перечень документации разрабатывается подрядчиком и заказчиком дополнительно, либо все решается в самом процессе строительства исходя из опыта и личных предпочтений исполнителей в результате споров с проверяющими, которые не прекращаются до сдачи объекта в эксплуатацию. Все участники вынуждены работать в условиях неопределенности и противоречий, в результате возникают трудности по своевременному оформлению документации, а также дальнейшему получению замечаний к ее составу. По указанным причинам планирование освидетельствования работ представляет одну из труднейших задач, которая напрямую влияет на последующее документальное оформление, а ее неудовлетворительные результаты негативным образом влияют на ритмичность строительства.

В то же время западная практика предполагает разработку и согласование специальных форм планирования контроля качества. В качестве таких общепринятых форм выступает план инспекций (проверок) и испытаний – Inspection & Test Plan – ИТР [1,2,3,4,5,6] (Далее – ППИ), который является ключевым инструментом низового планирования инспекций. Данный документ входит в систему стандартов организаций, а также контракта подряда и является детальным продолжением требований в части политики качества и планов качества системы ISO.

На практике – это документ, в котором осуществляется планирование качества на уровне технического заказчика и подрядчика. В отличие от отечественного аналога СОКК в составе технологических карт и ППР, ППИ охватывает все стадии контроля качества. ППИ разрабатывает представитель контроля качества подрядчика и согласовывает с представителем контроля качества заказчика. Согласованные ППИ должны быть до начала соответствующих работ, т.е. документ допускается готовить поэтапно по мере необходимости, также не редко поставщики и подрядчики предоставляют проекты ППИ с предложениями на участие в закупках. Ниже представлен пример формы ППИ:

Company Logo/ Логотип заказчика	Project name/Наименование строительства INSPECTION AND TEST PLAN (ITP) / ПЛАН ПРОВЕРОК И ИНСПЕКЦИЙ (ППИ)		Page/Стр.		Client Logo/ Логотип инвестора		
			Rev./Изм.				
			Date/Дата				
Document No/ Документ №		Print name/ Ф.И.О	Signature/ Подпись	Name of company/ Наим. организации			
INSPECTION AND TEST PLAN (ITP) FOR EXCAVATION AND BACKFILLING FOR UNDERGROUND UTILITIES/ ПЛАН ПРОВЕРОК И ИНСПЕКЦИЙ ПО РАЗРАБОТКЕ ГРУНТА И ОБРАТНОЙ ЗАСЫПКЕ		Prepared by:/ Подготовлено		Subcontractor/ Субподрядчик			
		Approved by:/ Согласовано		Contractor/ Подрядчик			
		Approved by:/ Согласовано		Company/ Заказчик			
Sr. No/ № п/п	Inspection activity/ Состав работ	Characteristics to be verified/ Проверяемые параметры	Quality control Verification Activity/ Состав контроля	Acceptance Criteria / Specifications/ Критерии приемки, спецификации	Quality Verifying Document (QVD)/ Документ, удостоверяющий качество	Inspection Responsibility/ Ответственность по проверке SCR CR A/E	Remarks/ Примечания

Рис. 3. Пример формы ППИ (ИТР)

В верхней части документа помещается общая информация с названием, реквизитами, данными о согласованиях и прочими данными. Интерес представляет основная часть ниже, которая частично совпадает с графами СОКК. Главным отличием ППИ является наличие граф с зоной ответственности участников строительства по контролю, что обеспечивается определенной кодировкой, а также ссылки на оформляемый по результатам контроля документ.

В заголовках соответствующих столбцов ППИ указываются аббревиатуры участников строительства: SCR, CR, A/E, соответственно: субподрядчик (Subcontractor), подрядчик (Contractor, Main Contractor), технический заказчик (Architect/Engineer). При необходимости, добавляют других участников, например поставщика – VR (Vendor). Данная кодировка позволяет с точностью запланировать как внутренний производственный контроль, так и внешний инспекционный с четкой зоной ответственности по всем участникам, что не предусмотрено отечественной формой СОКК.

На пересечении данных состава выполняемых работ с кодами участников строительства указываются кодировки точек уведомления (Notification points), а также виды контроля:

- HP (Hold Point) – точка удержания, приостановка работ – работы могут продолжаться только с разрешения представителя отдела Качества заказчика с подписанием соответствующих документов.

- WP (Witness Point) – точка освидетельствования – инспекторы должны быть заранее уведомлены о времени проведения проверки и присутствовать в назначенное время, если инспектор не является, работы продолжаются.

- S (Surveillance) – надзор – наблюдение или контроль производства работ, инспекций или испытаний, по необходимости (аналог – ВИК).

- R (Review) – рассмотрение документации – технологий, чертежей или результатов испытаний (аналог – регистрационный контроль).

Первые две и самые важные кодировки относятся к уведомлению инспекции, а остальные – к видам выполняемого контроля, т. е. инспекция планируется в соответствующих графах с простановкой сразу нескольких кодов H/S, W/S, или H/S/R. Подрядчик с техническим заказчиком также могут использовать дополнительные кодировки, соответствующие их потребностям, к примеру: M (Monitoring) – постоянное наблюдение; RE (Records) – запись, оформление документа; T (Test) – испытание. Также рядом можно указывать объем контроля, например 100, или 10 %.

Несмотря на то, что понятие скрытых работ (Covered work) с необходимыми мерами в западной системе качества также присутствует, планирование предъявления работ производится через уведомления, которые более точно и полно помогают фиксировать контроль заказчиком ключевых работ. Точки удержания «НР» ставятся перед заливкой бетоном конструкций, на испытания трубопровода и многих других работ, влияющих на безопасность. В то же время, менее важные работы, к примеру, подготовка поверхности под антикоррозионную защиту, когда необходимо тут же продолжить работу, уведомляется с точкой освидетельствования «WP». В отечественной же системе во всех случаях необходимо подписать акт ОСР, что значительно замедляет или вовсе приостанавливает работу, тем самым лишая строительство ритмичности, в противном случае ставя подрядчика в положение нарушителя.

Данная система контроля качества отражает основную концепцию – полной ответственности подрядчика за качество работ и невозможности Проверки заказчиком качества всего объема работ. Из этого следует, что проверять качество заказчиком целесообразнее выборочно и на самых важных работах, а каких именно – определено и зафиксировано в ППИ. Качество менее важных работ проверяется заказчиком главным образом регистрационно по бумагам (Record Review), доверяя, таким образом, проведенному контролю подрядчика, при этом всегда производя внеплановые Проверки, в том числе с целью подтвердить или опровергнуть правильность его проведения.

Документы, оформляемые по результатам плановой Проверки, имеют обязательную ссылку на ППИ, что обеспечивает соответствие указанным в них стандартам качества. Кроме того, на западе при строительстве крупных объектов с множеством участников все документы часто имеют ссылку на контракт, как на основной документ, которому должны соответствовать работы. А в самом контракте прописывается порядок СК с обязательным применением ППИ. Таким образом, достигается соответствие выполняемых работ запланированным стандартам.

Внеплановые инспекции на западе проводятся аналогично отечественным, с выдачей замечаний (comments), в том числе остановочных (Stop Work Order). Все это расчитано на максимальное качество при экономном использовании ресурсов проверяющих, не нарушая ритмичность работ.

Инструмент уведомления заказчика и предъявления работ

В отечественной системе требование п.11 ПП РФ № 468 [15] на практике часто реализуется при помощи письма или устного звонка проверяющему. В первом случае не обеспечивается оперативность исполнения процедуры, а во втором можно отметить отсутствие документальной фиксации факта вызова. Применение журнала в данном случае не всегда решают проблему юридического подтверждения факта вызова и часто не удобен в практическом применении в случае нахождения представителей СК заказчика и подрядчика в разных местах.

Требования законодательства и типовых контрактов в зарубежной системе исполняются при помощи разрабатываемых стандартов организаций подрядчика, либо заказчика, где подробно описывается процедура предъявления (Inspection Notification Framework – INF) в соответствии с ППИ. В качестве инструмента вызова или уведомления инспектора для предъявления работ, материалов, или испытаний в точках «НР» и «WP» используется форма запроса на инспекцию (Далее – ЗНИ) – Request For Inspection (RFI) или Inspection Request (IR).

Форма выполнена с элементами построения в виде чек-листа (Checklist), который широко распространен на западе уже более 40 лет для облегчения работы специалистов и самоконтроля, как при проведении сложных, так и простых процедур с большим объемом данных.

Если у нас основным массовым документом, оформляемым подрядчиком по результатам СК является акт ОСП, то на западе таким центральным документом в системе ISO, при этом несколько сдвинутым на стадию предъявления является ЗНИ. Т. е., по сути, этот же документ является также инструментом разрешения последующего вида работ в точке «НР», либо выдачи замечаний (comments). ЗНИ является внутренним производственным документом подрядчика и не входит в приемо-сдаточную документацию.

К окончанию работ обозначенных в ППИ подрядчик заполняет форму ЗНИ, к которой прилагает необходимые документы (протоколы, схемы, при необходимости копии листов РД с отметкой маркером участка предъявляемых работ, или фотографии), с указанием места производства с осями, отметками и конкретными позициями. За определенное в контракте время (обычно сутки) направляет форму заказчику, который ее регистрирует и планирует выход инспекции на площадку. В назначенное время вместе с производителем работ собираются представители СК, проверяют работы, материалы, или присутствуют при испытаниях согласно ППИ. При отсутствии замечаний – принимают, а при их наличии – делают записи в этой же форме, но в обоих случаях подписывают форму ЗНИ и делают записи и отметки в соответствующих графах.

Формы ЗНИ регистрируются в электронных таблицах-регистрах (LOG) и отслеживаются на постоянной основе. Далее, вопросы, был ли проверяющий на объекте и осуществлял ли первичное освидетельствование, отпадают. Документ, при необходимости, могут прилагать к формам качества, или предъявлять для получения сертификатов о завершении.

Ниже представлен пример формы ЗНИ:

ЛОГО заказчика и СК			ЗАПРОС НА ИНСПЕКЦИЮ (ЗНИ)					ЛОГО подрядчика и субподрядчика						
№	№	№	№	№	№	№	№	№	№	№	№	№	№	№
График инспекций			Наименование объекта, подобъекта:											
Дата:														
Время:														
Место:														
Номер и пункты схемы операционного контроля качества:														
Описание работ														
Рабочая документация, номер, редакция и др. реквизиты:														
Приложение:														
Решение участников инспекции:			Результат инспекции											
			Отмена (**)		Принято			Отклонено (***)						
Субподрядчик (исполнитель)								К		Н		Д		
СК Подрядчика														
СК Заказчика														
Замечания:														
			Субподрядчик (исполнитель)				СК Подрядчика				СК Заказчика			
ФИО														
Дата														
Подпись														

(*) Отклонено; ЗНИ НЕОБХОДИМО ВЕРНУТЬ в ОФИС СК ЗАКАЗЧИКА в ДЕНЬ ПРОВЕДЕНИЯ ИНСПЕКЦИИ
 ** - по причине неудовлетворительного качества выполненных работ;
 *** - по причине незавершенности работ;
 Д - по причине не предоставленной документации входного и операционного контроля.
 (**) В случае переноса инспекции в течение дня, необходимо поставить отметку в соответствующей клетке

Рис. 4. Пример формы запроса на инспекцию (ЗНИ)

Проведем сравнительный анализ отечественной и зарубежной системы планирования СК (контроля качества).

Таблица 1

Сравнительный анализ отечественной и зарубежной системы планирования СК (контроля качества)

№ п/п	Наименование элемента системы	Система/ практика	Способ реализации
	Законодательное регулирование и стандартизация системы СК	РФ	ГрК РФ, ПП РФ № 468 и другими законодательными актами, а также обязательными и добровольными стандартами
		EURO, USA	Системой ISO, дающей общие требования и цели, а как они должны быть достигнуты (процедуры) разрабатываются участниками строительства через договорные отношения и стандарты организаций
	Инструмент планирования качества	РФ	СОКК в составе ТК и ППР для стадии операционного контроля. Для входного и приемочного контроля – в соответствии с законодательством и др. стандартами
		EURO, USA	ППИ для всех стадий контроля

№ п/п	Наименование элемента системы	Система/ практика	Способ реализации
	Зоны ответственности за контроль и его объем между участниками	РФ	Определено ППРФ № 468, положениями СП 246.1325800.2016, СП 48.13330.2019, через подписание форм документов согласно РД-11-02-2006 и др. стандартов
		EURO, USA	Определяется в ППИ
	Инструмент уведомления заказчика и предъявления работ	РФ	Устно, звонком или электронной почтой заказчику. На практике часто пренебрегается подрядчиком
		EURO, USA	Обеспечивается формой ЗНИ, которая входит в систему планирования ППИ
	Определение охвата работ, состава и форм документации по результатам СК	РФ	Определяется через понятие терминов скрытых работ, ответственных конструкций и сетей ИТО (работ, влияющих на безопасность согласно приказу Минрегиона № 624). Перечень таких работ определяется проектом и РД согласно ПП РФ № 87 и РД-11-02-2006, а также составом форм более чем в 25 стандартах (ГОСТ, СНиП, СП, ВСН, РД, СО, СТО)
		EURO, USA	Разрабатывается специалистом КК подрядчика и согласовывается специалистом КК тех.заказчика в ППИ

Из произведенного анализа можно отметить, что в зарубежной системе качества в строительстве все данные о контроле, его видах, зоне ответственности между участниками строительства, а также определение конкретной формы документа по результатам контроля консолидированы в едином документе – ППИ. Также можно отметить гибкость зарубежной системы качества через планирование точек уведомления, а также наличие эффективного инструмента в виде ЗНИ.

В то же время отечественная система не предполагает такого единого документа планирования, а порядок СК и другие необходимые данные для его проведения необходимо искать во множестве законов, обязательных и добровольных стандартах, в которых часто можно легко запутаться или неправильно их интерпретировать. Жесткость системы СК, в том числе через систему обязательных унифицированных форм документов, а также отсутствие практических инструментов обеспечения уведомления заказчика снижает эффективность СК.

Необходимо также отметить, что основной проблемой при подписании акта ОСР является несоблюдение процедуры предъявления работ, когда производитель работ всю ответственность по предъявлению «скидывает» через ИД на ПТО, либо ставит в вину отсутствие должного контроля заказчику, скрывая работы. Форма ЗНИ в этом плане может стать более эффективным инструментом, чем акт ОСР, так как она фиксирует не просто положительный результат, но и факт вызова и предъявления на плановую Проверку на все необходимые работы, а не только скрываемые.

Несмотря на то, что согласно п.7 статьи 53 ГрК РФ замечания должны быть оформлены в письменном виде, на практике касательно стадии приемки, заказчиком, как пра-

вило, просто не подписываются акты ОСР до положительного результата. Форма ЗНИ в этом плане обладает еще одним преимуществом в виде возможности объединения под собой нескольких функций разных типов документов:

ЗАПРОС+ПРЕДЪЯВЛЕНИЕ=РЕЗУЛЬТАТ (ПРИЕМКА ИЛИ ЗАМЕЧАНИЯ)

Таким образом, документ является более функциональным и добавляет необходимой оперативности, когда не требуется искать отдельный документ замечаний, выяснять, были ли они, и прочие излишние действия при Проверках. Кроме того, это позволяет аккумулировать информацию по выявленному браку при приемке работ, что дает возможность получения статистических данных и соответственно предупредительных и/или мотивационных мер для более эффективного менеджмента.

Данная форма с успехом используется в коммерческом строительстве на объектах систем Сибур, НИПИГАЗ, STL, TOTAL, TECNIMONT. Более того, на некоторых объектах процедура подписания документов на оплату за выполненные работы по форме ЗНИ закреплена с минимальным набором документов – геодезической схемой, паспортами и результатами испытаний. Это позволяет осуществлять и фиксировать контроль много оперативнее, чем ждать неделями или месяцами подписанного комплекта ИД.

Вывод

В результате произведенного анализа можно сделать вывод, что позаимствованная на западе система ISO не работоспособна в системе отечественного СК в первую очередь по причине жесткости системы не только подробных стандартов, но и законодательства. Устаревшие формы документов и порядок их ведения не дают в полной мере реализовать принципы западной системы качества, разработанной для рыночных отношений. И регуляторная гильотина с переводом большинства нормативов в разряд рекомендованных производится также и с данной целью. Однако, что может быть взамен единственному стандарту по организации строительства СП48.13330.2019, и как участникам сейчас осуществлять планирование процедур качества?

С целью исключения споров и противоречий в процессе строительства назрела необходимость изменения требования законодательства касательно определения перечня скрытых работ, ответственных конструкций и участков инженерно-технического обеспечения проектировщиком. Сама идея разработки перечня документации по строительному контролю проектировщиком не выдерживает критики. Это все равно что, производитель работ будет планировать порядок проектирования. Кроме того, трактовка требования вводит в заблуждение участников строительства, ограничивает оформление ИД актами согласно РД 11-02-2006 [] и не дает точного понимания о полном составе необходимой документации. Вместо этого должен быть полноценный перечень необходимой документации по результатам СК.

Внедрение вместо СОКК в составе громоздкого ППР и ТК предлагаемой отдельной формы ППИ, под каждый комплекс работ увеличит точность планирования СК, а также исключит споры по соответствующему оформлению документации. Т. е. кроме регуляторной гильотины необходимо также аккуратное скальпирование законодательства, уменьшив в нем описание порядка до минимума, обозначив четкие цели и полностью

заменяв наименования инструментов типа актов и журналов на «документы», а при необходимости указания минимального состава данных формы делать это в черной строчке без приведения образца, оставив функцию детализации добровольным стандартам, в том числе стандартам организаций.

Применение концепции точек удержания и освидетельствования, как элементов планирования уведомления заказчика вместо определения документации через неудобные термины «скрытых работ» и «ответственных конструкций» может разгрузить участников строительства и даст четкую зону их ответственности за производимый вид контроля.

Включение в функционал представителя СК подрядчика разработку ППИ повысит уровень специалистов, а также качество строительства, так как и контроль и его планирование со стороны подрядчика являются по сути одной не делимой задачей.

Кроме того, с переводом большинства отечественных стандартов в разряд не обязательных форма ППИ может стать основным документом, через который будет осуществляться согласование применяемых добровольных стандартов и стандартов организаций о порядке осуществления СК, а также необходимых параметров качества для подтверждения соответствию техническим регламентам.

Форма ЗНИ может стать важнейшим инструментом оперативного уведомления заказчика, предъявления работ и первичного оформления его результатов. Т. е. фактически стать в значительной части заменой существующим актам освидетельствования, обеспечив бесперебойное производство работ путем ограничения подписания документа лицами, напрямую ответственными за качество без «размывания» ответственности между членами большой комиссии.

Кроме того, данная система позволит сделать взаимодействие участников строительства, и в особенности производителей работ, более прозрачной, контролируемой и управляемой.

Все это может настроить систему СК, сломав нынешнюю ситуацию, когда качество строительства полностью зависит от подрядчика и его добросовестности, чем, собственно, от контроля.

Однако внедрение эффективной системы планирования СК поможет не только вскрыть допущенный подрядчиком брак, который ранее не был выявлен, но и показать недостаточность действующих норм касательно численности специалистов СК заказчика. Численность специалистов согласно ПП РФ № 468 [], разработанного, главным образом, для строительства дорог, занижает реальную потребность для остальных видов не линейных объектов, что видно также и по несоизмеримым объемам ИД.

Литература

1. Ashford, John L., The management of quality in construction / John L.Ashford. First edition 2003.
2. Chung, H.W. (Hung W.) Understanding quality assurance in construction: a practical guide to ISO9000/ H.W.Chung, 2002.
3. John Wiley & Sons, Inc. Construction Contract Administration Practice Guide., The Construction Specifications Institute. Hoboken, New Jersey 2011.
4. Noble, Patrick J. Process plant construction: a handbook for quality management 1st Edition, 2009.
5. O'Brien, James Jerome, Construction inspection handbook: quality assurance and quality control/ James 1. O'Brien.-3rd ed. 1989.

6. Urizar M., Halim E.-S.A. Construction Supervision QC + HSE Management in Practice. Quality Control, OHS, and Environmental Performance Reference Guide 2015.

7. Гаванде А. Чек-лист. Как избежать глупых ошибок, ведущих к фатальным последствиям. Хантеру, Хэтти и Уолкеру © 2009, 2010 by Atul Gawande © Издание на русском языке, перевод, оформление. ООО «АЛЬПИНА ПАБЛИШЕР», 2014 © Электронное издание. ООО «Альпина Паблишер», 2014.

8. ГОСТ Р ИСО/ТО 10013-2007 Менеджмент организации. Руководство по документированию системы менеджмента качества [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://docs.cntd.ru/document/1200057636>.

9. Гражданский кодекс Российской Федерации часть 2 [Электронный ресурс]. Режим доступа: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_law_9027/

10. Градостроительный кодекс Российской Федерации от 29.12.2004 № 190-ФЗ [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://docs.cntd.ru/document/901919338>.

11. МДС 12-29.2006 Методические рекомендации по разработке и оформлению технологической карты [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://docs.cntd.ru/document/1200049823>.

12. МДС 12-81.2007 Методические рекомендации по разработке и оформлению проекта организации строительства и проекта производства работ [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://docs.cntd.ru/document/1200048882>.

13. Постановление Правительства РФ от 01 февраля 2006 г. № 54 О государственном строительном надзоре в Российской Федерации (с изменениями на 18 июля 2019 года) [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://docs.cntd.ru/document/901967210>.

14. Постановление Правительства РФ от 16. Февраля 2008 г. № 87 О составе разделов проектной документации и требованиях к их содержанию [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://docs.cntd.ru/document/902087949>.

15. Постановление Правительства РФ от 21 июня 2010 г. № 468 О порядке проведения строительного контроля при осуществлении строительства, реконструкции и капитального ремонта объектов капитального строительства [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://docs.cntd.ru/document/902222619>.

16. Приказ министерство строительства и жилищно-коммунального хозяйства РФ от 5 июля 2018 года № 398/пр Об утверждении Типового государственного (муниципального) контракта на строительство (реконструкцию) объекта капитального строительства и информационной карты указанного типового контракта [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://docs.cntd.ru/document/542629177>.

17. РД-11-02-2006 Требования к составу и порядку ведения исполнительной документации при строительстве, реконструкции, капитальном ремонте объектов капитального строительства и требования, предъявляемые к актам освидетельствования работ, конструкций, [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://docs.cntd.ru/document/542611783>.

18. Серых А. Понятие технической нормы и его юридические последствия его применения – [Электронный ресурс]. Режим доступа: www.normacs.info/articles/452.

19. Серых А. Реализация общеевропейских принципов строительного нормирования и стандартизации в странах европейского союза [Электронный ресурс]. Режим доступа: netess.ru/3knigi/972884-1-realizaciya-obscheevropeyskih-principov-stroitel'nogo-normirovaniya-standartizacii-stranah-evropeyskogo-soyuza-serih-tehniches.php.

20. Серых А. Реформирование системы технического нормирования в строительной отрасли Российской Федерации [Электронный ресурс]. Режим доступа: www.normacs.info/uploads/ckeditor/attachments/4900/Presentation_Seryh_2020.pdf

21. Серых А. Система нормативных документов для строительной отрасли [Электронный ресурс]. Режим доступа: www.normacs.info/articles/853.

22. СП 246.1325800.2016 Положение об авторском надзоре за строительством зданий и сооружений [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://docs.cntd.ru/document/1200133993>.

23. СП 48.13330.2019 Организация строительства СНиП 12-01-2004 [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://docs.cntd.ru/document/564542209>.

24. СТО НОСТРОЙ 2.33.51-2011. Организация строительного производства. Подготовка и производство строительных и монтажных работ. Москва 2012. – [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://nostroy.ru/department/metodolog/otdel_tekhnicheskogo_regulir/sto/%D0%A1%D0%A2%D0%9E%20%D0%9D%D0%9E%D0%A1%D0%A2%D0%A0%D0%9E%D0%99%202.33.51-2011.pdf

25. СТО ССК УрСиб 05-2016 Стандарт организации Союз строительных компаний Урала и Сибири. Организация строительного производства. Общие положения. [Электронный ресурс]. Режим доступа: http://xn--90anfydaco.xn--p1ai/qms/1_tekhnicheskoe_regulirovanie/20161020/st_ssk_05_2016.pdf.

26. Федеральный закон «О техническом регулировании» от 27.12.2002 № 184-ФЗ [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://docs.cntd.ru/document/901836556>.

27. Федеральный закон «Технический регламент о безопасности зданий и сооружений» от 30.12.2009 № 384-ФЗ [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://docs.cntd.ru/document/902192610>

28. Федеральный закон «О стандартизации в Российской Федерации» от 29.06.2015 № 162-ФЗ [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://docs.cntd.ru/document/420284277>.

29. Цопа Н. В., Карпушкин А. С., Горин А. К. Исследование влияния камерального фактора на процедуру строительного контроля [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=44061237>.

30. Цопа Н. В., Карпушкин А. С., Горин А. К. Исследование теоретических и методических особенностей процедуры проведения строительного контроля [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=43076104>.

УДК 69.057

Валерия Сергеевна Колесниченко, студент
(Санкт-Петербургский государственный
архитектурно-строительный университет)
E-mail: kolesnichenko.lera@mail.ru

Valeriia Sergeevna Kolesnichenko, student
(Saint Petersburg State University
of Architecture and Civil Engineering)
E-mail: kolesnichenko.lera@mail.ru

СОКРАЩЕНИЕ СРОКОВ СТРОИТЕЛЬСТВА ЭНЕРГОБЛОКА № 2 ЛЕНИНГРАДСКОЙ АЭС-2 С ПОМОЩЬЮ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ТЕХНОЛОГИИ «OPEN-TOP»

REDUCTION OF THE CONSTRUCTION TERMS OF THE POWER UNIT No 2 OF THE LENINGRAD NPP-2 WITH THE USE OF THE OPEN-TOP TECHNOLOGY

В данной работе рассматривается применение технологии совмещенного монтажа или метода «open-top». Такая технология применялась при строительстве нескольких атомных электростанций по всему миру. Метод помог сократить сроки сооружения энергоблоков № 1 и № 2 на Ленинградское АЭС-2. Подробная последовательность применения, выявление основных рисков, отражение использования на критическом пути календарного графика, оценка технической и технологической возможности применения описаны в статье. Выявлена необходимость создания и использования визуальной модели для создания Multi-D объединенного графика с целью устранения возможных пересечений работ и определения основных контролируемых процессов, требующих повышенной точности выполнения.

Ключевые слова: строительство АЭС, календарное планирование, технология «open-top», монтаж реактора, сокращение сроков, совмещенный монтаж.

This article discusses the application of the combined editing technology or the „open-top“ method. This technology has been used in the construction of several nuclear power plants around the world. The method helped to reduce the construction time for power units No. 1 and No. 2 at the Leningrad NPP-2. A detailed sequence of application, identification of the main risks, reflection of the use on the critical path of the schedule, assessment of the technical and technological applicability are described in the article. The necessity of creating and using a visual model for creating a Multi-D combined schedule in order to eliminate possible intersections of work and determine the main controlled processes that require increased accuracy of execution is revealed.

Keywords: NPP construction, scheduling, open-top technology, reactor installation, time reduction, combined installation.

При строительстве атомных электростанций возведение здания реактора – самый трудоемкий и ответственный процесс, располагаясь в календарном графике на критическом пути, определяет продолжительность строительства АЭС. Постоянно повышающиеся требования к безопасности функционирования объектов атомной энергетики неизбежно увеличивают количество и вес конструктивных элементов и оборудования, тем самым усложняют строительно-монтажные процессы. Значительное увеличение сроков проекта приводит к удорожанию, из-за роста затрат на содержание промышленных и человеческих ресурсов, инфляционное удорожание материальных ресурсов, дополнительные затраты по кредитным обязательствам. Поэтому для сокращения продолжительности строительства необходимо задействовать технологии сокращающие сроки строительно-монтажных работ.

Яркий пример сокращения продолжительности возведения реакторного здания – строительство Энергоблока № 2 ЛАЭС-2, где для монтажа корпуса реактора, компенсатора давления, парогенераторов, корпусов главных циркулярных насосов и трубных блоков главного циркулярного трубопровода была применена технология «Оpen-Тор». Термин «Оpen-Тор» в русскоязычной практике используется также как «совмещенные работы» или «совмещенный монтаж» [1].

Положительный опыт использования данной технологии ранее был представлен в мировом опыте при возведении реакторной установки Балаковской АЭС (1980–1990 гг.), АЭС «Козлодуй» в Болгарии (1970-1975 гг.), АЭС Lungmen в Тайвани (1997–2014 гг.). На рис. 1 и 2 [2] представлен монтаж корпуса реактора и парогенератора на Балаковской АЭС.



Рис. 1. Монтаж корпуса реактора на Балаковской АЭС

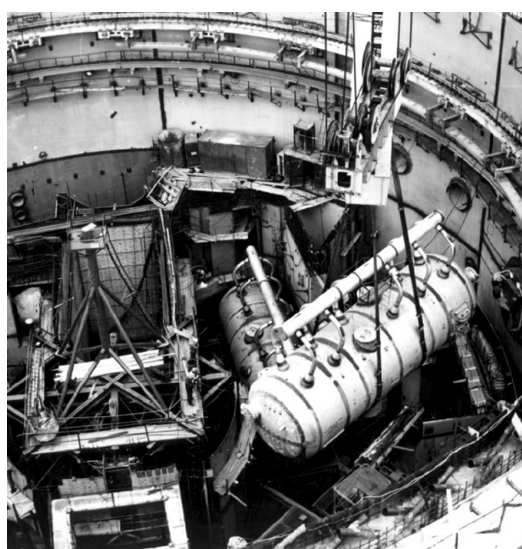


Рис. 2. Установка оборудования в боксах парогенераторов

Традиционный метод монтажа оборудования предусматривает производство операций полярным краном через технологический проем, в который впоследствии монтируется

транспортный шлюз, часть гермооболочки здания реактора энергоблока. Транспортный коридор находится на нулевой отметке и все элементы перемещаются в здание в горизонтальном положении после укрупнительной сборки. Непосредственно кантование оборудования производится уже внутри здания.

По технологии «Open-Top» монтаж ведется открытым способом через купол, поэтому количество монтажных операций значительно сокращается (с 8-ми до 3-х), что положительно отражается на продолжительности работ. Появляется возможность совмещения большего количества СМР. Для апробации и введения технологии «Open-Top» в использование была спроектирована кинематическая трехмерная модель тяжелого гусеничного крана Liebherr LR 11350 (рис. 3) [3].

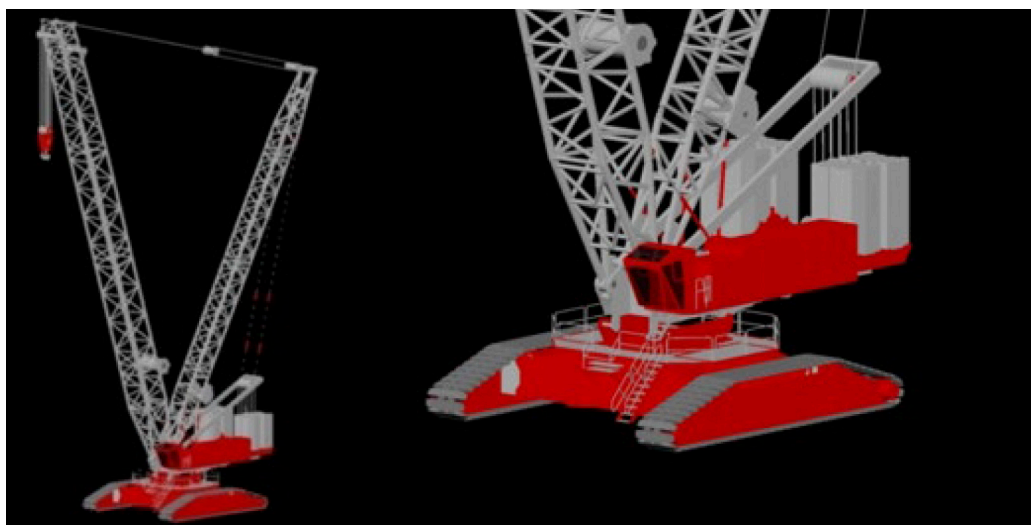


Рис. 3. Модель гусеничного крана Liebherr LR 11350

Для оценки возможности и эффективности использования рассматриваемого метода возведения использовалась Multi-D технология моделирования на стадии разработки проекта. Была произведена оценка сроков строительства, контрольных точек поставок материальных и технических ресурсов, объемы освоения капитальных вложений по периодам, потребности в рабочих. С помощью визуального моделирования строительства были обозначены основные технологические сложности процесса:

- перемещение корпуса реактора необходимо производить не в горизонтальном положении, как ранее, а в вертикальном, и подача производится над зданием энергоблока. Процесс такелажирования корпуса необходимо произвести с необходимой точностью без повторного опускания (рис. 4) [4];
- при опускании корпуса реактора расстояние между патрубками и балками полярного крана составляет 750 мм;
- вес самого тяжелого из монтируемых элементов – 327 тонн [5];
- высокая точность совмещения осей монтируемых элементов и проектного положения, установленный допуск – 1 мм.

Монтажные операции необходимо выполнять с помощью высокоточного оборудования, задействовать приборы, фиксирующие вес груза, погодные изменения, скорость подъема и перемещения груза.

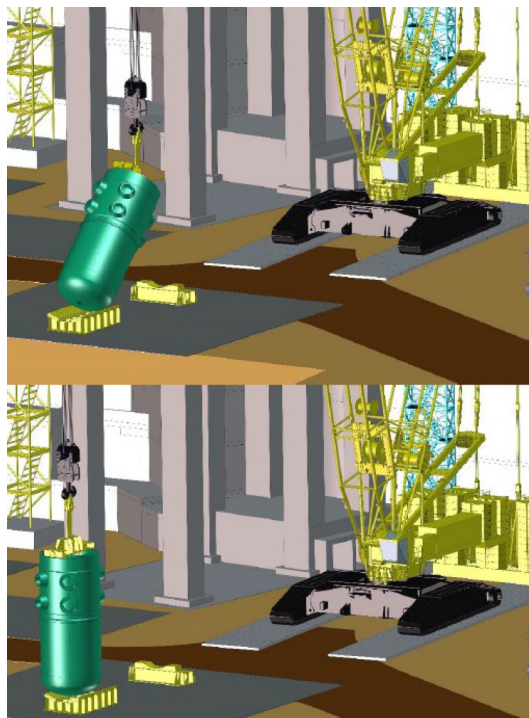


Рис. 4. Подъем корпуса реактора в вертикальное положение

Для эффективно использования технологии были выделены границы выполнения строительно-монтажных работ в пределах армоблоков реактора UJA, UJB, UBВ, UВР, UКА до высотной отметки +26,300 м и определен список выполняемых процессов в выделенной зоне [6]:

- на начало работ в заданных границах должны быть выполнены строительные работы до отметки +26,300 м, после чего установлено временное перекрытие шахты реактора, шахт ревизии и бассейна выдержки;
- создание зоны «чистого» монтажа, включая тепловой контур, санпропускник, временную канализацию, временные туалеты;
- предварительный монтаж корпуса реактора, компенсатора давления, парогенераторов, корпусов главных циркулярных насосов и блоков трубопроводов главного циркулярного трубопровода;
- выполнение всего спектра работ в пределах границ (тепломеханических, электрических, вентиляционных, теплоизоляционных);
- совмещенное выполнение строительно-монтажных работ по устройству внешней защитной оболочки, наружной защитной оболочки и обстройки здания выше отм. +26,300 м.

Из объединенного графика с учетом обязательного выполнения нескольких условий было выявлено сокращение продолжительности строительства на 8 месяцев [7]. Макет календарного графика представлен на рис. 5. Обязательные условия:

- разработка РД строительной части армоблока UJA за 1 год до начала бетонирования;
- разработка в составе РД технологии СМР по UJA, а именно ППР, технологические регламенты, технологические карты;
- спецификации на оборудование и материалы должны быть выданы на стадии П.

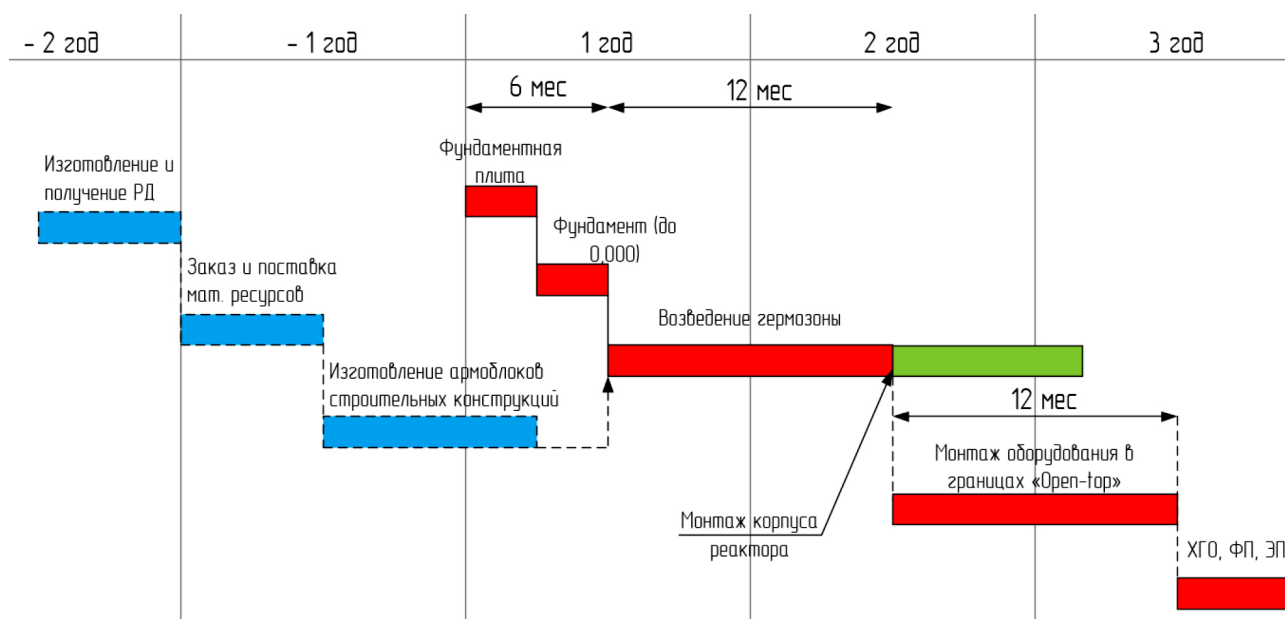


Рис. 5. Макет календарного графика с использованием технологии «Open-top»

В ходе проектирования и исследования были выявлены основные риски применения метода: задержка сроков выдачи ПД, РД, ППР, заказных спецификаций; срывы графика из-за повторного такелажирования и кантования объемных блоков; задержка поставки реакторного оборудования и различных комплектующих; нарушение контроля работы кранов, выполняющих операции особой точности.

В результате технология «Open-top» при возведении энергоблоков № 1 и № 2 была применена впервые в российской истории [10]. При монтаже всех составляющих (корпуса реактора, компенсатора давления, парогенераторов, корпусов ГЦН и трубных блоков ГЦТ кантование и такелаж были произведены с заданной точностью с первого раза. При сравнении с традиционным методом монтажа, совмещенный монтаж реакторного оборудования с возведением купольной части и оборудованием гермозащитной оболочки сократило продолжительность строительства на 8 месяцев [6]. Экономически оправдалась целесообразность увеличения затрат на привлечение большегрузного гусеничного крана для подъема оборудования. Успешный опыт внедрения технологии «open-top» при строительстве ЛАЭС-2 позволяет использовать ее в реализуемых и будущих проектах, имея достаточный референтный опыт использования метод может быть переведен в форму стандарта. Также при анализе и разработке проекта подтвердилось эффективное применение визуального моделирования и технологии Multi-D объединенного графика для строительства АЭС.

Литература

1. Атомный проект: журнал, выпуск десятый / Нижегородская инжиниринговая компания «Атомэнергопроект» Торговый Дом «ТМК», 2011. 92 с.
2. Инновационное проектирование: журнал, выпуск пятый / Издательство «Литера», главный редактор Лимаренко В., 2012. 191 с.
3. Строительство в атомной отрасли: информационно-аналитический журнал, выпуск №110 / ОЦКС «Росатом», главный редактор Лимаренко В., 2019. 103 с.

4. Апостол М. А., Поповченко Д. А. Технология «Open-top» при строительстве ЛАЭС-2 // Отдел 3D-проектирования и Управление СМТ в ПКФ АО «Концерн Титан-2».
5. Мирющенко Е. Ф. Новые технологии сооружения объектов использования атомной отрасли // Москва, 2015.
6. Соглашение по применению системы кодирования KKS / ОАО «Атомпроект» // 2013.
7. Лиморенко В. И. О построении системы управления жизненным циклом сложных инженерных объектов на примере инжиниринговой компании // Журнал «проектирование промышленных объектов», 2011. 6 с.
8. Конусбаев Р. Е. Новые технологии в строительстве АЭС // Научно-практический электронный журнал Аллея Науки. М.: 2018.
9. Блинов А. В. Опыт ввода в эксплуатацию энергоблока № 4 Калининской АЭС / ОАО «Атомэнерго», 2009.
10. Государственная корпорация по атомной энергии «Росатом»: официальный сайт. URL: <http://www.rosatom.ru/> (Дата последнего обращения: 01.03.2021).
11. АЭС «Белене» Основные подходы к организации строительства / Оргэнергострой // Москва, 2015.

УДК 69.3:001

*Кристина Денисовна Кочетова, студент
Руслан Вячеславович Хачиев, студент
Александра Игоревна Касаткина, студент
(Санкт-Петербургский государственный
архитектурно-строительный университет)
E-mail: k.kochetova16@gmail.com,
ruslanhachiev@mail.ru,
sashakasatkina7@gmail.com*

*Kristina Denisovna Kochetova, student
Ruslan Viacheslavovich Khachiev, student
Alexandra Igorevna Kasatkina, student
(Saint Petersburg State University
of Architecture and Civil Engineering)
E-mail: k.kochetova16@gmail.com,
ruslanhachiev@mail.ru,
sashakasatkina7@gmail.com*

**ОСОБЕННОСТИ ВНЕДРЕНИЯ BIM-ТЕХНОЛОГИЙ
В ОРГАНИЗАЦИЮ СТРОИТЕЛЬНОГО ПРОИЗВОДСТВА В РОССИИ**

**FEATURES OF IMPLEMENTATION OF BIM TECHNOLOGIES
IN THE ORGANIZATION OF CONSTRUCTION PRODUCTION IN RUSSIA**

В статье рассматриваются основные проблемы внедрения BIM-технологий в строительное производство. BIM – это цифровые физические и функциональные характеристики объекта, охватывающие не только геометрию здания. BIM учитывает различные факторы и информацию об объекте, его элементах, географию и другие данные, включая его влияние на окружающую среду.

Чтобы погрузиться в проблему, был проведен анализ статей, раскрывающих проблемы строительной отрасли за последние 5 лет. Представленные в списке зарубежные статьи основаны на анализе обзорных статей. Целью данной статьи является выявление проблем, связанных с внедрением BIM-технологий в строительной отрасли не только в зарубежных странах, но и в России. В статье также проводится анализ основных проблем внедрения BIM технологий на основе проведенного онлайн-анкетирования среди группы студентов и строительных компаний, произведен анализ текущего уровня освоения BIM технологий в Российской Федерации.

Ключевые слова: BIM-технологии; BIM; инновационные технологии; строительство; инновации, моделирование, проектирование, внедрение, программное обеспечение, цифровые характеристики объекта.

The article deals with the main problems of implementing BIM-technology in construction production. BIM is a digital physical and functional characteristics of an object, covering not only the geometry of the building. BIM takes into account various factors and information about the object, its elements, geography and other data, including its impact on the environment.

To dive into the problem, an analysis of articles revealing the problems of the construction industry in the last 5 years was conducted. The foreign articles presented in the list are based on the analysis of review articles. The purpose of this article is to reveal the problems related to the attempt to implement BIM-technologies in the construction industry not only in foreign countries, but also in Russia. The article also analyzes the main problems in the implementation of BIM technologies on the basis of an online questionnaire among a group of students and construction companies and analyzes the current level of BIM technology adoption in the Russian Federation

Keywords: BIM technologies; BIM; innovative technologies; construction; innovation, modeling, design, implementation, software, digital characteristics of the object.

В настоящее время строительная отрасль очень быстро развивается. В условиях необходимости проектирования в короткие сроки, увеличения объемов проектной документации, расчета характеристик производительности, взаимодействия большого количества участников жизненного цикла строительного проекта интегрированная ин-

формационная модель здания становится неотъемлемым атрибутом. BIM-модель как интеллектуальный источник огромного количества взаимосвязанной информации об объекте строительства и BIM-технология как основа для управления этой информацией, а также платформа для взаимодействия всех специалистов в области проектирования, строительства, эксплуатации.

На сегодняшний день многие страны стали рассматривать информационное моделирование строительства в качестве обязательного требования для реализации строительных проектов, цель данной статьи - выяснить, насколько осведомлены строители о доступности таких информационных технологий и какие проблемы препятствуют внедрению BIM.

В статье [1] подчеркивается, что развитию BIM в Йемене препятствуют финансовые ограничения, неполные знания и некомпетентность персонала, ненадлежащее использование потенциала технологий BIM, а также отсутствие государственной поддержки.

В статье [2] рассматривается внедрение информационного моделирования в развивающихся странах на примере Индии. Авторы статьи отмечают, что индийские архитекторы и строители знают весь потенциал BIM технологий, но они практически не реализуются в строительном секторе.

В научной публикации [3] отмечается, что в итальянском строительном секторе технологические инновации BIM систем не могут существовать в полной мере самостоятельно, они обязательно должны поддерживаться широкой осведомленностью заинтересованных сторон, стремиться к повышению квалификации и компетентности персонала, а также к реальному изменению подхода к этой проблеме в современной строительной отрасли.

Авторы работы [4] поставили перед собой цель определить, какие внешние факторы способствуют внедрению BIM-технологий в Корею. В ходе онлайн-опроса сотрудников строительной компании было установлено, что эффективное внедрение и использование BIM-технологий требует, прежде всего, организационной поддержки. Эту же цель преследовали авторы статьи [5], которые определили следующие факторы, способствующие внедрению BIM технологий в строительных компаниях Доминиканской Республики: технологические знания, простота внедрения, стоимость внедрения, совместимость с другими компьютерными технологиями, размер компании, а также желание компании занять лидирующую позицию в области инноваций.

Исследование [6] предоставляет способы повышения осведомленности о принятии и внедрении BIM, в частности, путем увязывания права собственности на BIM с повышенным восприятием потенциальных преимуществ BIM в строительных организациях. Несмотря на значительный прогресс во внедрении технологий BIM в строительном секторе Турции, авторы работы [7] отмечают, что для достижения глобальных целей необходимо установить стандарты BIM, стимулировать внедрение технологий в строительной отрасли, получить поддержку со стороны государства, оценить важность обучения и применения этих технологий, а также провести технологическую адаптацию процесса.

Анализируя вышеперечисленные публикации, рассмотрим ситуацию с использованием BIM-технологий в России. Россия включилась в процесс внедрения BIM-технологий в практику проектирования и строительства. BIM-технологии поддерживаются на го-

сударственном уровне: в 2014 году Министерство строительства РФ издало приказ «Об утверждении плана постепенного внедрения технологий информационного моделирования в сфере промышленного и гражданского строительства». В 2017 году утверждена «дорожная карта» по внедрению технологий информационного моделирования зданий на всех этапах жизненного цикла.

Утвержденный документ отражает такой важный аспект, как стандартизация, и предусматривает разработку национальных стандартов BIM для этапов проектирования, строительства, эксплуатации и сноса зданий, а также согласование нормативных и технических требований.

В условиях большого дефицита квалифицированных кадров, обладающих новыми навыками и способных внедрять BIM-технологии, у государства есть понимание необходимости подготовки специалистов для использования информационного моделирования в области промышленного и гражданского строительства. Система образования, будучи консервативной, не может быстро реагировать на подобные вызовы, систематически BIM-технологиям в вузах практически не преподают. Для развития технологии BIM необходимы образовательные стандарты и новые образовательные программы, отвечающие новым требованиям.

В рамках исследования эксперты PropTech [9] проанализировали текущий уровень использования BIM-технологий и инновационных решений в области проектирования в России и в мире на 2020 год (рис. 1).



Рис. 1. Показатели использования BIM-технологий в России и в мире на 2020 год

Но даже в странах, где BIM-технологии находятся на наиболее высоком уровне развития, также возникают сложности при внедрении и расширении BIM-технологий.

На графике представлены основные проблемы внедрения BIM в Европе (рис. 2).

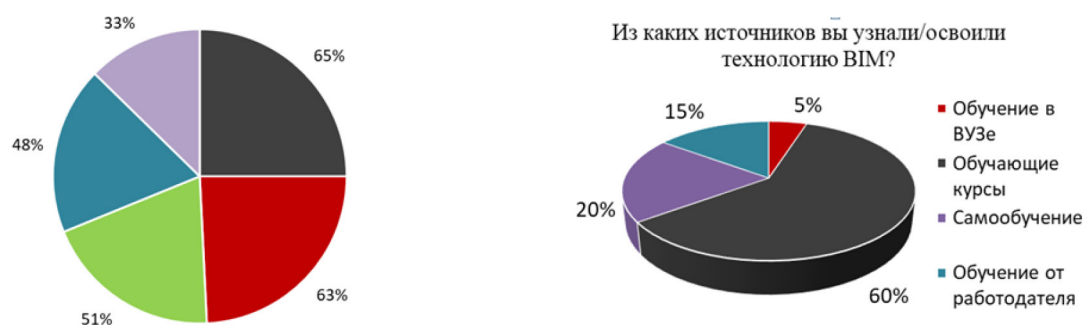


Рис. 2. Основные проблемы внедрения по опросу («main barriers to using BIM») британского «National BIM Report 2019»

В рамках исследования был проведен опрос среди группы студентов и строительных компаний при помощи онлайн-анкетирования основными вопросами которого являлись:

1. Знаете ли вы, что такое технология BIM? Если да, то как вы узнали/освоили данную технологию?

2. Использует ли ваша организации технологии BIM при реализации строительных проектов?

3. Считаете ли вы, что использование технологии BIM наиболее эффективно, чем традиционное проектирование?

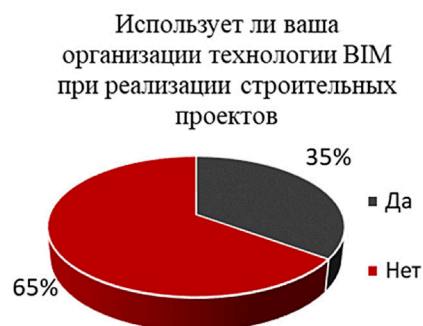


Рис. 3. Результаты опроса в рамках исследования «Уровень применения BIM в России»

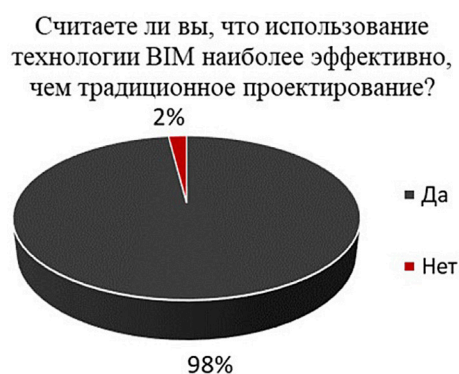


Рис. 4. Результаты опроса среди строительных компаний России

К сожалению, внедрение BIM технологий в России происходит значительно медленнее, чем в Европе, однако, это не меняет актуальности данной темы для специалистов в отрасли строительства.

В отчете ГК ПИК указано, что в качестве основных ограничителей внедрения BIM-технологий называют, прежде всего, проблемы инфраструктурного характера – отсутствие системы государственных стандартов реализации проектов с применением технологий информационного моделирования, недостатки нормативной базы.

Зимой 2021 года нами был проведен подобный опрос среди 16 строительных компаний России.

В ходе опроса было выявлено, что количество строительных компаний, использующих технологию BIM гораздо меньше нежели в других странах, но показатель растет с каждым годом. Большинство студентов знают о существовании технологии BIM, однако освоение данной технологии весьма затруднительно.

Также в ходе опроса были выявлены главные проблемы внедрения BIM-технологий в производственный процесс в России:

- высокая стоимость программного обеспечения;
- затраты технического и материального характера на обучение сотрудников;
- дополнительное программное обеспечение для проведения расчетов;
- изменение подхода к проектированию в целом и кадровых перестановках;
- поиск узконаправленных кадров в области информационного моделирования;
- стоимость проектирования с использованием BIM гораздо выше обычных чертежей.

Несмотря на все выявленные недостатки эффективность BIM технологий очевидна и имеет весомые преимущества:

- сокращение издержек и сроков проведения строительства;
- осуществляется полный контроль процесса в реализации проектов;
- обеспечивается высокое качество при проектировании проектов и производства работ;
- выявление конфликтных ситуаций и способов их решения;
- обеспечивается целенаправленное использование средств;
- оптимизация порядка выполнения строительных работ;
- сотрудничество между заинтересованными сторонами становится проще, благодаря визуализации проекта и соответственно происходит более глубокое понимание проектных предложений.

Современные российские строительные компании успешно используют BIM технологии в своих проектах. Так были построены олимпийские объекты в Сочи: стадион «Фишт» (рис. 5) и дворец зимнего спорта «Айсберг» (рис. 7); стадионы к ФИФА-2018: «Газпром Арена» и «Волгоград Арена». Информационное моделирование также использовалось при проектировании аэропорта Домодедово-2 в Москве и строительстве «Лахта Центра» в Санкт-Петербурге (рис. 6). Благодаря преимуществам BIM-технологий, всего за месяц был построен коронавирусный центр в районе подмосковной деревни Голохвастово.

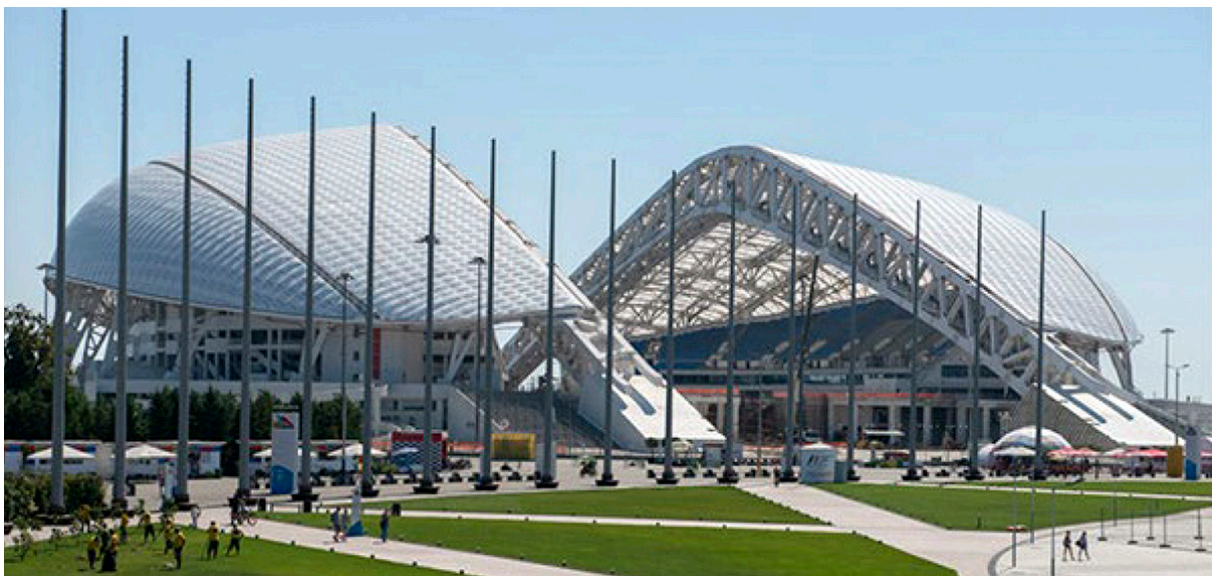


Рис. 5. Стадион «Фишт» г. Сочи



Рис. 6. «Лахта Центр» г. Санкт-Петербург



Рис. 7. Дворец зимнего спорта «Айсберг»

Заключение

Как показывает анализ рассмотренных статей и проведенное нами исследование, основными проблемами внедрения BIM-технологий в строительной отрасли являются: отсутствие полного пакета регламентирующих документов по BIM, хотя в России уже

разработаны и утверждены семь ГОСТ Р и четыре СП, соответствующие международным стандартам ISO, недостаточная заинтересованность и неосведомленность строительных организаций, стоимость внедрения и совместимость с другими компьютерными технологиями, финансовые ограничения, сложность создания BIM-модели, недостаток знаний и др. Также важно внедрять BIM не только на стадии проектирования, но и на других этапах жизненного цикла строительной продукции. BIM технологии, безусловно, помогают не только лучше реализовывать проекты, но и, несомненно, сокращают сроки строительства, сказываются на качестве строительной продукции и в несколько раз упрощают работу сотрудников, что перекрывает все недостатки в использовании этих программ. Все вышесказанное доказывает нам, что использование BIM технологий только улучшит строительную отрасль, и даже если в России BIM моделирование только начинает набирать обороты, то те компании, которые уже используют BIM технологии, определенно об этом не жалеют.

Литература

1. Gamil Y., Rahman IA. Journal of Engineering Design and Technology. 2019. Vol. 17 (Iss. 5), pp. 1077-1084.
2. Ahuja R., Sawhney A., Jain M., Arif M., Rakshit S. International Journal of Construction Management. 2020. Vol. 20 (Iss.1), pp. 65–76.
3. Elagiry M., Marino V., Lasarte N., Elguezabal P., Messervey T. Buildings. 2019. Vol. 9 (Iss. 9). Article Number: 200.
4. Park E., Kwon SJ, Han J. Engineering Construction and Architectural Management. 2019. Vol. 26 (Iss.8), pp. 1735-1749. 12. Silverio-Fernandez MA, Renukappa S., Suresh S. Engineering Construction and Architectural Management. 2019. Vol. 26 (Iss.8), pp. 1625-1640.
5. Ahankoob A., Manley K., Abbasnejad B. International Journal of Construction Management. 2019. Early Access. DOI: 10.1080/15623599.2019.1639126.
6. Tekin H., Atabay S. Proceedings of the Institution of Civil EngineersMunicipal Engineer. 2019. Vol. 172 (Iss. 3), pp. 145–156. DOI: 10.1680/jmuen.17.00001.
7. Черных М. А., Якушев Н. М. BIM-технология и программные продукты на его основе в России // Вестник ИжГТУ. 2014. № 1(61). С. 119–121.
8. Полуэктов В. В. Технологии информационного моделирования (BIM) при архитектурном и градостроительном проектировании // Архитектурные исследования. 2016. № 1 (5). С. 46–55.
9. «National BIM Report 2019», Великобритания, анализ PwC.

УДК 69.055

Илья Денисович Легостаев, студент
(Санкт-Петербургский государственный
архитектурно-строительный университет)
E-mail: Legostaev.1997@bk.ru

Ilya Denisovich Legostaev, student
(Saint Petersburg State University
of Architecture and Civil Engineering)
E-mail: Legostaev.1997@bk.ru

**СПОСОБЫ УВЕЛИЧЕНИЯ НАДЁЖНОСТИ,
ПРОЧНОСТИ ФУНДАМЕНТОВ ПОД ПРОМЫШЛЕННОЕ
ОБОРУДОВАНИЕ ПУТЁМ СОКРАЩЕНИЯ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ
РИСКОВ В ХОДЕ ИХ УСТРОЙСТВА**

**METHODS TO INCREASE THE RELIABILITY,
STRENGTH OF FOUNDATIONS FOR INDUSTRIAL EQUIPMENT
BY REDUCING PRODUCTION RISKS DURING THEIR CONSTRUCTION**

Статья посвящена производственным рискам в результате возведения фундаментов под промышленное оборудование, различным способам их смягчения и устранения, с помощью разработки алгоритма построения альтернативных сетей, для того, чтобы повысить их общую прочность, надёжность на примере фундамента из железобетона под горизонтально-расточной станок Juaristi модель TX3S-MGX40, который территориально находится в Новом Девяткино, на ПК «Турбоатомгаз»

Эта статья безусловно является актуальной в связи с тем, что сейчас в наше время происходит активное обновление оборудования, путём демонтажа старого оборудования, фундамента под него, устройства на его месте нового фундамента и оборудования, в виде станков, печей и так далее.

Статья будет в первую очередь интересна тем, кто в ходе своей рабочей или учебной деятельности сталкивается с устройством возведения фундаментов конкретно под промышленное оборудование, тем кто хочет чтобы данные фундаменты получились наиболее прочные, были построены своевременно, в срок.

Ключевые слова: фундамент, организация строительства, риски, надёжность, качество, технология

The article is devoted to production risks as a result of the construction of foundations for industrial equipment, various ways to mitigate and eliminate them, by developing an algorithm for constructing alternative networks, in order to increase their overall strength, reliability on the example of a reinforced concrete foundation for a Juaristi horizontal boring machine model TX3S-MGX40, which is geographically located in Novy Devyatkin, on the PC "Turboatomgaz"

This article is undoubtedly relevant due to the fact that nowadays there is an active update of equipment, by dismantling the old equipment, the foundation for it, installing a new foundation and equipment in its place, in the form of machine tools, furnaces, and so on. ...

The article will be primarily of interest to those who, in the course of their work or educational activities, are faced with the construction of foundations specifically for industrial equipment, those who want these foundations to be the most durable, were built on time, on time.

Keywords: foundation, organization of construction, risks, reliability, quality, technology

Существует два вида износа оборудования: физический и моральный. Как известно, ничто не в этом мире не вечно, поэтому со временем любое оборудование, какое бы оно не было качественное подвергается физическому и моральному износу. К признакам физического износа оборудования можно отнести общую стираемость деталей, усталость материалов, окисление. К износу фундаментов относят появление глубоких, прогрессирующих трещин.

Под моральным износом подразумевается утрата целесообразности в применении данного оборудования, нахождение на рынке более качественных и дешёвых аналогов. Очень важно следить за состоянием фундаментов и оборудования, проводить мониторинги трещинообразования и другие методы контроля, так как от этого зависит безопасность людей, работающих за данными механизмами.

На электронных площадках по проведению торгов за право выполнения конкретных строительных работ в настоящий момент можно увидеть большое количество предложений по замене и ремонту фундаментов под станки, печи, прессы, другой вид оборудования.

В Санкт-Петербурге такие компании, как ПАО «Силовые машины», АО «КМЗ Ижора-Металл», ООО «НПО Лаборатория специальных сталей и сплавов», АО «ГСР ТЭЦ» и т. д. активно занимаются устройством фундаментов под новое промышленное оборудование и привлекают подрядчиков для осуществления строительного-монтажных работ.

Фундаменты – несущая, как правило железобетонная конструкция, которая распределяет нагрузку от вышележащего сооружения, здания или оборудования и передаёт её на грунт.

К требованиям, касаемо фундаментов под промышленное оборудование, безусловно можно отнести полное обеспечение общей прочности и устойчивости оснований конструкций, способность воспринимать статическую и динамическую нагрузку от оборудования, а также устойчивость к влиянию агрессивной технологической среды.

В процессе эксплуатации на фундамент также могут пагубно влиять такие вещества, как смазочные жидкости для охлаждения устройств, масла, топливо. Поэтому необходимо применять различного рода добавки, для того чтобы сохранить устойчивость строительных конструкций и снизить их агрессивное, отрицательное влияние на фундаменты.

Практически все окружающие нас строительные конструкции, здания, сооружения стоят на фундаментах, однако если взглянуть в их конструктивную составляющую, то можно отметить, что где-то принимаются свайные фундаменты, где-то железобетонные плиты, ленточные фундаменты. Если проводить некоторое сравнение между типовым фундаментом под здание с фундаментом под промышленное оборудование, то первое существенное различие – это размеры. Фундаменты под промышленное оборудование, очевидно, обладают меньшими размерами, а также для них необходимо предусмотреть защиту от негативного влияния различных нагрузок, агрессивной рабочей среды.

Технология выполнения фундаментов начинается с разработки котлована до проектной отметки, затем засыпается слой щебеночно-песчаного основания, бетонной подготовки, как правило, марки В 7.5, затем ставится опалубка, тип которой определяется по ГОСТ 34329-2017. Затем происходит установка арматурной каркаса, бетонирование, набор прочности бетона (28 суток), гидроизоляция, окраска бетонных поверхностей, обратная засыпка либо грунтом, который был разработан ранее при устройстве котлована, либо песком. Затем происходит устройство плиты пола, испытание фундаментов, если все показатели в норме, то следующий шаг – это крепление оборудования к фундаменту при помощи специальных анкерных болтов.

Также нельзя не отметить, что за проведением каждого строительного этапа осуществляется контроль, проверяются правильность выполнения работ по проекту, соблюдения технологии выполнения работ и так далее.

Работы, которые нельзя проверить, после окончательного возведения фундамента называются скрытыми, на них делаются акты о скрытых работах, акты освидетельствования ответственных конструкций, а также прикладываются исполнительные схемы с фактическими отметками, благодаря которым можно проверить отличие проектного результата от фактического, если оно присутствует. Объект считается сданным после подписания всех актов, исполнительных схем со стороны Заказчика строительства.

В процессе устройства фундаментов возникает огромное число производственных рисков, которые нужно принимать во внимание, чтобы работы были сделаны вовремя, а фундамент вышел прочным и качественным.

Основные производственные риски, а также их процентные соотношения от общего числа производственных рисков представлены на диаграмме (Рис. 2).

Сначала необходимо учесть, что имеется ряд ключевых фаз и этапов, которые гарантируют надлежащее качество железобетонным фундаментам. К ним возможно причислить: проектирование, строительство, эксплуатацию. В этом случае, проанализируем производственные риски на стадии строительства.

На этапе строительства начальными условиями, оказывающими большое влияние на эксплуатационную надежность, могут стать факторы, не отвечающие высококачественному производству бетонной смеси – это нарушение технологического процесса производства бетонной смеси на предприятии. Например, неправильная дозировка компонентов, неумелое перемешивание компонентов в бетономесителе, игнорирование измерению параметров вышедшей готовой смеси, осуществление отгрузки готовой продукции не в соответствии с показанными требованиями.



Рис. 1. Фундамент под горизонтально-расточной станок Juaristi модель TX3S-MGX40

На стадии перевозки на качество бетонной смеси могут повлиять такие факторы, как: превышение предельно допустимой длительности перевозки (от одного часа до часа тридцати минут); нарушение допустимого расстояния транспортировки бетона (не более пятидесяти-семидесяти км); неправильный подбор транспортирующего средства.

При укладывании бетонной смеси, привезённой с завода-изготовителя, тоже могут появиться нарушения, которые приведут к значительному уменьшению качества будущей конструкции. К подобным факторам можно перечислить: подбор неправильного метода подачи бетонной смеси из транспортируемого средства, игнорирование высотой беспрепятственного сброса бетонной смеси (не более двух метров), разгрузка бетона в неподготовленную тару [8].

Укладывание бетонной смеси была сделана на участке рабочего шва, не набравшего прочности менее чем полтора мегапаскаль.

Не организована подготовка участка рабочего шва (не сделано отчищение от грязи и пленки цементного молочка, не совершено обдувание сжатым воздухом и поверхность не намочена водой).

При бетонировании тяжёлой конструкции, произведен неверный расчёт толщины слоя уложенного бетона (наиболее часто принимается не более сто двадцати пяти процента от длины рабочей части внутреннего вибратора).

Не соблюдена методика укладывания бетона в разнообразные виды конструкций.

Неправильный выбор способа вибрирования бетонной смеси.

Не соблюдена продолжительность выполнения вибрирующих манипуляций (для внутренних вибраторов – двадцать-сорок секунд, поверхностных – двадцать-шестьдесят секунд, внешних – шестьдесят секунд)

После укладывания бетона начинается стадия ухода, а также распалубки. В этой стадии имеют все шансы появиться соответствующие нарушения:

Не выдержан температурный режим твердения

Не проведено регулярное увлажнение бетона водой при температуре свыше пятнадцати градусов (бетоны с различной цементной основой имеют различные сроки увлажнения, а кроме того частоту).

В тёплую, ясную погоду не соблюдена защита конструкции от солнечного излучения специальными укрывными материалами.

На завершающей стадии выполняется обрабатывание поверхностей конструкций. На данном этапе поправляются недостатки, обнаруженные уже после распалубки. К вышеизложенным недостаткам можно причислить пустоты, раковины, каверны, неровности, наплывы, которые если вовремя не заполнить бетонной смесью или специальным раствором, а также не зашлифовать поверхность конструкции, то конструкция со временем не будет отвечать необходимым требованиям эксплуатационной надёжности, и близко не упоминая эстетику и правильную, ровную архитектурную форму.

Согласно результатам рис. 1 возможно отметить, то что факторы, оказывающие большое отрицательное влияние на прочность и надёжность фундаментов примерно равнозначны, должны быть одинаково учитываемы при разработке альтернативных сетей для повышения надёжности производства фундаментов под промышленное оборудование.

Отталкиваясь от ключевых факторов, оказывающих огромное влияние на прочность, надёжность фундаментов (рис. 2), произведём разбор способов, которые помогут значительно уменьшить их воздействие.



Рис. 2. Диаграмма процентного соотношения производственных рисков от их общего числа

К единым мерам по уменьшению влияния отрицательных факторов на этапе строительства фундаментов можно отнести подбор квалификационных работников для каждого этапа строительного-монтажных работ, проведение первичного инструктажа по технологии и организации производства работ, осуществление регулярного контроля на строительной площадке. Помимо этого, широкое применение получило страхование, развитие финансового резерва. Все без исключения, неожиданные события, которые имеют место быть на стройплощадке и приводят к существенному убытку, имеют все шансы являться застрахованными.

Затем разберём более частные методы по уменьшению воздействия отрицательных факторов на фундаменты.

Например, для снижения риска на этапе набора прочности, необходимо осуществить систематическое увлажнение бетона водой, предусмотреть устройство конструкций из укрывных материалов для защиты от солнца.

До проведения работ, в которых задействованы строительные машины и механизмы необходимо проверить их исправность, при необходимости пройти техническое обслуживание, что позволит сократить риск их возможной поломки в процессе строительства.

В заключение данной статьи хочется отметить, что устройство фундаментов под промышленное оборудование имеет свои технологические и организационные особенности, которые необходимо учитывать при их устройстве. Также следует отметить что весь

строительный процесс сопровождается большим числом производственных рисков, существенно влияющих как на прочность, надёжность фундаментов, так и на продолжительность и конечную стоимость строительства. Поэтому очень важно проанализировать все возможные риски и принять решения по их смягчению или полному устранению.

Литература

1. Малаксиано Н. А. Определение сроков замены старого оборудования на оборудование нового типа / International Scientific Journal «Internauka» URL: <http://www.inter-nauka.com/>
2. Дробина Л. Ю. Риски низкого качества информационной базы нулевого цикла при реализации инвестиционно-строительных проектов. 2017г.
3. Ершов М. Н. Организационно-технологические мероприятия при реализации типовых проектов / М. Н. Ершов, А. В. Ишин, П. П. Олейник, А. А. Лapidус, О. П. Лянг, В. И. Теличенко, Д. К. Туманов, О. А. Фельдман // Технология и организация строительного производства. 2015. № 4. С. 6–11.
4. ГОСТ Р 52085-2203. Опалубка. Общие технические условия.
5. СП 63.13330.2018. Бетонные и железобетонные конструкции.
6. СП 70.13330.2012. Несущие и ограждающие конструкции.
7. СТО 221 НОСТРОЙ 2.6.54-2015. Конструкции монолитные бетонные и железобетонные.
8. Махрова О.В., Гераськин Ю.М. Факторы, влияющие на эксплуатационную надёжность конструкций из монолитного железобетона // Universum: технические науки : электрон. научн. журн. 2018. № 3 (48). URL: <https://7universum.com/ru/tech/archive/item/5681> (дата обращения: 12.01.2021).

УДК 69.036.5

Дарья Сергеевна Кравцова, студент
Артур Вячеславович Нefeldов, канд. экон. наук
(Санкт-Петербургский государственный
архитектурно-строительный университет)
E-mail: kravtcovad@gmail.com

Daria Sergeevna Kravtsova, student
Arthur Vyacheslavovich Nefedov, PhD of Economics
(Saint-Petersburg State University
of Architecture and Civil Engineering)
E-mail: kravtcovad@gmail.com

ОСОБЕННОСТИ ОРГАНИЗАЦИИ ПРОЕКТНОЙ ПОДГОТОВКИ СТРОИТЕЛЬСТВА БОЛЬШЕПРОЛЕТНЫХ ЗДАНИЙ

FEATURES OF THE ORGANIZATION OF CONSTRUCTION OF LARGE SPAN BUILDINGS

Исследование организации проектной подготовки строительства большепролетных зданий. В проектировании большепролетных зданий есть некоторые особенности: особенности пред проектной подготовки, специальные условия технического характера, проведение научно – технического комплекса работ, проведение различных экспериментальных исследований и мероприятий по определению качества проектных решений и соответствие требованиям. Результаты исследований, приведенных в статье, показывают, все возможные организационно – технологические решения при строительстве большепролетных зданий и сооружений.

Ключевые слова: особо опасные, технически сложные и уникальные объекты, организация проектной подготовки большепролетных зданий и сооружений, зданий с пролетом более 30 метров, проектная документация на строительство большепролетных зданий.

Study of the organization of design preparation for the construction of large-span buildings. There are some peculiarities in the design of large-span buildings: features of pre-design preparation, special conditions of a technical nature, carrying out a scientific and technical complex of works, conducting various experimental studies and measures to determine the quality of design solutions and compliance with requirements. The research results presented in the article show all possible organizational and technological solutions for the construction of large-span buildings and structures.

Keywords: especially dangerous, technically complex and unique objects, organization of design preparation for large-span buildings and structures, buildings with a span of more than 40 meters, design documentation for the construction of large-span building.

Большепролетными зданиями являются, такие здания у которых размер полета достигает более 18 метров для гражданских зданий, 30 и более метров для промышленных зданий. Торговые комплексы, зрелищные здания, спортивные сооружения, рынки все эти сооружения относятся к зданиям гражданского назначения (рис. 1). В промышленном строительстве это могут быть различные заводы и предприятия: сборочные цеха, складские помещения (рис. 2) [1].

Более подробно типы большепролетных, а также высотных и уникальных зданий и сооружений, установлены в Градостроительном Кодексе Российской Федерации (гл. 6, ст. 48.1 «Особо опасные, технически сложные и уникальные объекты») [2]. Конструкции, используемые для перекрытия большепролетных зданий, могут быть как пространственные, так и плоскостные, к пространственным конструкциям относятся такие конструкции как, своды, оболочки, купола, вантовые конструкции, а также тентовые и пневматические конструкции. Плоскостные конструкции представляют собой балки, фермы, рамы и арки. Проектирование и возведение большепролетных конструкций покрытия несомненно сложнейший этап строительства.



Рис. 1. Большепролетные сооружения гражданского назначения



Рис. 2. Большепролетные сооружения промышленного назначения

При проектировании зданий и сооружений не мало важную роль играет техническое задание на проектирование. В техническом задании приводится информация содержащая, основное назначение разрабатываемого объекта, технические характеристики, технико-экономические требования, также в техническом задании должна присутствовать информация о специальных требованиях.

Задание на проектирование определяет порядок производимых работ и условия в которых эти работы будут производиться, а также задачи, цели и сроки выполнения работ.

Для составления технического задания, как правило производят предварительные исследования.

Перед началом проектных работ производят пердпроектную подготовку, для этого заказчику необходимы некоторые документы, такие как планировка территории, градостроительные планы административных районов, разрешение на подключение к инженерным сетям и техническое задание.

Стадия предпроектной подготовки включает в себя проведение геодезических и инженерно-геологических изысканий [3], а также проведение геофизического обследования участка застройки. Проведение данных процедур дадут понять пригоден ли земельный участок к строительству.

По итогам проведения изысканий специалисты подготавливают документ, в котором подробно описывается свойство несущих и подстилающих слоев гранта.

Требования к разработке специальных технических условий (СТУ) и их содержание определены Приказом Минрегиона РФ от 01.04.2008 г. № 36 «О порядке разработ-

ки и согласования специальных технических условий для разработки проектной документации на объект капитального строительства» [4].

Если при составлении проектной документации не хватает требований, установленных нормативными документами или требования не установлены вовсе, то необходимо разработать специальные технические условия.

Специальные технические условия являются техническими требованиями по безопасности объекта капитального строительства, в которые входит специальные требования, относящиеся к конкретному объекту. Разрабатывают три вида СТУ: технические условия на проектирование, на строительство и на эксплуатацию объекта.

В техническом задании должно присутствовать краткое обоснование целесообразности разработки специальных технических условий, также требования, связанные с пожарной и технической безопасностью, сведений об уровне ответственности здания в соответствии с существующими нормами.

Требования, входящие в специальные технические условия, являются приоритетными в вопросе проектирования и строительства объектов на территории Российской Федерации. Если другие строительные нормы такие как, СНиП, ГОСТ, СП и д. т. противоречат требованиям СТУ, то они не имеют силы.

В ходе проектирования большепролетных зданий и сооружений не мало важным аспектом является научно-техническое сопровождение объекта строительства [5].

Научно-техническое сопровождение объекта направлено на обеспечение безопасности объекта, людей, а также обеспечение надежности конструкций. Одними из самых главных задач, относящихся к научно-техническому сопровождению являются контроль за состоянием зданий и сооружений, учитывая все возможные воздействия на них, так же не мало важен контроль за состоянием объектов, находящихся не подоплёку от объекта строительства, устранение нарушений, выявленных при мониторинге состояния объекта [6].

Научно-техническое сопровождение объекта подразделяется на три этапа, подготовительные работы, основные работы и составление промежуточных и итоговых заключений по объекту [7]. Подготовительные работы представляют из себя составление программы работ по научно-техническому сопровождению строительства, составление технического задания на мониторинг и согласование программы работ с заказчиком. Также к подготовительным работам относят ознакомление с проектом здания или сооружения, а именно с объемно-планировочными, конструктивными решениями, результатами изысканий и ознакомление с технической документацией. К основным работам относиться проведение экспертиз выполненных расчётов на возможность обрушения, осуществление расчетов и оценок выполненных конструкций, проверка качества поступающих на объект материалов. В заключение по результатам проведенных работ входят акты, расчеты, отчеты и другие материалы, относящиеся к исполнительной документации на объект [8].

Физическое моделирование и экспериментальное исследование большепролетных зданий и сооружений.

Перед проведением экспериментального исследования необходимо разработать методы проведения эксперимента, далее спроектировать и изготовить физическую модель. Для механического моделирования большепролетных конструкций используют модель с подобным напряжено-деформированным состоянием, чтобы определить физико-механические характеристики испытывают образец материала, из которого изготовлена модель,

во внимание принимают масштаб, критерии подобия и степень приближенного моделирования. Испытания как правило повторяют несколько раз в одних и тех же условиях, последнее испытание может быть доведено до стадии разрушения. После проведения испытаний, сбора и обработки всех данных, их пересчитывают на реальный объект [9].

Обязательным действием перед началом строительства большепролетных зданий и сооружений является проведение государственной экспертизы проектной документации.

Во время проведения государственной экспертизы проверяют соответствие проектной документации: техническим регламентам, требованиям заданию на проектирование, требованиям промышленной безопасности, требованиям в области охраны окружающей среды, санитарно-эпидемиологическим требованиям, требованиям государственной охраны объектов культурного наследия. Также по мимо экспертизы проектной документации, проводят экспертизу инженерно-геологических изысканий [10].

Проведение государственной экспертизы проводится на стадии «Проект». Для больше пролетных и уникальных зданий и сооружений обязательно должна проводиться экспертиза, это обеспечит снижение вероятности фатальных ошибок.

Подводя итог данному исследованию особенностей организации проектной подготовки строительства большепролетных зданий можно сказать что самыми важными особенностями организации проектной подготовки являются экспериментальные исследования и государственная экспертиза, проведение строительства большепролетных зданий и сооружений не возможен без этих важных аспектов проектной подготовки.

Литература

1. СП 304.1325800.2017. Конструкции большепролетных зданий и сооружений. Правила эксплуатации [Электронный ресурс] // Электронный фонд правовой и нормативно-технической документации: [сайт]. АО «Кодекс», 2020. Режим доступа: <http://docs.cntd.ru/document/556330131>. Загл. с экрана.
2. Градостроительный Кодекс Российской Федерации. Особо опасные, технически сложные и уникальные объекты. гл.6, ст.48.1. 256 с.
3. Еремеев П. Г. Предотвращение лавинообразного (прогрессирующего) обрушения несущих конструкций уникальных большепролетных зданий и сооружений при аварийных воздействиях. // Строительная механика и расчет сооружений. 2006. № 2. С. 65–72.
4. Приказом Минрегиона РФ от 01.04.2008 г. № 36. О порядке разработки и согласования специальных технических условий для разработки проектной документации на объект капитального строительства. 7 с.
5. Карлина И. Н. Особенности проведения комплексных натурных обследований объектов, подлежащих реконструкции / Карлина И. Н., Новоженин В. П. // Инженерный вестник Дона. № 4 (часть 2), 2012. 119 с.
6. Гиря Л. В., Хоренков С. В. Проблемы консервации и технического обследования объектов капитального строительства в современных условиях // Инженерный вестник Дона. Номер 2, 2013 г. 81 с.
7. Рекомендации по защите жилых зданий стеновых конструктивных систем при чрезвычайных ситуациях. Рекомендации по защите жилых каркасных зданий при чрезвычайных ситуациях. М., 2002. 11 с.
8. Временные нормы и правила. МГСН 4.19-2005. 150 с.
9. Pavlov G.N. «Geodesic Domes Bounded by Symmetrical mainly Hexagonal Elements» // The International journal of space structures. Volume 9, No. 2, 1994. Heino Engel Atlante delle Strutture. UTET. Torino. 2001.350. p.
10. Правительство Российской Федерации Постановление от 5 марта 2007 года № 145 «О порядке организации и проведения государственной экспертизы проектной документации и результатов инженерных изысканий» [Электронный ресурс] // Электронный фонд правовой и нормативно-технической документации: [сайт]. АО «Кодекс», 2020. Режим доступа: <http://docs.cntd.ru/document/902030917>. Загл. с экрана.

УДК 69.032.22:728.2.012.27

Роман Андреевич Масликов, студент
(Санкт-Петербургский государственный
архитектурно-строительный университет)
E-mail: romamaslikov@mail.ru

Roman Andreevich Maslikov, student
(Saint Petersburg State University
of Architecture and Civil Engineering)
E-mail: romamaslikov@mail.ru

СОВРЕМЕННЫЕ ОРГАНИЗАЦИОННО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ РЕШЕНИЯ ПРИ СТРОИТЕЛЬСТВЕ ВЫСОТНОГО ПАНЕЛЬНОГО ЖИЛОГО ДОМА

MODERN ORGANIZATIONAL AND TECHNOLOGICAL SOLUTIONS IN THE CONSTRUCTION OF A HIGH-RISE PANEL RESIDENTIAL BUILDING

Целью статьи является раскрытие основных принципов организационно-технологических решений при строительстве жилых зданий. Для достижения поставленной цели были решены следующие задачи: произведен анализ научно-технических источников по данной тематике; дано понятие планирования, WBS, диаграмма Ганта и перечислены основные принципы организационно-технологических решений. Для решения поставленных задач в статье использованы такие методы как анализ, описание, обобщение. Результат исследования: было показано, что в современных условиях вопросы, связанные с разработкой организационно-технологических решений очень важны, так как от грамотно разработанных ОТП зависят: сроки и бюджет строительства, а также конечный результат готовой продукции.

Ключевые слова: ОТП, планирование, календарный план, WBS, строительство панельных зданий, диаграмма Ганта.

The purpose of the article is to reveal the basic principles of organizational and technological solutions in the construction of residential buildings. To achieve this goal, the following tasks were solved: the available material on this topic was studied; the concept of planning, WBS, Gantt chart is given and the basic principles of organizational and technological solutions are listed. To solve the set tasks, the article uses methods such as analysis, description, generalization. The result of the study: it was shown that in modern conditions the issues related to the development of organizational and technological solutions are very important, since the timing and budget of construction, as well as the final result of finished products, depend on well-developed OTS.

Keywords: OTS, planning, scheduling, WBS, panel building construction, Gantt chart.

В настоящее время строительство панельных зданий требует особо тщательных разработок организационно-технологических решений (далее по тексту – ОТП). От правильности и точности ОТП зависит успешность реализации проекта. Производственный процесс строительства панельных жилых зданий состоит из следующих этапов:

1) подготовительный период – этап на котором определяются все характеристики будущего строения и его положение на участке, производятся геологические изыскания, проектировочные работы, рассчитывается смета, подписывается договор;

2) нулевой цикл – устройство фундамента;

3) надземный цикл – сборка / монтаж несущих панелей, монтаж лестничных маршей, установка окон и дверей;

4) прокладка инженерных сетей и оборудования;

5) благоустройство;

6) сдача объекта в эксплуатацию.

Все эти строительные циклы включают в себя последовательные этапы производства работ, которые невозможно представить без процессов обеспечения: финансовыми и материальными ресурсами, технологическим оборудованием, строительными машинами и транспортом,

и как итог качества готовой строительной продукции. Этот нелегкий процесс подразумевает собой управление, основной целью которого является получить высокий уровень технико-экономических показателей, с использованием наименьшего количества ресурсов.

Для разработки проекта необходимо осуществить планирование графика проведения работ, в котором будут увязаны сроки осуществления работ, их объемы и необходимые ресурсы с учетом ограниченности проекта во времени, стоимости и с заданным качеством [1].

Планирование – это основной аспект в строительстве, его необходимо осуществлять на каждом этапе проектного цикла, так как в течении осуществления проектного замысла не редко выходят изменения, дополнения проекта. В процессе реализации проекта необходимо осуществлять сравнения фактических показателей на объекте с теми, что указаны в графиках производства работ. Также необходимо отслеживать технико-экономические и трудовые затраты на предмет превышения материальных ресурсов, так как в последствии все превышения или отставания от графиков могут послужить рисками завершения проекта, в виде дополнительных финансовых затрат.

Значительными трудностями процесса планирования являются обеспечение взаимосвязи плановых решений с последующими производственными заданиями (переход от постановки целей к их реализации). Процесс планирования последовательно приближает плановые решения к реальному производству. [3] Одним из этапов планирования реализации проекта является определение состава и структуры работ, их продолжительность, потребность в ресурсах (финансовых, трудовых, технических), а также дата окончания целого проекта.

Связующим звеном между процессом планирования и достижения намеченных результатов является календарный план. Эффективный календарный план включает в себя WBS – Work Breakdown Structure (иерархическая структурная декомпозиция работ). В данной структуре проект делится на несколько уровней. Важно понимать, что в WBS собираются именно результаты работ, а не задачи, которые нужно выполнить. Данная декомпозиция работ очень удобна, так как наглядно показывает уровни подчиненности работ, зоны ответственности и отчетности, а также дает возможность использовать данные для контроля хода проекта. [1].

Преимущества WBS:

- 1) WBS – эффективный способ наглядно отразить весь объем проекта;
- 2) WBS фокусирует внимание не на процессе, а на ожидаемом результате, и создает нужный «посыл»;
- 3) в разработке WBS участвует заказчик или его представитель и вся команда, что позволяет добиться наиболее точного понимания результатов проекта среди всех участников;
- 4) при помощи WBS возможно наглядно обосновать, показать необходимость в финансах или человеческих ресурсах;
- 5) WBS помогает предотвратить риски и изменения или же значительно снизить их вероятность и влияние;
- 6) уже на уровне WBS возможно определить и согласовать контрольные точки проекта (Вехи).

Сегодня наиболее широкое применение, среди всех прочих, имеет диаграмма Ганта (рис. 1), разработанная американским инженером Генри Гантом. Диаграмма Ганта – это такой инструмент планирования, который позволяет управлять задачами, отслеживать выполнение и длительность каждой отдельно взятой задачи, назначать исполнителя, совме-

щать работы, задавать последовательность работ и так далее. Иными словами, диаграмма Ганта позволит легко получить обзорную информацию обо всех задачах в проекте.

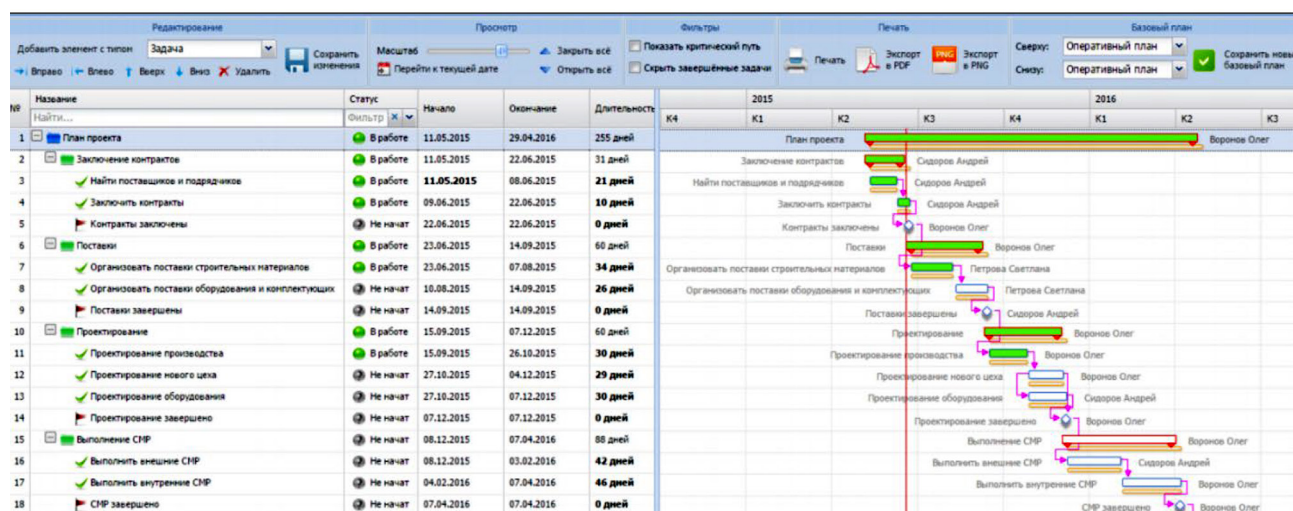


Рис. 1. Диаграмма Ганта

Вывод

Подводя итоги можно выделить следующее:

1. Календарное планирование является очень сложным и важным процессом в строительстве.
2. Грамотно разработанные ОТР, служат залогом успешной реализации проекта.
3. Для разработки наиболее эффективного календарного плана во всех параметрах реализации проекта по всем уровням детализации, используется иерархическая структурная декомпозиция работ WBS.
4. Для более сложных проектов более подходящим является календарный план в виде линейной диаграммы Ганта, так как является более наглядным. Она позволяет отобразить резервы времени, а также взаимосвязи между работами.

Литература

1. Шамсутдинова А. Р. Особенности календарного планирования проектов реновации застроенных территорий // управление проектами: идеи, ценности, решения материалы 1 международной научно-практической конференции. С. 174–180.
2. Батальцев А. В. Проблемы организационно-технологических решений при строительстве и эксплуатации зданий // Фотинские чтения. 2014. С. 261–263.
3. Бовтеев С. В., Еременко В. П., Рыбнов Е. И., Фролов В. И. Управление проектами в строительстве. СПб., 2004. С. 424.
4. Юдина А. Ф., Верстов В. В., Бадьин Г. М. Технологические процессы в строительстве: учебник // Издательский центр «Академия», 2013.
5. Атаев С. С., Данилов Н. Н., Прыкири Б. В. Технология строительного производства // Стройиздат. 1984.
6. Казаков Ю. Н., Никольский М. С., Хренов В. И. Строительство жилых домов на основе панелей типа сэндвич.: учеб. пособие по ТВЗ. СПб. 2015.
7. Дикман Л. Г. Организация планирование и управление строительным производством: учебник // Высшая школа. 1976.

УДК 69.059

Максим Алексеевич Панов, студент
(Санкт-Петербургский государственный
архитектурно-строительный университет)
E-mail: oda32rus@gmail.com

Maksim Alekseevich Panov, student
(Saint Petersburg State University
of Architecture and Civil Engineering)
E-mail: oda32rus@gmail.com

**АНАЛИЗ РЕКОНСТРУИРУЕМЫХ МНОГОКВАРТИРНЫХ ДОМОВ
В Г. САНКТ-ПЕТЕРБУРГ**

**ANALYSIS OF RECONSTRUCTED APARTMENT BUILDINGS
IN ST. PETERSBURG**

В данной статье рассматривается возможность классификация жилищного фонда города Санкт-Петербург. Дано краткое описание для каждой категории предложенной классификации. Поднимается основная проблема состояния многоквартирных жилых домов в Санкт-Петербурге. Рассматривается путь решения проблемы выбранные правительством города и состояние ее реализации.

Ключевые слова: реконструкция, реновация, законодательство, жилой фонд, классификация жилого фонда, многоквартирные жилые дома.

This article discusses the possibility of classifying the housing stock of the city of St. Petersburg. A brief description is given for each category of the proposed classification. The main problem of the condition of multi-apartment residential buildings in St. Petersburg is raised. The way of solving the problem chosen by the city government and the state of its implementation is considered.

Keywords: reconstruction, renovation, legislation, housing stock, classification of housing stock, multi-apartment residential buildings.

Санкт-Петербург как культурная столица и один из крупнейших мегаполисов Европы, после Москвы и Лондона, не соответствует статусу современного европейского города и требует проведению реконструкций большой части жилищного фонда.

В Санкт-Петербурге, как и в любом другом городе, жилищный фонд составляет большую часть городской застройки от общего числа всех зданий и сооружений. С течением времени состояние несущих конструкций зданий, инженерного оборудования, ограждающих конструкций ухудшается и нуждается в особенных конструктивных изменениях, инженерно-технологическом перевооружении и эстетических преобразованиях в соответствии с предъявленными требованиями в конкретный период времени.

Зачастую в плачевном состоянии домов виноваты не строители и проектировщики, а ненадлежащая эксплуатация зданий, отсутствие своевременных ремонтных работ.

Под физическим износом конструкции, элемента, системы инженерного оборудования и здания в целом следует понимать утрату ими первоначальных технико-эксплуатационных качеств (прочности, устойчивости, надежности и др.) в результате воздействия природно-климатических факторов и жизнедеятельности человека [1].

Физический износ здания определяет в процентах. Фактическая степень износа здания определяется путем сравнения признаков физического износа выявленные различными неразрушающими методами контроля и визуального осмотра с их значениями, приведенными в ВСН 53–86 (р) «Ведомственные строительные нормы. Правила оценки физического износа жилых зданий».

Экономичность проведения реконструкции жилой среды обитания оценивается по первоначальным (капитальным) и эксплуатационным затратам [5].

Реконструкция объектов капитального строительства – изменение параметров объекта капитального строительства, его частей, в том числе надстройка, перестройка, расширение объекта капитального строительства, а также замена и (или) восстановление несущих строительных конструкций объекта капитального строительства, за исключением замены отдельных элементов таких конструкций на аналогичные или иные улучшающие показатели таких конструкций элементы и (или) восстановления указанных элементов [2].

По причине многообразия зданий, составляющих жилищный фонд страны, нет четкой классификации. В Санкт-Петербурге на основе данных СПб ГБУ «Городское управление кадастровой оценкой» [4] можно выделить основные классы многоквартирных домов, встречающихся в городе по периоду строительства и материалов конструкций представлены в табл. 1

Таблица 1

Классификация жилых зданий в г. Санкт-Петербург

№	Название типа дома	Год постройки	Этажность	Кол-во квартир	Материал конструкций
1	Старый фонд	до 1917 г.	до 10 эт.	около 100	кирпичный, монолитный
2	Старый фонд с капремонтом	до 1917 г.	до 10 эт.	около 100	кирпичный, монолитный
3	«Конструктивизм»	1918–1930 гг.	до 7 эт.	до 100	кирпичный, монолитный, шлакобетонные
4	Немецкие «коттеджи»	1950-х годов	до 5 эт.	до 50	различные
5	«Сталинский фонд»	с середины 30-х до середины 50-х годов	до 12 эт.	до 350	кирпичные
6	5-этажные типовые кирпичные здания	1958–1970 гг.	до 5 эт.	до 100-150	кирпичные
7	5-этажные панельные дома	1958–1970 гг.	до 5 эт.	до 100	крупнопанельные, каркасно-панельные, из мелких бетонных блоков
8	Типовые кирпичные здания выше 5-ти этажей	1960–1999 гг.	5–20 эт.	до 1000	кирпичные
9	Типовые панельные дома выше 5-ти этажей	1966–1989 гг.	5–30 эт.	до 1000	крупнопанельные, каркасно-панельные, из мелких бетонных блоков

№	Название типа дома	Год постройки	Этажность	Кол-во квартир	Материал конструкций
10	Жилые дома построенные по индивидуальным проектам	1970–1993 гг.	5–25 эт.	до 1000	кирпичные, панельные, крупнопанельные
11	«Современная панель»	с 1994 г. по н. в.	5–30 эт.	–	крупнопанельные, каркасно-панельные, из мелких бетонных блоков
12	«Современный кирпич»	с 1993 г. по н. в.	5–30 эт.	–	кирпичные, монолитные, монолитный железобетон, сборный железобетон

Старый фонд – дома, построенные до 1917 года. Располагаются, в основном, в центре Санкт-Петербурга. Высокие потолки, большие комнаты.

Старый фонд с капремонтом – дома, построенные до 1917 года, прошедшие капитальный ремонт: 1965–1973 гг.; 1970–1980 гг.; после 1990г.

«Конструктивизм» – построены 1918–1930 гг. Расположены в Кировском, Невском, Выборгском районах. Деревянные перекрытия, потолки ниже 3м. Квартиры состояли из спален и миниатюрных кухонь, остальные помещения были вынесены в разряд мест общего пользования.

Немецкие «коттеджи» – построены в 50-х годах. Двух-трехкомнатные квартиры оснащены просторными ванными комнатами, небольшие кухни. Перекрытия деревянные, потолки – около 3 м.

«Сталинский фонд» – построенные с середины 1930-х до середины 1950-х годов. Встречаются с деревянные и смешанные – деревянные над жилыми помещениями, железобетонные или металлические над влажными помещениями. Высота потолков 3 м. и более.

5-этажные типовые кирпичные здания – построены 1958–1970 гг. Дома первых массовых серий: 1-528; 1-527. Высота потолков 2,8 м.

5-этажные панельные дома – построены 1958–1970 гг. Дома первых массовых серий: 1-507; ГИ; 1-335; ОД. Потолки высотой 2,5 м.

Типовые кирпичные здания выше 5-ти этажей – 1966–1989 гг. Дома серий: 1-528КП; 1-528КП-41; 1-528КП-80. Потолки высотой 2,7 м.

Типовые панельные дома выше 5-ти этажей – 1970–1993 гг. Серии: 504; 1-Лг-602; 1-Лг-606; 1-Лг-600; 504: 504Д.

Жилые дома построенные по индивидуальным проектам – построены в 1970–1993. Высота потолка 3 м. Квартиры разделены на спальную и гостевую зону, иногда два санузла.

«Современная панель» – построенные с 1994 г. до нашего времени. Так же дома серий 121,1 .090.1, 90ЛО.

«Современный кирпич» – построенные с 1994 г. до нашего времени.

На рис. 1 изображено распределение многоквартирных домов в Санкт-Петербурге.

В Санкт-Петербурге стоит острая проблема домов первых массовых серий (1958–1970 гг.). Проект реновации в Петербурге вынашивался много лет. В качестве эксперимента пытались санировать «хрущевки» с утеплением фасадов (дом на Торжковской, 16, несколько домов в Московском районе), пришли к выводу, что ремонт «панелек» экономически невыгоден. Даже с учетом мансардной надстройки вложения в такую реновацию не оправдывают себя, так как не решается проблема с конструктивными элементами и планировками квартир.

В настоящее время в городе для решения этой проблемы был принят Закон Санкт-Петербурга № 238–39 «Об адресной программе Санкт-Петербурга «Развитие застроенных территорий в Санкт-Петербурге» (далее РЗТ).

Основанием для включения жилого дома в программу по развитию застроенных территорий является [3]:

- признанием дома аварийным или подлежащем сносу;
- принадлежность к первым серийным домам (1958–1970 гг.);
- высокая степень физического износа (более 70 %). Вне зависимости от года постройки;
- принадлежность к многоквартирным домам малоэтажной застройки. Год постройки до 1966 года;
- несоответствие, за исключением объектов (выявленных объектов) культурного наследия, градостроительным регламентам, иной действующей градостроительной документации Санкт-Петербурга.

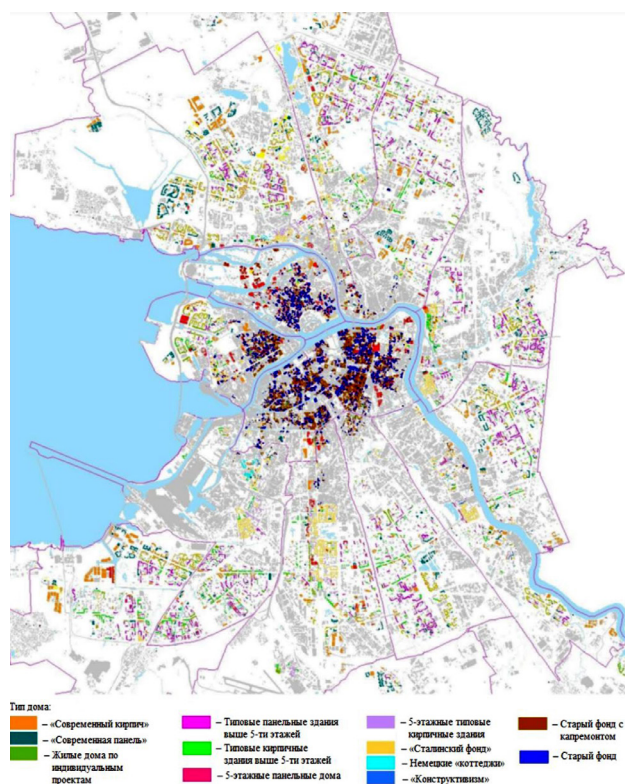


Рис. 1. Распределение многоквартирных жилых домов в Санкт-Петербург (фрагмент карты)

В соответствии с планами реализации мероприятий по развитию застроенных территорий. Инвесторами планировалось построить многоквартирных домов общей площадью квартир 8 млн. 440 тыс. кв. м. По состоянию на 2019 г. Инвесторами введено в эксплуатацию 29 многоквартирных домов на 8 375 квартир общей площадью 383,8 тыс. кв. м.

В соответствии с условиями Договоров РЗТ, Инвесторам необходимо передать в собственность Санкт-Петербурга жилые помещения общей площадью 1 млн. 012,4 тыс. кв. м. для переселения нанимателей жилых помещений. Инвесторами в собственность Санкт-Петербурга для переселения нанимателей передано 10 820,7 кв. м (199 квартир) жилых помещений.

Введенных в эксплуатацию реконструируемых домов в период с 2015–2019 гг. можно отследить в табл. 2.

Таблица 2

Введено в эксплуатацию жилых домов после реконструкции

Жилые дома после реконструкции	2015 г.	2016 г.	2017 г.	2018 г.	2019 г.
Площадь помещений, тыс. м ²	54,3	24,2	10,5	7,9	4,1
Введено квартир, ед.	616	170	151	118	54

Законы и постановления правительства (в том числе Санкт-Петербурга) регламентирующие реконструкцию:

1. Закон Санкт-Петербурга от 17.06.2004 № 282-43 (ред. от 18.10.2019) «О порядке предоставления объектов недвижимости, находящихся в собственности Санкт-Петербурга, для строительства, реконструкции и приспособления для современного использования».

2. Постановление Правительства Санкт-Петербурга от 11 ноября 2009 № 1257 «О Концепции повышения энергетической эффективности и стимулирования энергосбережения».

3. «Градостроительный кодекс Российской Федерации» от 29.12.2004 №190-ФЗ.

4. Постановление Правительства РФ от 12 ноября 2020 г. №1816 «Об утверждении перечня случаев, при которых для строительства, реконструкции линейного объекта не требуется подготовка документации по планировке территории, перечня случаев, при которых для строительства, реконструкции объекта капитального строительства не требуется получение разрешения на строительство, внесении изменений в перечень видов объектов, размещение которых может осуществляться на землях или земельных участках, находящихся в государственной или муниципальной собственности, без предоставления земельных участков и установления сервитутов, и о признании утратившими силу некоторых актов Правительства Российской Федерации».

5. Постановление Правительства РФ от 21 июня 2010 г. № 468 «О порядке проведения строительного контроля при осуществлении строительства, реконструкции и капитального ремонта объектов капитального строительства».

6. Постановление от 10 февраля 2000 года № 4 «О Региональной программе реконструкции жилых домов первых массовых серий в Санкт-Петербурге».

По итогам проделанной вышесказанного можно сделать следующие выводы:

1. Жилищный фонд Санкт-Петербурга составляет большое разнообразие видов домов и плохо поддается классификации.

2. В Санкт-Петербурге проблема плохого состояния домов первой типовой застройки. Решение проблемы состояния жилищного фонда осуществляется совместно с разработанной программой «Развитие застроенных территорий в Санкт-Петербурге».

Литература

1. ГОСТ 31937-2011 Здания и сооружения. Правила обследования и мониторинга технического состояния. Введен 01.01.14.

2. Градостроительный кодекс Российской Федерации от 29.12.2004 № 190-ФЗ (ред. от 30.12.2020).

3. Закон Санкт-Петербурга от 17.06.2004 № 282-43 (ред. от 18.10.2019) «О порядке предоставления объектов недвижимости, находящихся в собственности Санкт-Петербурга, для строительства, реконструкции и приспособления для современного использования».

4. Отчет «Об определении кадастровой стоимости объектов недвижимости на территории Санкт-Петербурга». URL: <http://www.ko.spb.ru/> (дата обращения: 18.02.21).

5. Матехина О. В. Современное состояние жилого фонда и вопросы его реконструкции // Вестник сибирского государственного индустриального университета. 2017. № 2 (20). С. 21–24.

6. Деловая А. В. Проблемы реконструкции жилых зданий ранних периодов постройки // Бюллетень науки и практики. 2020. № 3. С. 291–294.

7. Щеголева А. В., Якишин С. В. Основные проблемы реновации жилой застройки 50-60-х годов XX века: Реконструкция или Снос? // Приволжский научный журнал. 2019. № 1(94). С. 151–158.

8. Апполонов А. С. Основные направления реконструкции жилых домов массовых серий Санкт-Петербурга // Вестник гражданских инженеров. 2013. № 2(37). С. 10–13.

УДК 69.059

Карина Дмитриевна Петрова, студент
(Санкт-Петербургский государственный
архитектурно-строительный университет)
E-mail: Karina.karin.petrova.98@gmail.com

Karina Dmitrievna Petrova, student
(Saint Petersburg State University
of Architecture and Civil Engineering)
E-mail: Karina.karin.petrova.98@gmail.com

**ПРОГРАММА РАЗВИТИЯ ЗАСТРОЕННЫХ ТЕРРИТОРИЙ
В САНКТ-ПЕТЕРБУРГЕ**

**RENOVATION PROGRAM OF BUILT-UP TERRITORIES
IN SAINT PETERSBURG**

Развитие городов в теоретических и практических аспектах является одним из важнейших и сложнейших проблем устойчивого развития территорий. Развитая инфраструктура, современные жилые комплексы все это является неотъемлемой частью передового города, но так как в настоящее время интенсивная застройка в основном производится на окраине мегаполиса, а остальные дома и их кварталы, также нуждаются в обновлении и модернизации, единственным способом поддерживать статус передового города является реновация застроенных территорий.

На сегодняшний день программа реновации отнесена к числу крупных градостроительных задач, затрагивающих изменения в области территориального планирования. Программа длится уже больше 10 лет, в статье будут рассмотрены основные цели, этапы развития реновации и причины торможения проекта.

Ключевые слова: реновация, программа развития застроенных территорий, комплексное развитие территории, инфраструктура.

The development of cities in theoretical and practical aspects is one of the most important and complex problems of sustainable development of territories. Developed infrastructure, modern residential complexes are all an integral part of an advanced city, but since currently intensive development is mainly carried out on the outskirts of the metropolis, and the rest of the houses and their quarters also need updating and modernization, the only way to maintain the status of an advanced city is renovation of built-up areas.

To date, the renovation program is classified as one of the major urban planning tasks affecting changes in the field of territorial planning. The program has been going on for more than 10 years, the article will consider the main goals, stages of development of the renovation and the reasons for the inhibition.

Keywords: renovation, program for the development of built-up areas, integrated development of the territory, infrastructure.

Введение

Развитие городов в теоретических и практических аспектах является одним из важнейших и сложнейших проблем устойчивого развития территорий. Развитая инфраструктура, современные жилые комплексы все это является неотъемлемой частью передового города, но так как в настоящее время интенсивная застройка в основном производится на окраине мегаполиса, единственным способом его модернизации и обновления является реновация.

Цель проведения реновации связана в первую очередь с модернизацией, реконструкцией и сносом зданий в рамках комплексных мероприятий по развитию городских кварталов, микрорайонов. Темпы и объемы строительства год от года растут. Реновация стала единственной возможностью комплексно заняться развитием и обновлением территорий жилой застройки и ее инфраструктуры, это важнейший проект, который во многом определяет градостроительное развитие городов.

Под реновацией жилищного фонда понимается процесс замещения и восстановления, выбывших в результате функционального и физического износа элементов жилищного фонда (жилых зданий и их частей) новыми элементами или объектами [3].

Материалы и методы

Большая часть зданий Санкт-Петербурга, которые нуждаются в обновлении относятся к застройке 1950–1960-х годов XX века, сложившаяся на основе типового проектирования и начального этапа послевоенной индустриализации, с целью по возможности быстрее расселить людей из бараков и коммуналок, поэтому главными показателями были скорость строительства и возможность размещения как можно большего количества квартир на этаже [4]. В своё время эта застройка помогла реализовать в сжатые сроки правительственную программу по обеспечению бесплатным жильём население, где в основном жилищный фонд был представлен пятиэтажными крупнопанельными (1лг-507, ГИ, 1-335, ОД), кирпичными и крупноблочными (1-520, 1-527) зданиями. Было возведено около 2400 зданий в 100 кварталах города. Жилые дома первых массовых серий занимают около 7 % от всего жилищного фонда [10, 11].

Главными ценностями правительственной программы были простота и дешевизна, а требования к качеству жилья, в особенности подсобных помещений, уходили на второй план. В результате чего город столкнулся с большим количеством слабо контролируемых придомовых пространств и с плохо развитой инфраструктурой, не говоря уже об архитектурной выразительности [5]. Все это привело к преждевременному моральному старению и в ходе эксплуатации стало понятно, что здания совсем не долговечные, стены с низкой тепло и звукоизоляцией, стыки панелей регулярно нуждаются в ремонте, на первых этажах холодно и сыро, коммуникации проложены в стенах, все перечисленное не только не соответствует современным нормам, но и сильно снижает комфортность жилья, а также с каждым годом увеличивает эксплуатационные расходы [7].

Реновация стала единственным вариантом решить проблему в комплексе подразумеваемая под собой не только обновление или замену ветхого и аварийного жилья, но и развитие городской среды, обеспечивая комплексную реконструкцию территории, включая объекты социальной, транспортной и инженерной инфраструктуры (школы, детские сады, больницы, дороги и т. д.) в границах развиваемой территории.

Проект реновации в Петербурге вынашивался много лет. Первые идеи о необходимости обновления жилого фонда прозвучали еще в 80-х годах прошлого века. Затем были попытки подступиться к этой проблеме уже в 2000-х. В качестве эксперимента пытались санировать «хрущевки» с утеплением фасадов, но в итоге пришли к выводу, что городской бюджет таких затрат не потянет, да и ремонт «панелек» экономически невыгоден. Даже с учетом мансардной надстройки вложения в такую реновацию не оправдывают себя, так как не решается проблема с конструктивными элементами и планировками квартир [2].

В 2008 году был принят Закон № 238-39 «Об адресной программе Санкт-Петербурга «Развитие застроенных территорий в Санкт-Петербурге» (далее РЗТ), чуть позже – 24 июля 2008 Постановление Правительства Санкт-Петербурга от № 904 «О мерах по реализации Закона Санкт-Петербурга «Об адресной программе Санкт-Петербурга», «Развитие застроенных территорий в Санкт-Петербурге». Программа реновации за-

строенных территорий направлена на преобразование устаревшего жилищного фонда путем модернизации, реконструкции или сноса, в программу вошли 23 территории Калининского, Красногвардейского, Курортного, Невского, Фрунзенского, Кировского, Красносельского, Московского, Колпинского районов [2].

Жилые дома, расположенные на этих территориях, подлежат сносу или реконструкции в случае, если они:

- признаны аварийными;
- относятся к типовым проектам постройки 1958-1970 гг. (дома первых массовых серий 1-ЛГ-507, ГИ, 1-335, ОД, 1-528, 1-527);
- относятся к малоэтажной жилой застройке до 1966 года;
- имеют высокую – более 70 % степень физического износа вне зависимости от времени постройки;
- не соответствуют градостроительным регламентам и иной действующей градостроительной документации Санкт-Петербурга [6].

Главные задачи Адресной программы «Развитие застроенных территорий в Санкт-Петербурге»:

- повышение уровня обеспеченности жилыми помещениями горожан;
- улучшение социальных и экономических параметров городского жилищного фонда;
- повышение эффективности использования застроенных территорий, занятых аварийными домами, подлежащими сносу или реконструкции или не отвечающими современным требованиям к качеству проживания;
- реконструкция и развитие городских систем инженерной, социальной и коммунально-бытовой инфраструктуры [6].

Схема работы программы РЗТ представлена на рис. 1 и 2.

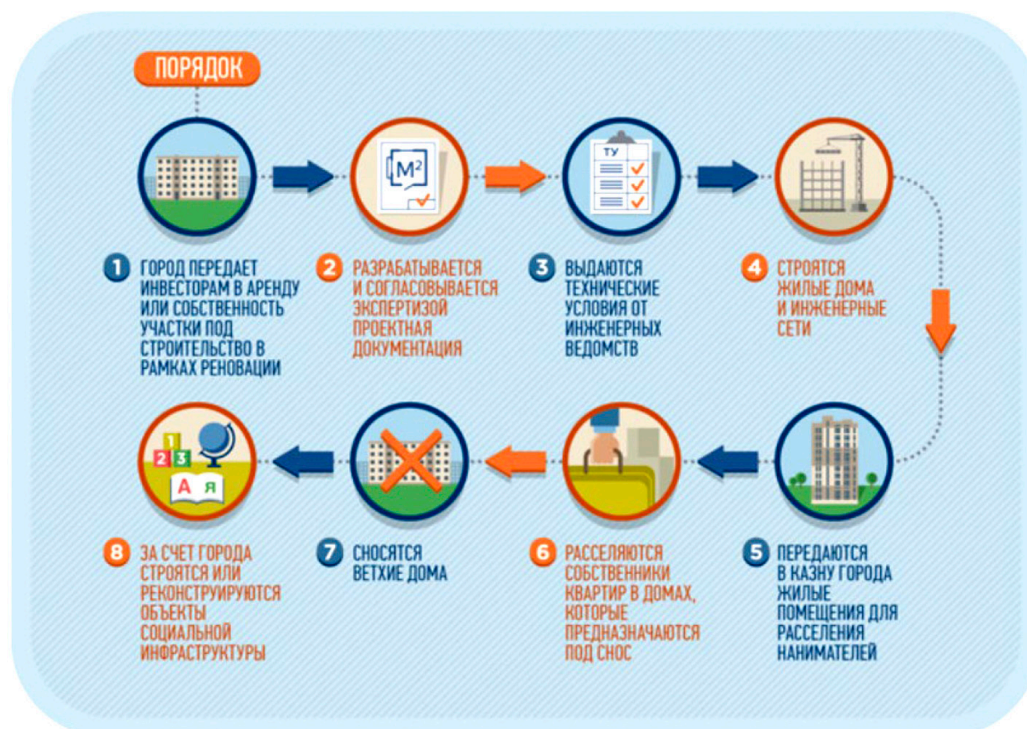


Рис. 1. Схема работы программы РЗТ

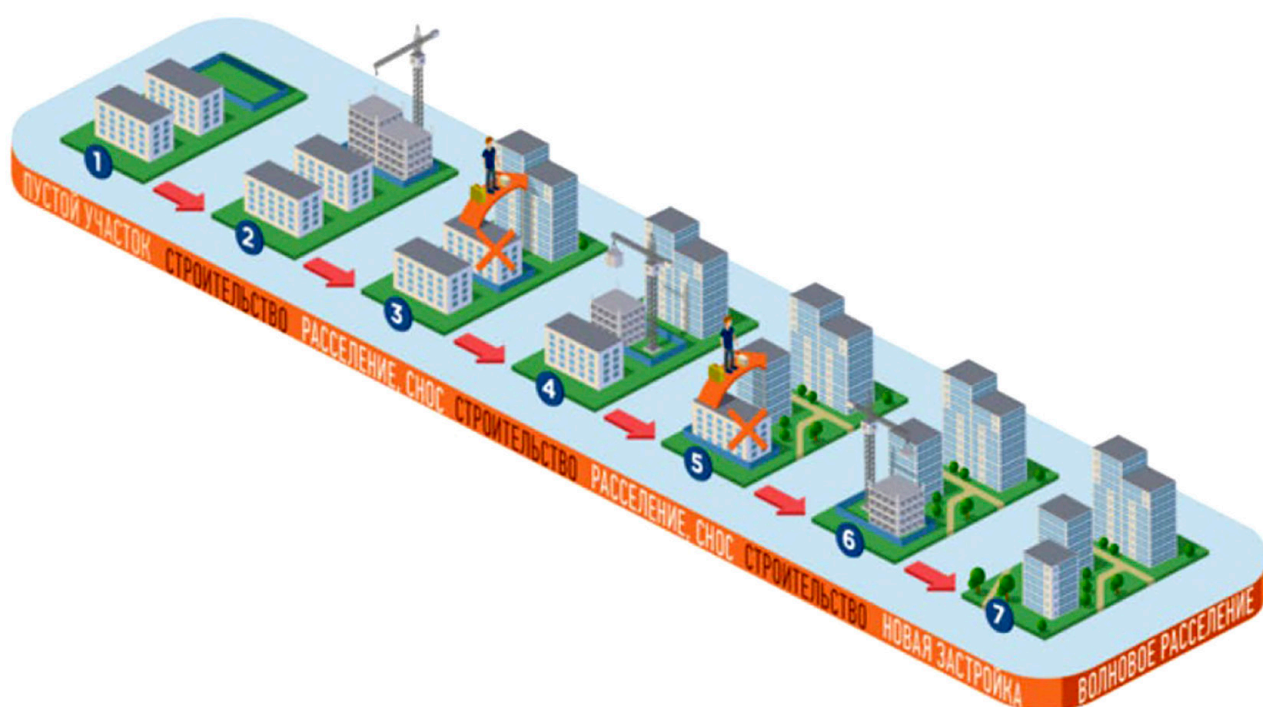


Рис. 2. Схема основных этапов реализации программы РЗТ

Схема везде одна: на пустом земельном участке в границах территории возводится жилой дом, куда переселяются жители из дома, предназначенного под снос. Далее этот дом сносится, на его месте строится новый, куда расселяются жители следующего дома и так далее. Этот механизм получил название «волновое расселение».

Все жители, попавшие в адресную программу должны быть расселены в пределах территории, включенной в реновацию. Обычно ее границы не превышают размеры городского квартала. Переселить граждан в другой район можно, но только с их письменного согласия.

Участниками программы стали ООО «Воин-В» и «СПб Реновация». По договору застройщики должны были за 9–10 лет построить 8,44 млн. м² жилья, из которых одна треть должна была быть передана жителям расселяемых домов. К февралю 2018 г. компания «СПб Реновация» планировала обновить 22 территории, но выполнила программу лишь на 12 %, было построено 23 дома в семи кварталах это 450 тыс. м², 570 тыс. м² на этапе строительства. Компания «Воин-В» к 2018 г. планировала обновить 1 территорию, но по факту выполнила программу на 10 % при этом ни один дом не был снесен, были построены три дома на 15 тыс. м². На июнь 2018 года программа была выполнена лишь на 3,5 % от планируемого объема и была частично реализована в 10 территориях, на территории остальных 13 программа РЗТ так и не реализовалась из-за отсутствия стартовых пятен. В феврале 2018 г. договор с компанией ООО «Воин-В» истёк и в декабре 2019 г через суд компания была исключена из городской адресной программы, с компанией «СПб Реновация» договор продлен до 2029 г. тем самым продлив программу на 10 лет на сегодняшний день реновация продолжается и уже снесено 84 дома, строительство ведется, но основные проблемы торможения программы РЗТ не решены [2].

Полученные результаты

Причины низких темпов реализации программы РЗТ:

- синдром последнего жильца, чаще всего встречаются собственники, которые отказываются от переезда в новое жилье на предоставленных условиях и начинают шантажировать застройщика, преследуя корыстные цели;
- отсутствия стартовых пятен, чтобы запустить процесс реновации должны быть участки для строительства новых домов, для дальнейшего переселения людей, сначала эти участки были предоставлены, но так как программа реновации была не первоочередной задачей, участки отдали под другие нужды, что сильно затормозило строительство;
- изменение законодательства, нормы, стандарты которым надо придерживаться часто корректируются, например меняется максимальная высотность зданий, повышался коэффициент использования территории, росли нормативы по местам в детских садах и школах, расширялись зоны регулируемой застройки, это сильно сказывается на строительстве нового жилья, учитывая то что оно ведется уже в созданной инфраструктуре;
- низкие темпы строительства городской инфраструктуры, обязанности о создании социальной инфраструктуры при заключении договора возлагались на администрацию города, но так как городского бюджета не хватает строительство школ, детских садов сильно отстает от темпов нового строительства, а застройщик не может взять эти полномочия на себя так как бюджет не безграничен, здесь появляется новая проблема нехватка инвесторов из-за всех вышеперечисленных проблем.

Правительство понимает, что реновацию проводить надо в ближайшее время, так как это мина замедленного действия, время идет, а дома изнашиваются, для поддержания проекта в конце 2020 г. был подписан Федеральный закон №494 «О внесении изменений в Градостроительный кодекс Российской Федерации и отдельные законодательные акты Российской Федерации в целях обеспечения комплексного развития территорий».

Целями комплексного развития территории являются:

- обеспечение сбалансированного и устойчивого развития поселений, городских округов путем повышения качества городской среды и улучшения внешнего облика, архитектурно-стилистических и иных характеристик объектов капитального строительства;
- обеспечение достижения показателей, в том числе в сфере жилищного строительства и улучшения жилищных условий граждан, в соответствии с указами Президента Российской Федерации, национальными проектами, государственными программами;
- создание необходимых условий для развития транспортной, социальной, инженерной инфраструктур, благоустройства территорий поселений, городских округов, повышения территориальной доступности таких инфраструктур;
- повышение эффективности использования территорий поселений, городских округов, в том числе формирование комфортной городской среды, создание мест обслуживания и мест приложения труда;
- создание условий для привлечения внебюджетных источников финансирования обновления застроенных территорий [1].

Комплексное развитие территории (КРТ) подразумевает, что при планировании жилой застройки сразу же выделяется место на объекты социальной сферы, магазины, спорт-

залы, детские сады, школы и т. п. Единицей планирования становится именно квартал – со всей необходимой для жизни инфраструктурой. Чтобы планировались целые кварталы в программу РЗТ будут входить не только здания в ветхом и аварийном состоянии, включая промышленные зоны, но и другие здания, входящие в условия нового закона, а также территории, которые не соответствуют градостроительной документации (генеральный план, правила застройки города), что может решить проблему со стартовыми пятнами. Например, если на участке находится садоводство или частные дома, а в генплане на этом месте заложено появление нового жилого района, это повод включить такую территорию в зону реновации и начать снос, но можно будет внести изменения в главные градостроительные документы в течение 90 дней со дня утверждения проекта планировки территории для реновации. Публичные слушания могут проводиться на территориях, в отношении которой принято решение о комплексном развитии территории [8, 9].

Закон дает большие возможности именно администрациям города, власти смогут разработать и утвердить адресные программы по сносу и реконструкции многоквартирных домов, на основании которых будет принято решение о комплексном развитии территории. Регионы сами станут определять содержание программ, источники финансирования, технические характеристики домов, которые могут быть включены в программу, а также определить порядок опроса граждан. Чтобы включить дом в программу развития застроенных территорий предполагается согласие не всех собственников, как это было раньше, а только две трети, данное нововведение может решить проблему «последнего жильца», но если большая часть собственников против, то их дом не будет включаться в программу реновации [1].

Но вопрос о низких темпах строительства городской инфраструктуры не закрыт, предполагается, что деньги на строительство и устройство инженерных сетей будет выделяться также, как и на строительство метро, поэтому следует привлекать инвесторов или новые источники финансирования, а чтобы появился интерес надо компании чем то привлекать, а участвовать в программе могут позвонить себе только застройщики, которые специализируются на реновации, либо крупные компании, которые могут на себя взять дополнительную нагрузку.

Вывод

Новый закон может устранить многие препятствия по реализации программы реновации, но этого может быть недостаточно, так как закон был введен в силу совсем недавно и только начинает реализовываться, говорить о результатах можно только теоретически, но важно начать правильно применять механизмы КРТ, так как даже самые хорошие нормы можно неправильно применить, что приведет к совершенно другим результатам.

Литература

1. Градостроительный кодекс Российской Федерации от 29.12.2004 № 190-ФЗ (ред. от 30.12.2020) (с изм. и доп., вступ. в силу с 10.01.2021).
2. Городская программа Развитие застроенных территорий Санкт-Петербурга (Электронный ресурс) // URL:https://rzt.spb.ru/about/obschaya_informaciya (Дата обращения 10.01.21).

3. Хохлов О. Б. Оценка эффективности проектов и программ реновации жилищного фонда. Диссертация / Хохлов О. Б., Овсянникова Т. Ю. // ТГАСУ. 2006г. С.189.
4. Налётова А. С. Реновация городских территорий, застроенных в 1950-1960-х годах // Лучшая научная статья 2017. Пенза, 2017. С. 271–273.
5. Коршунова Е. М. Совершенствование механизма реновации территорий типовой жилой застройки в Санкт-Петербурге/ Коршунова Е. М. Вишнивецкая А. И. / Вестник гражданских инженеров. 2019. № 3 (74). С. 209–215.
6. Администрация Санкт-Петербург. Официальный сайт. (Электронный ресурс) // URL:<https://www.gov.spb.ru/gov/otrasl/komstroy/kvartali> (Дата обращения 10.01.21).
7. Недвижимость и строительство Петербурга. (Электронный ресурс) // URL:<https://nsp.ru/27300-proektam-renovacii-nuzen-osobyi-status> (Дата обращения 10.01.21).
8. Закон о реновации в регионах принят в окончательном чтении. (Электронный ресурс) // URL:<https://www.sibdom.ru/news/15872> (Дата обращения 10.01.21).
9. Как будут расселять дома по новому закону о всероссийской реновации. (Электронный ресурс) // URL:<https://realty.rbc.ru/news/5feac4b89a7947a9047b2bc7> (Дата обращения 10.01.21).
10. Коршунова Е. М. Современные проблемы развития застроенных территорий / Коршунова Е. М., Вишнивецкая А. И. // Вестник гражданских инженеров. 2018. № 2 (67). С 258–263.
11. Бузырев В. В. Реновация жилых домов как важный фактор увеличения жизненного цикла жилищного фонда в регионе/ Бузырев В. В. // Проблемы современной экономики 2012. С. 285–288.

УДК 692

Анна Александровна Пудышева, студент
Артур Вячеславович Неведов, канд. экон. наук
(Санкт-Петербургский государственный
архитектурно-строительный университет)
E-mail: anna.pudysheva@bk.ru

Anna Aleksandrovna Pudysheva, student
Arthur Vyacheslavovich Nefedov, PhD of Economics
(Saint Petersburg State University
of Architecture and Civil Engineering)
E-mail: anna.pudysheva@bk.ru

**ОРГАНИЗАЦИЯ РАБОТ ПО УСИЛЕНИЮ ФУНДАМЕНТОВ
И КОНТАКТНОЙ ЗОНЫ «ФУНДАМЕНТ-ГРУНТ»
ИНЪЕКЦИОННЫМ МЕТОДОМ В Г. САНКТ-ПЕТЕРБУРГ**

**ORGANIZATION OF WORK ON STRENGTHENING THE FOUNDATIONS
AND THE CONTACT ZONE „FOUNDATION-GROUND“
BY INJECTION METHOD IN ST. PETERSBURG**

Для крупных городов, с многовековой историей, реконструкция существующих зданий, получивших естественный физический износ, имеет актуальное значение. В большинстве случаев реконструируемые здания нуждаются в конструктивном усилении фундаментов и оснований. В данной статье описывается организационно-технологическая последовательность мероприятий по восстановлению сплошности кладки фундаментов и укреплению контактного слоя «фундамент-грунт» на примере реального объекта.

Ключевые слова: усиление грунтов, основание, инъекцирование, контактная зона, сплошность, фундамент.

For large cities with a long history, the reconstruction of existing buildings that have received natural physical wear and tear is of current importance. In most cases, the reconstructed buildings need structural reinforcement of the foundations and foundations. This article describes the organizational and technological sequence of measures to restore the continuity of the foundation treasure and strengthen the contact layer «foundation-ground» on the example of a real object.

Keywords: ground reinforcement, foundation, injection, contact area, continuity, foundation.

При проведении реконструкции, ремонтных работ и реставрации зданий и сооружений старой постройки, одной из главных задач, стоящих перед инженерами, является определение состояния существующих несущих конструкций, способность их воспринимать действующие и дополнительные, возникающие в ходе реконструкции нагрузки и, в конечном счете, выбор, в случае необходимости, способа их усиления.

В актуальности данной темы нет сомнений. В Санкт-Петербурге особенно много зданий и сооружений исторической застройки, сопровождаемых сложными инженерно-геологическими условиями. В процессе эксплуатации, во многих случаях, происходят деформации несущих конструкций, вызываемые различными причинами. Одной из наиболее распространенных причин деформаций являются неравномерные осадки, которые, в свою очередь, вызывают деформации и разрушения несущих конструкций – стен, колонн, перекрытий, сводов, перемычек оконных и дверных проемов и др. Неравномерные осадки зданий и сооружений могут быть вызваны многими факторами. В связи с этим одной из основных проблем, решаемых при реконструкции зданий является выбор рационального метода усиления оснований и фундаментов.

Наряду с известными методами усиления несущих конструкций и, прежде всего, оснований и фундаментов существующих зданий и сооружений такими, как перекладка существующих и подведение новых фундаментов, устройство обойм для укрепления кладки фундаментов и уменьшения удельных давлений от сооружений на грунты основания, устройство вблизи существующих различных по конструкциям свайных фундаментов с передачей на них нагрузок от сооружений, применение различных методов химического закрепления грунтов основания и т. п., все в больших объемах применяются инъекционные методы усиления, в том числе укрепительная цементации грунтов основания и фундаментов [1].

Усиление инъекционными методами имеет по сравнению с другими известными методами, применяемыми при реставрации и реконструкции существующих зданий и сооружений ряд преимуществ, в том числе:

1. Возможность выполнения усиления без нарушения внешнего вида и конструктивных особенностей здания, что особенно актуально при реставрации памятников архитектуры и, в частности их фундаментов, могущих представлять собой особый интерес как памятник инженерного искусства.

2. Возможность ведения работ по усилению оснований и подземных конструкций из подвалов зданий.

3. Возможность проведения усиления практически в любых грунтовых условиях.

4. Возможность проведения усиления грунтов основания и фундаментов без прекращения или остановки выполнения других работ по реставрации или реконструкции объекта.

5. Высокая надежность инъекционных методов в сочетании с возможностью применения современных эффективных методов контроля качества работ.

6. Высокая экономическая эффективность инъекционных методов усиления, низкий расход материалов на единицу воспринимаемой нагрузки, минимальные объемы земляных работ и затраты ручного труда [2].

Необходимости усиления фундаментов и выбору способа усиления предшествуют инженерно-геологические изыскания и техническое обследование конструкций существующих фундаментов [3].

В качестве примера рассмотрим объект строительства: Восстановление сплошности кладки фундаментов и укрепление контактного слоя «фундамент-грунт» в рамках проекта мероприятий по снятию аварийности с перепланировкой квартир жилого здания по адресу: г. Санкт-Петербург, ул. Шкапина, д. 24, лит. Б.

Организационно-технологическая последовательность ведения работ:

1. Бурение шпуров Ø52 мм по телу фундамента, не доходя до подошвы 300 мм.

2. Восстановление сплошности фундамента снизу-вверх с шагом 0,5 м с пакерованием подошвы фундамента и участка на 500 мм выше, и так далее, вверх (рис. 1).

3. Повторное бурение шпуров через тело фундамента в контактную зону «фундамент-грунт». Забой скважины находится на 500 мм ниже подошвы фундамента.

4. После набора прочности кладкой произвести инъектирование грунта под подошвой фундамента с пакерованием на восстановленное тело фундамента (рис. 2).

Работы по инъекционному укреплению кладки фундаментов ведутся при помощи скважинного разжимного пакера заходками снизу-вверх с шагом 0,5...0,7 м. В случае неудовлетворительного состояния кладки фундаментов инъекционное укрепление кладки допускается вести при помощи скважинного разжимного пакера заходками сверху-вниз с шагом не более 1,0 м с последующим перебуриванием скважин. Инъекционный раствор, приготовленный из портландцемента М400, нагнетается при низких значениях давления и расходах (не более 0,4 МПа) через разжимной пакер. За отказ нагнетания принимается расход цементационного раствора 1 л/мин в течение 10 мин при соответствующем давлении нагнетания.

Инъектирование производится только в бутовой части фундаментов с последующим тампонажем шпуров. Расход инъекционного раствора – 80 литров на один погонный метр шпура в бутовой кладке фундаментов.

Перед началом всех инъекционных работ должны быть выполнены опытные работы на участке фундамента длиной не менее 3 м для уточнения расходов и всех технологических параметров [4].

Инъекционные растворы для выполнения работ по восстановлению сплошности и укреплению грунтов основания фундаментов – на основе портландцемента М 400 (В/Ц=0,5 ... 0,75 + 2 % CaCl₂).

Ориентировочный состав раствора на 100 л:

- портландцемент М400 – 90 кг;
- CaCl₂ – 1,8 кг;
- вода – 70 л.

Прочность образцов инъекционного раствора на одноосное сжатие в возрасте 28 суток должна быть не менее 15 МПа.

Схема подачи инъекционного раствора:

- 1) инъектирование восходящим методом тела фундамента с шагом 0,5 м.

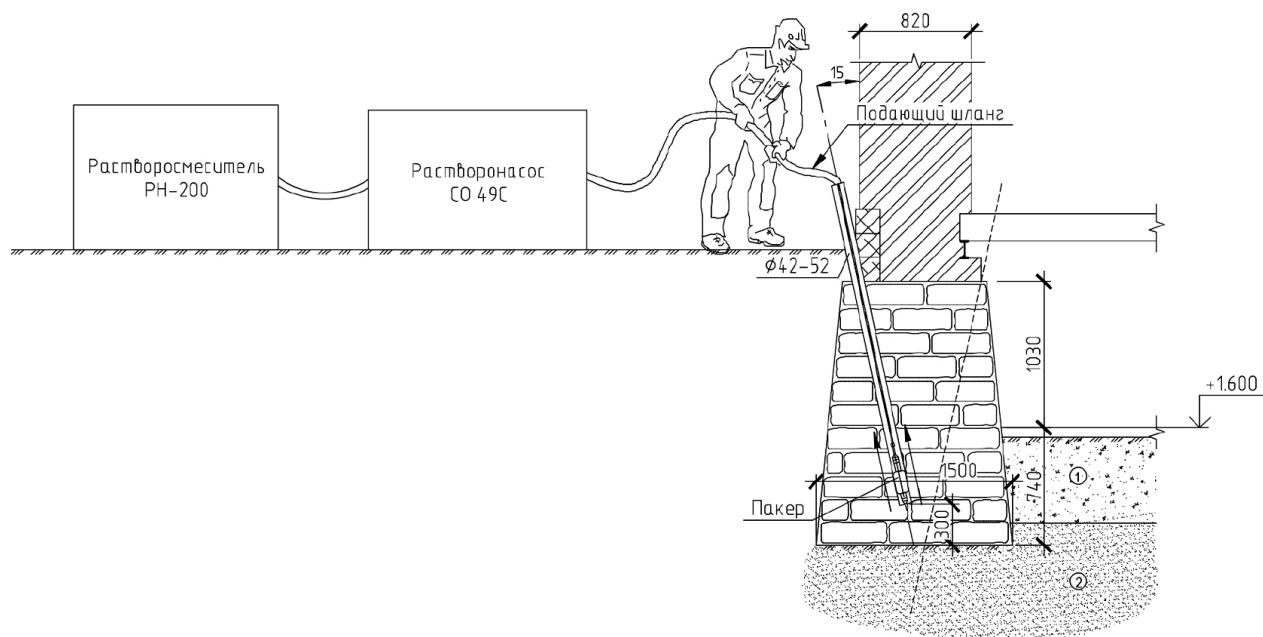


Рис. 1. Инъектирование тела фундамента

2) инъектирование контактной зоны «фундамент-грунт».

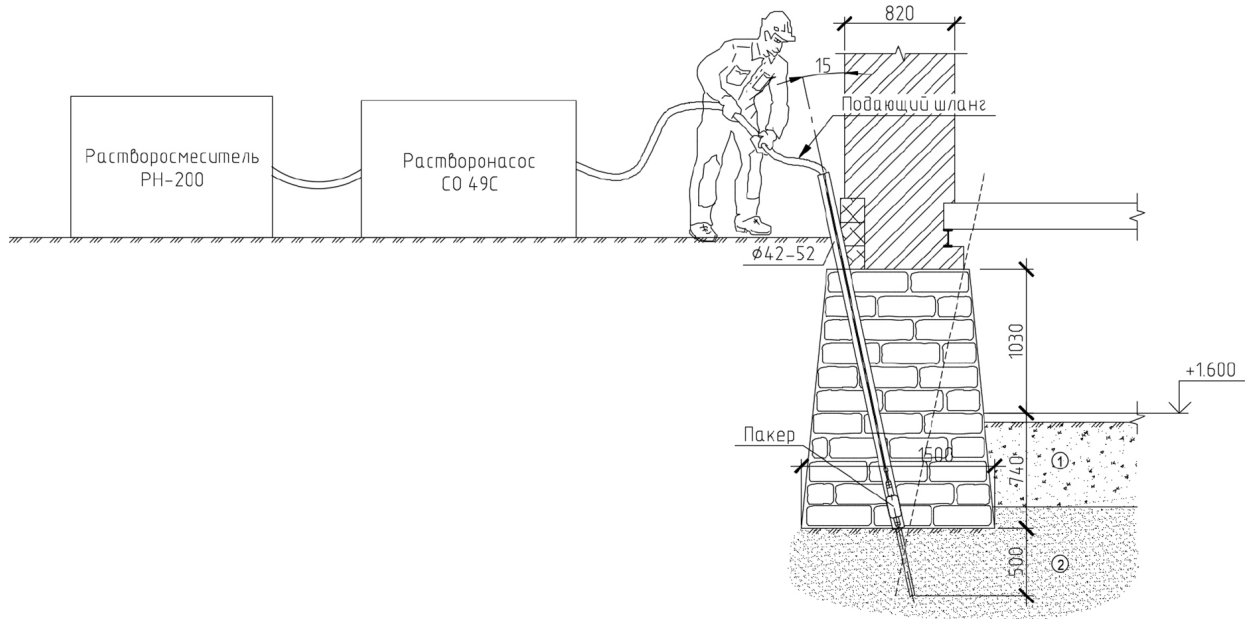


Рис. 2. Инъектирование контактной зоны «фундамент-грунт»

Для выполнения работ по инъектированию тела фундаментов и контактной зоны «фундамент-грунт» требуется бригада из 3–4 рабочих. Бурение скважин с последующим инъектированием производится через одну [5]. Таким образом, первым этапом устраиваются все нечетные скважины, вторым – четные (рис. 3).

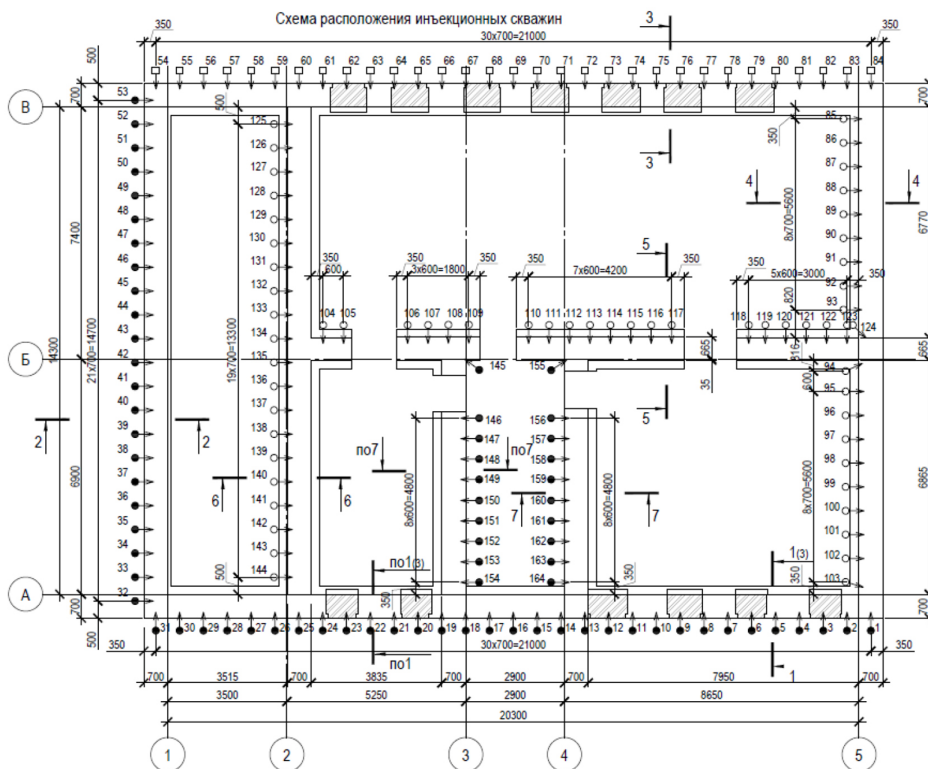


Рис. 3. Схема расположения инъекционных скважин

Для контроля качества работ было отобрано 8 кернов диаметром 100 мм (рис. 4). Образцы прошли лабораторные испытания и показали результат в 29,6 МПа – среднее значение прочности при сжатии. Это значение превышает проектную прочность в 2 раза и говорит о том, что работы проведены в полном объеме и качественно.



Рис. 4. Часть керна

В заключение хотелось отметить, что данный метод усиления фундаментов и грунтов основания эффективен. Данный вывод подтверждают проведенные испытания. Метод применим для бутовых фундаментов исторической застройки, в кладке которых со временем образуются пустоты. Кроме того, такой метод усиления не требует больших трудозатрат, строительных машин и механизмов.

Литература

1. Егоров А. И., Муштай И. А. Методические рекомендации по проектированию и производству работ при усилении оснований и фундаментов. М. 1984. 51 с.
2. Коробова О. А. Усиление оснований и реконструкция фундаментов: учеб. пособие / О. А. Коробова; Новосиб. гос. архитектур-строит. ун-т (Сибстрин). Новосибирск: НГАСУ (Сибстрин), 2008. 332 с.
3. Основания и фундаменты: справочник / Г. И. Швецов [и др.]; под ред. Г. И. Швецова. М.: Высшая школа, 1991. 383 с.
4. СП 22.13330.2016. Основания зданий и сооружений. Актуализированная редакция СНиП 2.02.01–83*.
5. СП 45.13330.2017. Земляные сооружения, основания и фундаменты. Актуализированная редакция СНиП 3.02.01–87.

УДК 624.05

Алена Петровна Саперова, студент
Валерия Евгеньевна Фролова, студент
(Санкт-Петербургский государственный
архитектурно-строительный университет)
E-mail: alena_saperova1997@mail.ru,
lera.331998@yandex.ru

Alena Petrovna Saperova, student
Valeria Evgenievna Frolova, student
(Saint Petersburg State University
of Architecture and Civil Engineering)
E-mail: alena_saperova1997@mail.ru,
lera.331998@yandex.ru

РАЗВИТИЕ ЦИФРОВОГО ПРОЕКТА ОРГАНИЗАЦИИ СТРОИТЕЛЬСТВА

DEVELOPMENT OF THE DIGITAL PROJECT OF THE CONSTRUCTION ORGANIZATION

С целью рассмотрения влияния развития цифровых технологий в организации строительства на экономическую составляющую, сокращение сроков производства работ и другие факторы, в статье анализируется зарубежный и российский опыт и проблемы внедрения ИТ. Рассматривается нормативно-правовая база, регулирующая разработку организационно-технологических решений на строительной площадке с использованием технологий информационного моделирования. Проведен анализ стандартов и уровней BIM, их краткая характеристика и выделение ключевых стандартов, используемых в настоящее время. Приведены примеры проектов организации строительства зарубежных стран, реализованных на основе информационных технологий.

Ключевые слова: цифровые технологии, BIM моделирование, информационная модель, зарубежный опыт, организационно-технологическая документация.

In order to consider the impact of the development of digital technologies in the organization of construction on the economic component, reduction of the terms of work and other factors, the article analyzes foreign and Russian experience and problems of IT implementation. The regulatory and legal framework governing the development of organizational and technological solutions at the construction site using information modeling technologies is considered. The analysis of BIM standards and levels, their brief description and identification of the key standards currently in use. Examples of projects for organizing the construction of foreign countries, implemented on the basis of information technologies, are given.

Keywords: digital technologies, BIM modeling, information model, foreign experience, organizational and technological documentation.

В современной реалии все больше процессов ручного труда заменяют цифровые технологии.

Не исключением стала и строительная отрасль. Вспомнив один из основных законов развития техники – закон вытеснения человека из технической системы, можно выделить три этапа:

1. Вытеснение человека из рабочих органов системы.
2. Вытеснение уровня управления.
3. Вытеснение с уровня принятия решений.

Наиболее ярко в современном строительстве прослеживается первый этап вытеснения, так как многие функции человека уже давно заменяются механизированными установками. С уровня управления и принятия решений вытеснение происходит не так явно.

Есть несколько причин из-за чего процесс замещения человека путем внедрения цифровых технологий и автоматизации необходим и актуален:

- сокращение времени принятия решений;

- возможность на этапе планирования выявить и учесть проблемы, которые могут возникнуть в процессе;

- сокращение времени цикла строительства;

- экономия финансовых средств.

Строительство – сложный процесс, а согласно закону необходимого разнообразия Уильяма Эшби, невозможно управлять сложными процессами при помощи простой системы [1]. Поэтому чтобы оптимизировать строительство, минимизировать затраты и время и достичь необходимых требований к функциональности готового объекта необходимо учесть внедрение цифровых технологий уже на этапе проектирования.

Использование методов организационно-технологического проектирования с применением технологии информационного моделирования помогает решить некоторые проблемы, возникающие при разработке организационно-технологической документации, а именно резко повысить уровень инженерной подготовки строительства, в том числе по разработке строительных генеральных планов (СГП). Высокая степень автоматизации и использование информационной модели позволяет уменьшить необходимость привлечения к проектированию специалистов с большим опытом работы и в короткие сроки осуществить вариантную проработку, а значит подобрать оптимальные, конструктивные, технологические и организационных решения.

Наглядная визуализация процесса организации строительства способствует заинтересованным лицам инвестиционного строительного процесса принять окончательное решение по производству и ведению работ.

Однако в России недостаточно нормативных документов, регулирующих разработку организационно-технологических решений на строительной площадке с использованием технологий информационного моделирования. Поэтому чтобы полностью осуществить переход на цифровое моделирование необходима сформировавшаяся нормативная база.

С Указом Президента Российской Федерации от 7 мая 2018 г. № 204 «О национальных целях и стратегических задачах развития Российской Федерации на период до 2024 года» (пункт Поручение Президента Российской Федерации от 19 июля 2018 г. № 1235) начался первый этап формирования законодательной, правовой и нормативно-технической базы, обеспечивающей цифровую трансформацию строительной отрасли (рис. 1) [2].



Рис. 1. Целевые результаты цифровой трансформации строительной отрасли в России

Градостроительный Кодекс РФ в результате цифровизации получил ряд изменений:

- статья 57.5: наделение застройщика, лица ответственного за обоснование инвестиций и эксплуатацию объекта капитального строительства правом на использование технологий информационного моделирования;

- часть 1 статьи 6: наделение ФОИВ в области градостроительной деятельности полномочиями по: установлению порядка, формированию и ведению классификатора строительной информации, фонда цифровых нормативно-технических документов в строительстве, установлению правил формирования, ведения и использования, требований к составу и содержанию информационной модели объекта;
- часть 2 статьи 48: расширение определения проектной документации;
- пункт 13 статья 55.24: наделение ответственного лица полномочиями по обеспечению ведения информационной модели объекта и расширение состава сведений, подлежащих включению в информационную модель объекта [3];

В Постановление Правительства РФ от 16.02.2008 г. № 87 «О составе разделов проектной документации и требованиях к их содержанию» были внесены требования, касающиеся выполнения проектной документации с применением информационного моделирования [4].

Введение нормативной базы в области цифровизации строительной отрасли в Российской Федерации послужило началом развития и становления единой системы контроля жизненного цикла объекта капитального строительства (рис. 2).



Рис. 2. Ключевые моменты цифровой трансформации строительной отрасли в России

Появление информационного моделирования произвело революцию в способах взаимодействия архитекторов, инженеров и других специалистов в строительной области. Так, в Финляндии [5], США [6], Великобритании [7], Сингапуре [8], Новой Зеландии [9], Канаде [10] и других странах уже существуют национальные BIM стандарты, которые предусматривают разработку организационно-технологической документации с использованием технологий информационного моделирования (рис. 3).

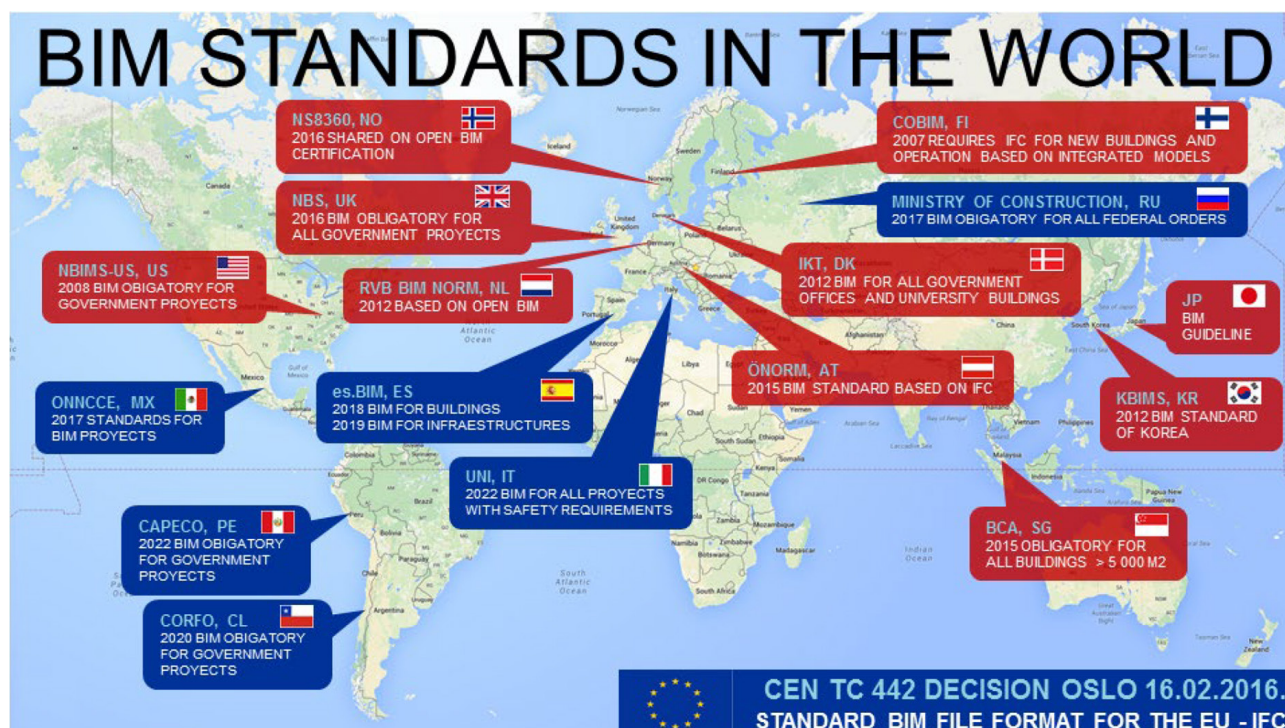


Рис. 3. BIM стандарты в странах мира

Основной целью разработки данных документов является создание условий для широкого применения BIM определённого стандарта, так называемого уровня 2 (BIM Level 2).

Уровни BIM описаны в PAS 1192-2:2013 в соответствии с определением, введённым М. Бью и М. Ричардсом [11].

Согласно PAS 1192-2:2013 уровни BIM определяются следующим образом:

1. Уровень 0 (Level 0) – создание 2D чертежей с использованием автоматизированных систем проектирования без единых регламентов и стандартов.

2. Уровень 1 (Level 1) – создание 2D чертежей с частичным использованием 3D-моделирования. Создание чертежей осуществляется согласно единым стандартам и регламентам.

3. Уровень 2 (Level 2) – этот уровень характеризуется полноценным трёхмерным проектированием (моделированием) в среде общих данных (системе инженерного документооборота) с помощью современных автоматизированных систем проектирования с получением документации (автоматически) непосредственно из информационной модели. Модель должна также содержать 4D – (календарные графики реализации проектов) и 5D-описания (стоимостные показатели). При общепринятом употреблении термина BIM в настоящее время имеется в виду именно данный уровень.

4. Уровень 3 (Level 3) – представляет собой единую интегрированную систему полного цикла. Наиболее близкими к идеологии BIM Level 3 являются современные промышленные машиностроительные решения PLM (Project Lifecycle Management), такие как Dassault Systèmes CATIA, Siemens PLM Software NX, PTC Creo Elements/ Pro и т.п. (рис. 4).

Реализация уровня 3 осложняется «неготовностью» современных информационных систем, в том числе САПР и ГИС. Но можно отметить, что в рамках инициативы Digital Built Britain уже ведутся соответствующие работы.

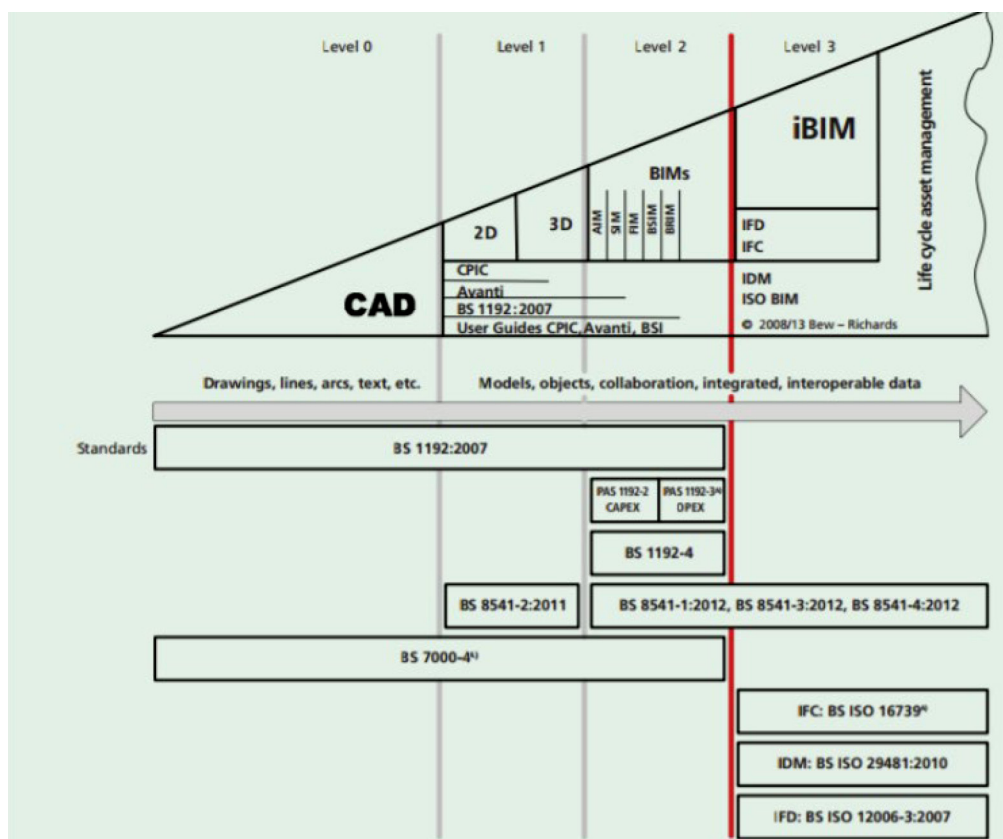


Рис. 4. Уровни BIM в PAS 1192-2:2013

С практической точки зрения, использование информационной модели здания позволяет в виртуальном режиме объединить воедино, подобрать по предназначению, рассчитать, состыковать и согласовать создаваемые разными специалистами и организациями компоненты и системы будущего сооружения, а также заранее проверить их жизнеспособность, функциональную пригодность и эксплуатационные качества, чтобы в дальнейшем избежать внутренних нестыковок (коллизий).

В зарубежных странах повсеместно использует BIM уровня 2, как в государственных, так и в частных проектах.

Так, в Великобритании в процессе подготовки к Олимпиаде в Лондоне была создана единая информационная модель всего комплекса объектов, в которую вошли информационные модели отдельных сооружений направлены прежде всего на координацию работы многочисленных подрядчиков и субподрядчиков. Единая технология проектирования была реализована многопрофильной командой, представляющей ODA, партнера, компанию Bentley и шесть крупнейших подрядчиков в сфере проектирования и строительства.

В США около 72 % строительных фирм используют BIM для значительной экономии средств на проектах. Реализации проекта нового корпуса Музея искусств в американском городе Денвере для организации взаимодействия субподрядчиков при проектировании

и возведении каркаса здания, разработки и монтаже сантехнических и электрических систем была использована специально разработанная для этого объекта информационная модель. Организационное применение BIM позволила сократить срок строительства на 14 месяцев и привело к экономии примерно 400 тысяч долларов при сметной стоимости объекта в 70 миллионов долларов (рис. 6).



Рис. 6. Новый корпус Музея искусств в г. Денвере

Во Франции проект по строительству здания музея Fondation Louis Vuitton выполнялся компанией Gehry Technologies на основе технологии информационного моделирования зданий (BIM). Использование данной технологии позволила осуществить совместное проектирование, продвинутые возможности параметризации вывели проект на новый уровень, а автоматизация с помощью числового программного управления (ЧПУ) дополнила цепочку строительства.

Из ключевых достижений проекта можно выделить: более 15 команд и 400 человек, задействованных по всему миру, совместно работавших над проектом; около 100 гигабайт данных для представления модели BIM; более 100 000 итераций (различных версий) BIM (рис. 7).

Цифровая информационная модель здания – это полноценный ресурс информации об объекте для обеспечения возможности коллективной работы над проектом всех заинтересованных лиц на протяжении всего жизненного цикла проекта. Но проблема технологий проектирования BIM ставит вопрос выбора, как конкретного объекта исследования, так и формирования четкой концепции обучения. В настоящее время в России имеются предпосылки для внедрения цифровой среды в строительную сферу. Постепенное развитие цифровых технологий стимулирует компании к их внедрению. Однако не каждая компания может позволить себе данную революцию, так как это требует немалых капитальных вложений и не гарантирует окупаемость с первого реализованного проекта. Важным моментом также является относительно недавнее внедрение данной модели и, следовательно, недостаток на сегодняшний день в России квалифицированных специалистов в этой области. В это же время процесс информационного моделирования в раз-

витых странах активно внедряется в процессы проектирования и поддержки жизненного цикла объектов капитального строительства. Этот процесс регулируется государством и разрабатываются нормативные стандарты на BIM.



Рис. 7. Здание музея Fondation Louis Vuitton

Внедрение технологии информационного моделирования является важной составляющей экономического роста. Развитие данного метода позволит не только повысить точность расчета стоимостных показателей, но и сократить время реализации проекта. Поэтому важной и первоочередной задачей на сегодняшний день в РФ является разработка нормативно-технической и методической документации.

Литература

1. Эшби, У. Р. Введение в кибернетику / У. Р. Эшби. Москва: Иностранная литература, 1959 432 с.
2. Указ Президента Российской Федерации от 07.05.2018 г. № 204 «О национальных целях и стратегических задачах развития Российской Федерации на период до 2024 года».
3. Градостроительный кодекс Российской Федерации от 29.12.2004 № 190-ФЗ (ред. от 30.12.2020) (с изм. и доп., вступ. в силу с 10.01.2021).
4. Постановление Правительства РФ от 16.02.2008 № 87 (ред. от 21.12.2020) «О составе разделов проектной документации и требованиях к их содержанию».
5. Common BIM Requirements 2012. Series 13. Use of models in construction. COBIM project, 2012. 21 с.
6. National BIM standard – United States. Version 2. National Institute of building sciences building SMART alliance, 2012. 676 p.
7. PAS 1192-2:2013. Specification for information management for the capital/delivery phase of construction projects using building information modeling. The British Standards Institution, 2013. 68 p.
8. Singapore BIM Guide. Version 2. Building and construction authority, 2013. 70 p.
9. New Zeland BIM Handbook. A guide to enabling BIM on building projects. Building and construction productivity partnership, 2014. 142 p.
10. AEC (CAN) BIM protocol. Implementing Canadian BIM Standards for the Architectural, Engineering and Construction industry based on international collaboration. Version 1. The AEC (UK) committee, AEC (CAN) CanBIM designers committee, 2012. 54 p.
11. Bew M., Underwood J., Wix J., & Storer G. Going BIM in a Commercial World // eWork and eBusiness in Architecture, Engineering and Construction: European Conferences on Product and Process Modeling (ECCPM 2008). Sophia Antipolis. France. P. 139–150.

УДК 694.674

Михаил Александрович Смирнов, студент
(Санкт-Петербургский государственный
архитектурно-строительный университет)
E-mail: misha2548@yandex.ru

Mikhail Aleksandrovich Smirnov, student
(Saint Petersburg State University of Architecture
and Civil Engineering)
E-mail: misha2548@yandex.ru

**ОРГАНИЗАЦИОННО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЕ РЕШЕНИЕ
ПО УСТРОЙСТВУ НЕСЪЕМНОЙ ОПАЛУБКИ ИЗ ХРИЗОЛИТОВЫХ
ЛИСТОВ ПРИ УСТРОЙСТВЕ ПЕНОБЕТОННЫХ КОНСТРУКЦИЙ
ПРИ СТРОИТЕЛЬСТВЕ КОТТЕДЖНОГО ПОСЁЛКА
В ЛЕНИНГРАДСКОЙ ОБЛАСТИ**

**ORGANIZATIONAL AND TECHNOLOGICAL SOLUTION FOR THE INSTALLATION
OF FIXED FORMWORK MADE OF CHRYSOLITE SHEETS IN THE CONSTRUCTION
OF FOAM CONCRETE STRUCTURES DURING THE CONSTRUCTION
OF A COTTAGE SETTLEMENT IN THE LENINGRAD REGION**

В приведенной ниже статье описаны свойства хризотилцемента, обобщены сведения о хризотилцементных материалах и изделиях, выпускаемых отечественной и зарубежной промышленностью. Рассматриваются вопросы о применении хризотилцементных листов в качестве несъемной опалубки на металлическом и деревянном каркасе, в качестве кровельных и стеновых материалов (хризотилцементные волнистые, полуволнистые и плоские листы и плиты), труб и муфт. Описаны основные достоинства данного материал, как длительный срок эксплуатации, устойчивость к влиянию погодных условий и температурных перепадов, низкая теплопроводность, высокое шумопоглощение, неподверженность коррозии и гниению, высокая прочность, водостойкость и морозостойкость, легкое подвержение механической обработке.

Ключевые слова: хризотил, хризотилцемент, технология, строительство, пенобетон, опалубка, конструкция, каркас.

The article below describes the properties of chrysotile cement, summarizes information about chrysotile cement materials and products produced by domestic and foreign industry. The article discusses the use of chrysotile cement sheets as permanent formwork on metal and wooden frames, as roofing and wall materials (chrysotile cement wavy, semi-wavy and flat sheets and plates), pipes and couplings, Describes the main advantages of this material, such as long service life, resistance to weather conditions and temperature changes, low thermal conductivity, high noise absorption, resistance to corrosion and rot, high strength, water resistance and frost resistance, easy machining.

Keywords: chrysotile, chrysotile cement, technology, construction, foam concrete, formwork, construction, frame.

Хризотилцемент это один из наиболее известных и широко используемых в мире строительных материалов. Хризотилцементные изделия, в состав которых входит хризотил, используются более чем в ста развитых, а также развивающихся странах.

Хризотилцемент (прежнее название это асбестоцемент) стал известен в 1901 году, когда австрийский инженер, Людвиг Гатчек, запатентовал свое изобретение на способ изготовления асбестоцементных (хризотилцементных) плит.

Хризотилцемент является искусственным каменным композиционным материалом, который состоит из 80–90 % портландцемента, 10–20 % хризотила и воды, образующийся при затвердении смеси. Способность хризотила расщепляться на тончайшие волокна,

их большая удельная поверхность, прочность при растяжении, упругость, эластичность, высокие адгезионные и когезионные характеристики используются при производстве этого материала. Хризотилцемент является фибробетоном, т. е. бетоном, армированным волокнами. Хризотил щелочестоек, что определяет устойчивость его волокон в щелочной среде цементного камня. В хризотилцементе волокна хризотила состоят в связанном состоянии и, соответственно, не выделяются в окружающую среду и атмосферу.

Хризотилцемент – это пожароустойчивый материал, не гниет, непродолжительное время устойчив в кислых средах, не корродирует даже в самых неблагоприятных условиях, не пропускает электрический ток, электромагнитные и радиоактивные излучения, имеет низкую теплопроводность и способен выдержать высокую температуру.

В XX веке в Европе и в странах Америки хризотилцементные изделия широко применяли в качестве несущих и ограждающих конструкций, а также элементов в промышленном и гражданском строительстве, и в различных специальных сооружениях.

В России в 1908 году в г. Брянске было организовано Товарищество первого русского завода искусственного шифера «Террофазерит». Завод снабжал кровельными материалами Брянскую, Смоленскую, Калужскую, Киевскую и Гомельскую губернии, за что был отмечен императором Николаем II. Это послужило началом развития хризотилцементной отрасли России.

В настоящее время хризотил производится в России, Китае, Бразилии, Казахстане, Канаде, Зимбабве и других странах. Российская Федерация является ведущей хризотилодобывающей страной мира. Крупнейшими экспортёрами были и являются Россия и Канада.

На основе хризотилового волокна во всём мире изготавливается свыше 3000 различных изделий. Более 90 % всего хризотила идет на изготовление хризотилцементных материалов и изделий, таких как кровельные волнистые, полуволнистые листы, плоские листы и плитки, фасадные материалы, трубы, их общее производство составляет свыше десяти млн т в год.

В настоящее время в России функционируют шестнадцать хризотилцементных предприятий.

Они выпускают волнистые листы, плоские листы непрессованные и прессованные, безнапорные и напорные трубы, листы для оросителей градирен, детали для сводов метрополитенов, изделия «малых форм» – доборные детали для кровли, подоконники и т. д., разработаны новые виды конструкций для кровель и фасадов на основе хризотилцементных листов. Это утепленные вентилируемые кровельные и фасадные системы. Производство этого материала в мире составляет более двух млн т в год.

Рассмотрим применение хризотилцементных изделий в качестве несъёмной опалубки.

В качестве несъёмной опалубки рекомендуется применять хризотилцементные изделия. Несъёмная опалубка даёт возможность вести монтаж, не дожидаясь, пока бетон достигнет проектной прочности. Применение несъёмной опалубки снижает трудоемкость и стоимость опалубочных работ, сокращает сроки строительства, экономит опалубочные материалы, повышает качество поверхности монолитных зданий и значительно снижает затраты на их отделку.

В несъёмную опалубку заливают бетон – конструкционный, конструкционно-теплоизоляционный или теплоизоляционный. Опалубка из хризотилцементных изделий является одновременно не только отделкой, но и внешней арматурой.

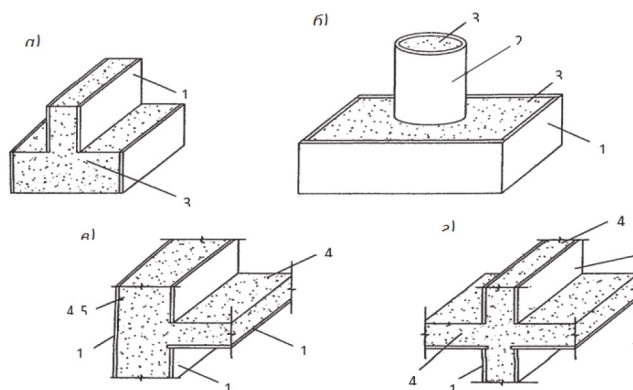


Рис. 1. Применение хризотилцементных листов и труб для несъемной опалубки:
 а) ленточные фундаменты; б) столбчатые фундаменты; в) сопряжение перекрытий с наружной стеной; г) с внутренней; 1 – хризотилцементный лист; 2 – хризотилцементная труба; 3 – конструкционный бетон; 4 – конструктивно-теплоизоляционный бетон; 5 – теплоизоляционный бетон

Для несущих и ограждающих конструкций разработаны такие бетоны, как «минеральное дерево». Их плотность 150–700 кг/м³, армированные полосами из хризотилцементных листов, получившие название хризотилбетон. Этот бетон, как и натуральное дерево, легкий, теплый на ощупь, пожаростоек и долговечен, просто обрабатывается и устойчив к биологической коррозии.

Удачная совместная «работа» бетона и хризотилцементной арматуры, бетона и хризотилцементной опалубки, обусловлена применением вяжущего – цемента, наличием шероховатой поверхности у листов, близкими значениями усадки, ползучести, температурно-влажностных деформаций материалов. Высокий модуль упругости хризотилцементных листов (до $19 \cdot 10^3$ МПа), прочность при растяжении (10–15 МПа) в условиях «совместной работы» с бетоном увеличивают прочностные и деформационные характеристики материала.

Шаг несущих стен (3,0–3,6 м) будет зависеть от длины плоских хризотилцементных листов. К внутренним поверхностям стен и потолков из хризотилцементных неокрашенных листов после заделки швов шпаклевкой можно применять различную отделку: белить, оклеивать обоями, покрывать различными красками. Для отделки наружных стен лучше применять тонкослойные, дышащие и водонепроницаемые защитно-декоративные покрытия различной цветовой гаммы.

Рассмотрим технологию устройства несъемной опалубки на металлическом каркасе из хризотилцементных листов (технология холдинга «СОВБИ»).

Несъемная опалубка на металлическом каркасе из хризотилцементных листов применяется при возведении наружных и внутренних вертикальных конструкций малоэтажных зданий и сооружений по каркасной технологии, представлена на рис. 2.

В качестве каркаса используют металлические профили из конструкционной оцинкованной стали толщиной от 1,0 до 3,0 мм. Относительно небольшой вес металлического профиля позволяет применять легкую грузоподъемную технику и создает минимальные нагрузки на фундамент. Металлический каркас является жестким основанием для крепления ограждающих материалов.

Хризотилцементные листы крепят к каркасу самонарезающими шурупами диаметром 4 мм, длиной 40 ÷ 50 мм, через 300 мм по предварительно просверленным отвер-

ствиям. Для герметизации стыков листов используют монтажную пену или шпатлевку. Внутреннее пространство между листами послойно заполняют монолитным неавтоклавным теплоизоляционным пенобетоном необходимой плотности.

Данные конструкции являются сейсмоустойчивыми, пожаробезопасными, долговечными и обеспечивают хорошую теплозащиту. Наружную отделку стен выполняют любыми видами облицовки.

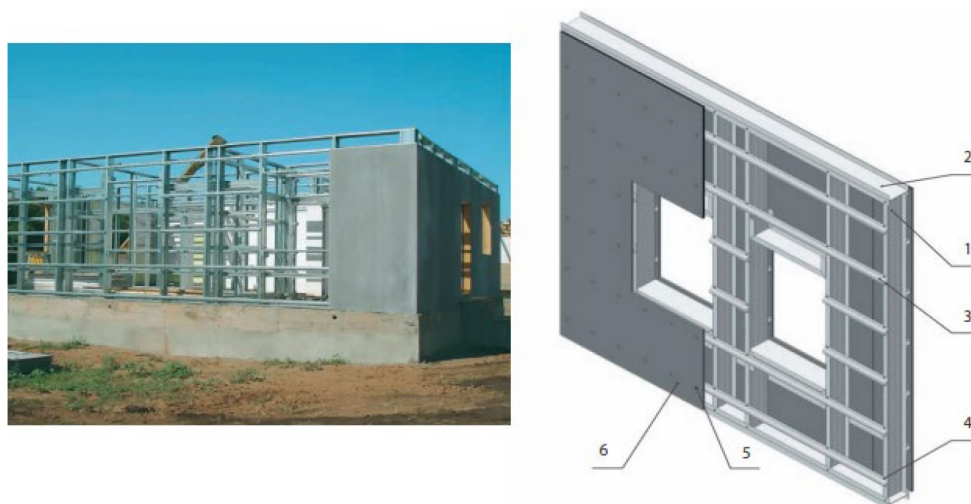


Рис. 2. Несъемная опалубка из хризотилцементных листов на металлическом каркасе

1 – профиль ГПС 200-2,0; 2 – профиль ГПН 200-2,0; 3 – профиль ГПО 35-1,2; 4 – самонарезающий шуруп для крепления профилей; 5 – самонарезающий шуруп для крепления хризотилцементных листов; 6 – хризотилцементный плоский прессованный лист (см. табл.1)

Таблица 1

Элементы несъемной опалубки из хризотилцементных листов на металлическом каркасе

Позиция	Наименование	Примечание
1	Профиль ГПС 200-2,0	Шаг от 400 мм
2	Профиль ГПН 202-1,5	Крепление к полу и потолку дюбелями с шагом не более 600 мм
3	Профиль ГПО 35-1,2	По проекту
4	Самонарезающий шуруп для крепления профилей	WS 4,8×16
5	Самонарезающий шуруп для крепления хризотилцементных листов	Крепление с шагом 250–300 мм
6	Хризотилцементный плоский прессованный лист	Толщина 8,10 мм

Рассмотрим технологию устройства несъемной опалубки на деревянном каркасе из хризотилцементных листов (технология холдинга «СОВБИ»).

Несъемная опалубка на деревянном каркасе из хризотилцементных листов применяется при возведении наружных и внутренних стен малоэтажных зданий и сооружений по каркасной технологии, представлена на рис. 3.

В качестве каркаса применяют брус из древесины хвойных пород сечением 50×50 мм, его устанавливают горизонтально через пятьсот мм и сечением 50×150 мм, который располагают вертикально через семьсот пятьдесят мм. Деревянные элементы предварительно обрабатывают антисептическими и огнезащитными материалами.

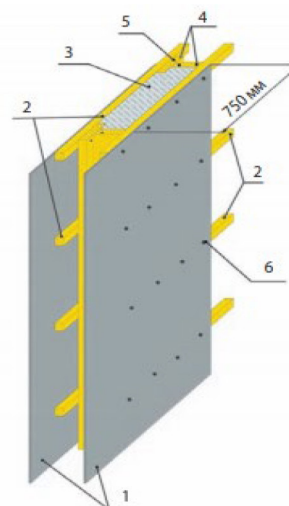


Рис. 3. Несъёмная опалубка из хризотилцементных листов на деревянном каркасе
1 – хризотилцементный плоский прессованный лист; 2 – деревянный брус; 3 – пенобетон;
4 – деревянный брус; 5 – гвоздь К5х150; 6 – самонарезающий шуруп для крепления хризотилцементных листов (см. табл. 2)

Хризотилцементные листы крепят к каркасу самонарезающими шурупами диаметром 4 мм, длиной $40 \div 50$ мм, через 300 мм по предварительно просверленным отверстиям. Для герметизации стыков листов применяют монтажную пену или шпатлевку. Внутреннее пространство между листами послойно заполняют монолитным неавтоклавным теплоизоляционным пенобетоном необходимой плотности. Толщина стен рассчитывается при проектировании.

Таблица 2

Элементы несъёмной опалубки из хризотилцементных листов на деревянном каркасе

Позиция	Наименование	Примечание
1	Хризотилцементный плоский прессованный лист	Толщина листа 8,10 мм
2	Деревянный брус	Из древесины хвойных пород сечением 50×50 мм
3	Пенобетон	Плотность 200–700 кг/м ³
4	Деревянный брус	Из древесины хвойных пород сечением 50×150 мм
5	Гвоздь К5х150	Или К4х100
6	Самонарезающий шуруп для крепления хризотилцементных листов	Ø 4 мм, $l = 40 \div 50$ мм

Данные конструкции являются сейсмостойкими, пожаробезопасными, долговечными и обеспечивают хорошую теплозащиту. Наружную отделку стен выполняют любыми видами облицовки (облицовочный кирпич, сайдинг, штукатурка и т. п.).

Исходя из вышеизложенного можно сделать следующий вывод:

В настоящее время в связи с увеличивающимися темпами роста объемов строительства в России произошёл большой скачок в развитии отечественного рынка строительных материалов.

Российская Федерация обладает уникальной возможностью производить и потреблять экономичный и долговечный хризотилцементный материал, широко используемый в более чем в ста странах мира для решения социальных проблем населения – в частности, для строительства доступного жилья.

Существенным прогрессом явилось использование технологии холдинга «СОВБИ» (г. Санкт-Петербург), совмещающей технологию каркасного строительства с новейшей технологией получения непосредственно на строительной площадке монолитного, неавтоклавного пенобетона. Это теплоизоляционный, звукоизоляционный и конструкционный материал, используемый во всех элементах и узлах при строительстве домов. Наибольший эффект от этой технологии достигается при использовании в качестве несъемной опалубки плоского хризотилцементного листа.

Пенобетон в сочетании с хризотилцементным листом это система, обладающая такими свойствами, как негорючесть, экологичность, долговечность. Такая система не боится влаги и со временем только набирает прочность. Срок монтажа дома площадью от 80 до 120 кв. м длится не более восемнадцати дней. При готовности инженерных сетей он сдается в эксплуатацию за летний строительный сезон, что позволяет существенно увеличить темпы роста строительства жилых домов.

Литература

1. Берней И. И. Технология асбестоцементных изделий. М. Высшая школа, 1977. 229 с.
2. Кочелаев В. А. Использование асбестоцементных материалов и изделий в строительстве за рубежом. Строит. материалы. 2001. № 5. С. 28–30.
3. Масютин В. М. Современный усадебный дом : пособие для индивидуального застройщика. М. : Росагро-промиздат, 1990. 254 с.
4. Нейман С. М. О безопасности асбестоцементных материалов и изделий. М. ООО РИФ «Стройматериалы», 2006. 64 с.
5. Семченков А. С. «Русский дом» из хризотилбетона – доступное жилье с комфортными условиями проживания. НО «Хризотиловая ассоциация», филиал ФГУП «Ниц «строительство – Научно-исследовательский, проектно-конструкторский и технологический институт бетона и железобетона им. А. А. Гвоздева». Асбест, 2007. 50 с.
6. Репина Ж. В., Чемякина Н. А., Тарская-Лаптева Е. Г. «Хризотилцементные строительные материалы. Области применения» АМБ, 2009
7. Bernstein, David M. Comparison of Calidria chrysotile asbestos to pure tremolite: inhalation biopersistence and histopathology following short-term exposure Inhalation Toxicology. 2003. № 15. P. 1387–1419.
8. Везенцев А. И., Наумова Л. Н., Нейман С. М. Эмиссия хризотиласбеста из асбестоцементных изделий // Безопасность труда в промышленности 1998 г. № 1.
9. Каталог «Хризотилцементные изделия и комплектующие, применяемые при сооружении строительных объектов» ООО «Техстрой»: https://www.studmed.ru/katalog-hrizotilcimentnye-izdeliya-i-komplektuyuschie-primenyaemye-pri-sooruzhenii-stroitelnyh-obektov_920ff2a78c3.html

УДК 692.412

Александр Сергеевич Суржик, студент
(Санкт-Петербургский государственный
архитектурно-строительный университет)
E-mail: surzhik-aleksnadr@mail.ru

Alexandr Sergeevich Surzhik, student
(Saint Petersburg State University
of Architecture and Civil Engineering)
E-mail: surzhik-aleksnadr@mail.ru

**ОСОБЕННОСТИ ВНЕДРЕНИЯ ТЕХНОЛОГИИ
ОЗЕЛЕНЕНИЯ КРЫШ В РОССИИ**

**FEATURES OF IMPLEMENTATION
OF ROOF GREENING TECHNOLOGY IN RUSSIA**

Забота об окружающей среде – одна из самых перспективных тенденций современного мира. Человечество пришло к осознанию, что нанесение ущерба природе в процессе нашей жизнедеятельности, возвращается бумерангом в виде пагубного влияния загубленной окружающей среды на жизнь самого человека. Влияние на природу запущено давно и теперь надо не только предотвращать потенциальный ущерб, но и восстанавливать уже разрушенное. Озеленение крыш - современная технология облегчения воздействия городов на окружающую среду, активно применяющаяся за рубежом. Зеленые крыши доказали свою эффективность в положительном воздействии на инфраструктуры города: они дают возможность расширить рекреационные зоны, уменьшают коммунальные нагрузки зданий, помогают работе канализационных систем. Единственный недостаток: необходимость затрат по возведению и обслуживанию, а также сравнительно большие финансовые затраты, относительно цены строительства обычной кровли. Однако положительный результат этого стоит, поэтому западные страны активно внедряют технологии, стимулируя их распространение на государственном уровне. Необходимость применения данной технологии в России на первый взгляд может показаться неоправданной: в стране колоссальные массы неосвоенных человеком территорий и, казалось бы, воздействие относительно малого числа городов не должно иметь большого влияния. Однако в самих городах проблемы с экологией имеют место быть, что провоцирует активные дискуссии на предмет необходимости озеленения крыш и российских мегаполисов.

Ключевые слова: озеленение крыш, международный опыт, зеленые насаждения, теплоизоляция.

Environmental care is one of the most promising trends of nowadays. Humanity has already realized that treating nature during the vital activity turns back with harming human's lives, because of bad environment. It is like the boomerang. Impact on the environment already has its long story line, so today we should not only care about the harm we can make with our present deals, but recover the harm we had already made. Greening the roofs is the technology, which relieves big cities influence on nature. It is widely used in Europe, Canada and USA. It is proven, that green roofs are effective in positive influence on city's infrastructure. The technology makes new recreational zones for people to have a healthy rest. Moreover, it makes the communal payments smaller and helps the sewerage systems. The only minus is that it needs labor costs for building and service and more financial costs than common roof system building. Nevertheless, international experience proves it is worth it. So many countries actively use this technology, and their governments are stimulating the introduction with the lows. It seems that the Russia can stay outside, the country has such a big territory, which is mostly does not used by the humans. There can be an opinion Russian ecology should not be in fear, rare cities cannot treat it heavily. However, in big cities the situation is the same Buildings, cars and manufactures adversely affect the environment. That provokes discussions about greening the roofs necessity.

Keywords: greening of roofs, international experience, green spaces, thermal insulation, ecology.

Экологические проблемы – одна из актуальнейших тем современности. Прогрессивно усиливающийся темп урбанизации требует повышенного внимания к вопросам сохране-

ния окружающей среды в подходящем для здоровой жизни человека состоянии, несмотря на активное замещение природных зон промышленными и жилищными комплексами.

Одним из решений проблемы устранения природных территорий в силу строительства зданий и сооружений стала технология озеленения кровельных покрытий зданий, позволяющее частично компенсировать разрушение экосистемы, восстановлением площади зон, покрытых зеленью.

В силу территориальных особенностей, в России проблема уменьшения зеленых зон не столь актуальна, как, например, в странах Европы: совокупная плотность населения в нашей стране значительно ниже и общая площадь используемых человеком территорий не так велика, относительно «неосвоенных» природных областей. Очевидно, что, например, в Германии, считающейся одной из передовых стран, активно внедряющей озеленение крыш современных зданий и активно разрабатывающей актуальные технологические решения в этой сфере [1], проблема недостатка парков и скверов в городах, а также уменьшения лесных территорий вне городов стояла острее и меры по восстановлению зеленых площадей были вынужденными. Однако и в мегаполисах России проблемы экологии усугубляются с укрупнением городов и уплотнением их заселения. Города поменьше часто выстроены вокруг градообразующих крупных промышленных комплексов, что также говорит о вероятно больших проблемах в экологии таких регионов. Таким образом, можно заключить, что, если взглянуть на необходимость восстановления природных зон России не глобально оценивая всю страну, а рассматривая отдельно проблемные зоны, необходимость положительного влияния на экосистему есть, и озеленение крыш может быть актуальным шагом к решению задачи.

Современная технология озеленения крыш заключается в создании поверх кровли дополнительных слоёв, обеспечивающих возможность высадки на них растений того или иного вида. Глобально виды озеленений делят на интенсивные и экстенсивные. Различие этих видов заключается в величине растений, которые планируется высаживать и, соответствующей толщине почвы, необходимой для них. Однако в общем технология подготовки крыши к высадке не отличается и состоит из создания следующих слоёв:

1. Основание. Каркас озеленения должен быть прочным. За основу обычно берут сплошной материал из дерева или деревянную обрешётку из шпунтованных досок.

2. Гидроизоляция. Так как растения требуют полива и задержания влаги в почве, следует предотвратить вероятность протеканий, поэтому необходима дополнительная качественная изоляция, которая не допустит проникновения как воды осадков, задерживающейся в почве, так и воды дополнительных оросительных систем, если они будут необходимы посаженным растениям, под каркас с риском дальнейшего пагубного влияния на следующие слои кровельного покрытия. В качестве гидроизоляции используют полиэтиленовую плёнку, полимерные мембраны, жидкую резину и другие материалы, в зависимости от климатических особенностей местности, где расположено озеленяемое здание и типа растений, которые планируются к высадке [2].

3. Противокорневая защита. Это слой необходим для предотвращения врастания корней в нижние слои кровли, если сделать его некачественным, растения могут прорасти в гидроизоляцию и ниже, повредить крышу, что может привести к протечкам влаги и осадков. Тут стоит также отметить, что для озеленения крыш не используют растения со стержневой корневой системой. Материалы, подходящие для этого слоя – фольгоизол, эвалон, стекловолокно, фольга [3].

5. Дренаж. Задача этого слоя – задержание воды и регулирование её необходимого для растений количества. Основные требования к слою – долговечность и минимально возможный вес, даже, когда гранулы наполнены водой. Для дренажа используют гранулированные или вспененные материалы: вспученный пенополистирол, пропитанный битумом, гранулы нейлона или пенополистирола [4].

6. Фильтрующий слой. Фильтр, прокладываемый за дренажем должен предотвращать попадание в него каких-либо включений, защитить от засорения. Чаще всего для этого используют геотекстиль.

7. Грунт с растениями. Грунт и его количество зависят от растений, планируемых к высадке. Для уменьшения веса грунта в него добавляют торф и песок, которые разрыхляют почву, количество грунта обычно рассчитывают исходя из роста взрослых растений – слой должен быть примерно от трети до четверти этого показателя [5].

Наглядно перечисленные слои отображены на рис. 1.

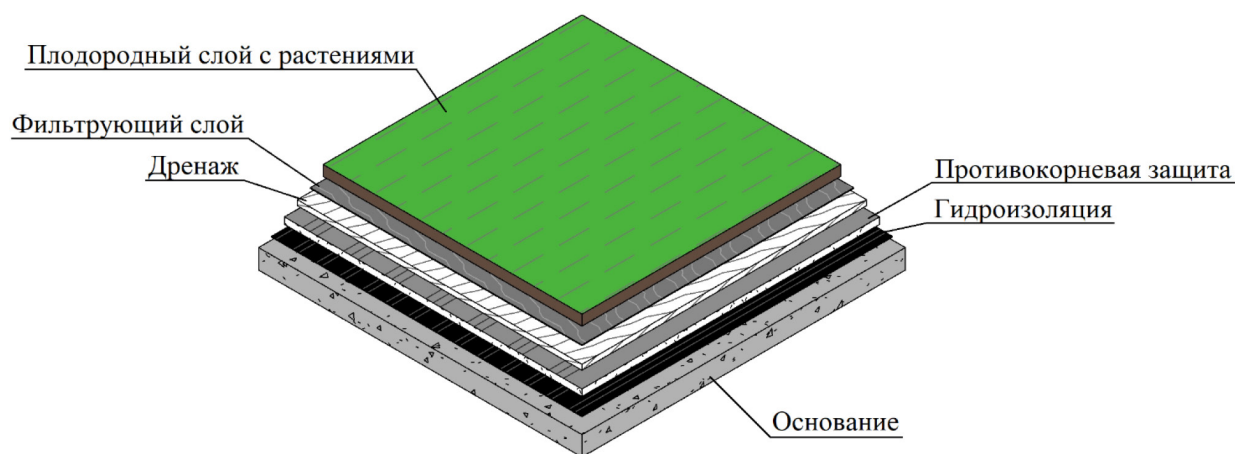


Рис. 1. Слои кровли с озеленением с озеленением

Выбор экстенсивной или интенсивной зеленой крыши зависит от нескольких факторов. В первую очередь – исходной кровли и того, какой вес она способна выдержать. Экстенсивная зеленая крыша подразумевает тонкий слой почвы с высаженным на ней газоном. Обычно такое покрытие не выполняет рекреационную функцию: не предназначено для прогулок людей. То есть нагрузка от этого покрытия минимальная и составляет в среднем 200 кг/м^2 . Интенсивные же зеленые крыши могут быть засажены небольшими деревьями и кустарниками, быть открыты для посещения, на таких крышах часто располагают небольшие сооружения: беседки для отдыха, декоративные элементы и даже кафе. Нагрузка такой крыши может составлять даже 700 кг/м^2 [6]. Не всякое исходное покрытие может выдержать такой груз. При расчёте нагрузки учитывают влагу и снег, которые задерживаются в слоях зеленой крыши, этот вопрос требует дополнительного рассмотрения с учётом климатических условий региона, где возводится крыша – в отдельных случаях требуются дополнительные водоотводы или работы по уборке излишнего снега зимой.

Второй фактор – угол наклона крыши: чем он больше, тем ниже растения получится высадить на такой крыше. При наклоне более 18 градусов газоны дополнительно укрепляют, защищая от сползания [7].

Последний фактор – цена, интенсивные зеленые крыши дороже как в возведении, так и в обслуживании, часто требуют дополнительного орошения, постоянного ухода,

в то время как экстенсивные могут обслуживаться всего пару раз в год, остальное время существуя самостоятельно.

Таким образом, озеленение уже существующих сооружений в России может быть осуществлено с учётом допустимых нагрузок и уклона уже отстроенных крыш. Проектирование же будущих зданий может включать в себя зеленую крышу изначально, вопрос стоит лишь за финансовой стороной, и финансовый вопрос требует особого внимания.

Как было сказано ранее, затраты на зеленую крышу требуются как на этапе строительства, круша без озеленения будет дешевле в любом случае, так и в процессе эксплуатации. Понятно, что источниками финансирования проекта могут выступать либо застройщик, либо жильцы, если речь идёт о жилом здании, либо каким-то образом проект может быть профинансирован государством, либо сторонними лицами, заинтересованными в инвестировании в подобные проекты.

Тут следует ещё раз акцентировать внимание на том, что в перспективе зеленая крыша имеет ряд преимуществ, выгодных для перечисленных участников проекта. Во-первых, такая крыша работает как дополнительный слой теплоизоляции: здание становится более теплым зимой и прохладным летом, такая тенденция снижает потенциальные коммунальные расходы по отоплению и кондиционированию помещения. Более того, повсеместное озеленение крыш способно снизить средние температуры по городу, в противовес тенденции к потеплению общепланетарного климата под влиянием жизнедеятельности человека. Во-вторых, зеленые крыши снижают нагрузку на канализационные системы города: часть влаги удерживается в почве и потребляется растениями, а излишки попадают в ливневую канализацию без примесей, которые вода обычно собирает, проходя через асфальт, а значит в дальнейшем её проще очистить [8]. Также не оспоримы такие позитивные воздействия озелененной крыши на окружающую среду как обогащение атмосферы кислородом, в конце концов это компенсация зелени, истребленной при строительстве здания, поглощение пыли и вредных веществ: квадратный метр кровельной растительности фиксирует до полкилограмма пыли, которая в противном случае оставалась бы в воздухе и оседала бы на легких прохожих. Более того, зелень задерживает такие элементы как оксиды азота, диоксиды серы и нитраты. В-третьих, такая сложная кровля служит дольше обычной крыши, при качественной добросовестной отстройке зеленое покрытие снижает расходы на капитальный ремонт. Зеленая крыша служит дополнительной звукоизоляцией: воздух в растительной среде снижает колебания звуковых волн при прохождении в здание. Эффективность звукоизоляции зависит от вида зеленой кровли и толщины питательной среды. По некоторым данным, зеленая крыша может снижать шумовой фон на 40 дБ. Ну и в-четвертых, заблаговременно спроектированная крыша с интенсивным озеленением может приносить коммерческие выгоды как рекреационная зона, тут могут быть кафе, спортивные площадки и другие заведения, именно это может привлечь сторонних инвесторов.

Учитывая уровень жизни в России, невысокий, относительно западных стран, активно внедряющих технологии озеленения повсеместно, не стоит рассчитывать на инициативность граждан в этом вопросе: позволить себе увеличенную коммунальную нагрузку скорее всего могут лишь жильцы элитных районов, составляющих совсем небольшую долю населения. Совладельцы же большинства жилых домов эконом-класса и так с трудом переживают ежегодные повышения тарифов на услуги ЖКХ, и вряд ли смогут оценить перспективные выгоды при потенциальных расходах, связанных с озеленением.

Подобные инициативы, особенно в условиях нашей страны, должны исходить от государственных структур. Кстати, в странах, приводимых в пример именно так дела и обстоят: в отдельных областях Германии государственные фонды возмещают до 50 % затрат, связанных с возведением крыш с озеленением, в Дании применяются налоговые послабления для владельцев домов с зеленой крышей. [9] В реалиях России необходимо внедрять какие-то подобные государственные инициативы, повсеместные программы, по развитию озеленения кровельных покрытий. Выгода внедрения технологии доказана опытом западных стран.

В заключение обобщим главные тезисы, приведённые в статье. Озеленение крыш – актуальная технология градостроительства, имеющая обширный ряд полезных воздействий на экологическую среду города. В развитых странах активно внедряют зеленые крыши как в жилую застройку, так и для промышленных предприятий. В России данные технологии применяются крайне редко, в частном порядке, хотя разговоры о необходимости распространения озеленения ведутся достаточно активно. Климатические особенности – не повод отказываться от данной технологии: опыт западных стран доказал возможность озеленения зданий в любых широтах, конечно, климат учитывается при выборе типа возводимой крыши, но в любом случае озеленение возможно. Озеленение уже построенных зданий также возможно, но также требует грамотного выбора типа зеленой крыши: в зависимости от угла наклона кровли и допустимых нагрузок. Озеленение же новых зданий следует проектировать заранее, как это делают за рубежом, это даёт возможность расширенных возможностей проектируемого объекта: он может быть полноценной рекреационной зоной для будущих жильцов, а также приносить коммерческие выгоды. Инициатива по озеленению городов должна исходить от государства, так как только государственными инструментами управления можно создать выгодные условия постройки зеленых крыш, замотивировав застройщиков, жильцов или инвесторов массово воплощать такие проекты в жизнь.

Литература

1. Bliss, J. Storm Water Runoff Mitigation using a Green Roof. *Environmental Engineering Science*, 26, 2009, 407–417.
2. Иоффе А. О. Технология создания зеленых крыш в условиях севера России // *Universum: химия и биология*. 2016.
3. Душкова Д. О., Кириллов С. Н. Зеленая инфраструктура города: опыт Германии // *Вестник ВолГУ. Серия 3: Экономика. Экология*. 2016.
4. Машинский В. Л., Суденкова Н. А., Воронин А. М., Цыкановский Е. Ю., Сеницина Л. Б., Горбачевская О. А. Пособие по озеленению и благоустройству эксплуатируемых крыш жилых и общественных зданий, подземных и полуподземных гаражей, объектов гражданской обороны и других сооружений. М.: Москомархитектура, 2001. С. 12–15.
5. Гринцова О. В, Гришина А. А. Озеленение крыш многоэтажных зданий и коттеджей // *Международный журнал гуманитарных и естественных наук*. 2019.
6. Бубнова А. Б. и др. Динамика изменений растительных сообществ на традиционных скандинавских зелёных крышах: [арх. 7 апреля 2017] // *Вестник РУДН. Серия: Агрономия и животноводство: журнал*. М., 2013. № 5. С. 5–14
7. Фёдорова Т. А., Столярова А. Г., Кордюков П. С., Осинцева М. С. Технологические принципы подбора растений и инженерные особенности озеленения кровель европейской части России // *Вестник РУДН. Серия: Агрономия и животноводство*. 2013.
8. Тетиор А. Н. Экологическая инфраструктура / А. Н. Тетиор. М. : МГУП, 2014. С. 160–164.
9. Нилова О. В., Москаленко З. С. Озеленение крыш: отечественный и зарубежный опыт // *Universum: технические науки*. 2019.

УДК 624,05

Кирилл Сергеевич Урюпин, студент
(Санкт-Петербургский государственный
архитектурно-строительный университет)
E-mail: kirill.uriupin@mail.ru

Kirill Sergeevich Uryupin, student
(Saint Petersburg State University
of Architecture and Civil Engineering)
E-mail: kirill.uriupin@mail.ru

ОСОБЕННОСТИ 3D-ГОЛОГРАММ В ОРГАНИЗАЦИИ СТРОИТЕЛЬНО-МОНТАЖНЫХ РАБОТ НА СТРОИТЕЛЬНОЙ ПЛОЩАДКЕ

FEATURES OF 3D HOLOGRAMS IN THE ORGANIZATION OF CONSTRUCTION AND INSTALLATION WORKS ON THE CONSTRUCTION SITE

BIM-моделирование – процесс, который не стоит на месте. С каждым годом приобретает все больше новых функций, помогающих решить основные проблемы строительного процесса, связанные с нехваткой времени и финансирования. В данной статье представлен краткий анализ возможностей использования 3D голограмм взамен бумажных версий проектной и рабочей документации в организации строительно-монтажных работ на строительной площадке. Проанализированы сложности внедрения данной информационной технологии в практику деятельности строительных организаций. Рассмотрены положительные и отрицательные стороны, как с организационной, так и с экономической точки зрения ее использования.

Ключевые слова: 3D-голограмма, BIM, строительно-монтажные работы, проектная и рабочая документация, информационные технологии.

BIM modeling is a process that does not stand still. Every year, more and more new functions are acquired that help to solve the main problems of the construction process associated with a lack of time and funding. This article presents a brief analysis of the possibilities of using 3D holograms instead of paper versions of design and working documentation in the organization of construction and installation work at a construction site. The difficulties of introducing this information technology into the practice of construction organizations have been analyzed. The positive and negative sides are considered, both from the organizational and from the economic point of view of its use.

Keywords: 3D hologram, BIM, construction and installation works, design and working documentation, information technology.

В настоящее время мир находится в веке компьютерных технологий, каждый год появляются новые гаджеты, программы, машины и механизмы. Все это направлено на оптимизацию процессов, улучшение условий работ и качества продукции. В связи с усиливающейся сложностью и разнообразием современных проектов, плотностью городской застройки, разнообразием климатических условий и другими условиями, когда цена ошибки слишком велика, строительной отрасли пришлось прибегнуть к привлечению новых информационных технологий.

С 2008 года началась реструктуризация и обновление нормативной базы. Указ Президента РФ от 7 мая 2018 года № 204 «О национальных целях и стратегических задачах развития Российской Федерации на период до 2024 года» задекларировал в качестве одной из национальных целей развития Российской Федерации на период до 2024 года обеспечение ускоренного внедрения цифровых технологий в экономике и социальной сфере [1].

Использование компьютерных наук для решения строительных и инженерных задач является одним из важнейших следующих шагов в продвижении инженерии в буду-

щем. Очевидно, что переход на *BIM*-моделирование дал множество преимуществ: замена *2D* чертежей на трехмерную модель; сокращение сроков разработки проектов; снижение рисков ошибок при проектировании; снижение продолжительности строительства; быстрая выгрузка информации; легкость внесения корректировок в проект. Например, на любом этапе можно поменять один вид отопительного оборудования на другой, с различными характеристиками и стоимостью. Объемная модель очень гибкая – это одно из ключевых преимуществ *BIM*-технологии. Можно менять этапы моделирования, не производя масштабных дополнительных работ по корректировке проектной документации.

Все это кардинально меняет весь строительный процесс, но в основном на стадии разработки проекта. В современной строительной индустрии здания проектируются в *3D*, а затем преобразуются в *2D*-чертежи. Стоит понимать, что принципиальные решения по-прежнему зависят от человека, а программа только выполняет работу по поиску, хранению и анализу предоставленной информации [2]. Принятие этих самых решений максимально усложняется, когда в течении работы приходится производить постоянную сверку чертежей и строительных процессов, происходящих на определенном фронте работ. На строительных площадках до сих пор складывается ситуация, когда от инженерного состава больше требуют разбираться с кучей бумажного материала, вместо того, чтобы контролировать качество выполнения строительного-монтажных работ.

Тем, кто работает в области гражданского строительства, пора лучше оцифровать свои рабочие процессы, чтобы новые технологии могли эффективнее использоваться в их работе. Одно из решений этой проблемы нашлось в дополненной реальности. Еще недавно *AR/VR* можно было увидеть только в высокобюджетных фантастических фильмах или компьютерных играх. Но технологии развиваются, виртуальную (*VR*) и дополненную реальность (*AR*) стали использовать в решении задач бизнеса, строительства, образования, медицины и других сферах.

Дополненная реальность (*AR*) – технология, добавляющая в реальный, физический мир цифровые объекты. Например, установка различного санитарно-технического оборудования, возведение кирпичной стены, воссоздание дизайна комнаты, где изображение накладывается на существующие стены комнаты, и вы в буквальном смысле заглядываете в будущее своими глазами.

В отличие от дополненной реальности, виртуальная реальность (*VR*) – это полное погружение в созданный компьютером мир. Для восприятия такой реальности нужен специальный шлем или очки [3].

XYZ Reality – строительная компания с дополненной реальностью в Лондоне, находится в процессе тестирования новой голографической гарнитуры, которая потенциально может исключить использование *2D*-чертежей на строительных площадках. Ожидается, что система *HoloSite*, использующая существующее в проекте информационное моделирование зданий (*BIM*) и координаты объекта, будет запущена в середине 2021 года.

Ранее уже были созданы несколько приложений на смартфонах и устройствах, таких как *HoloLens* от *Microsoft*, которые имели довольно ограниченный успех [4].

XYZ Reality надеется продвинуть это будущее дальше с помощью радикально новой технологии, которая, хотя и напоминает *HoloLens*, но на самом деле представляет собой несколько иное.

Идея, лежащая в его основе, в высшей степени инновационная. Система *HoloSite* (рис. 2) доступна для просмотра через специальный шлем (рис. 1) с прикрепленным забралом, который проецирует высокоточную 3D голограмму на реальные строительные площадки, основанную на лазерном позиционировании перед лицом владельца, позволяя ему размещать объекты точно в соответствии с планами, проецируемыми перед его глазами. Это означает, что проекты могут быть оценены в режиме реального времени и построены с точностью до 3 мм проектных планов.



Рис. 1. Инновационный шлем с поддержкой системы *HoloSite* [5]

Инструмент отличается от других устройств дополненной реальности тем, что он позиционирует свою модель, используя существующие координаты строительной площадки, которые устанавливаются на месте геодезистами, в качестве контрольных точек для строительства. Это обеспечивает абсолютное положение, на котором голограмма может быть основана. Все другие технологии, которые выходят, на самом деле используют относительную систему позиционирования. Это приводит к тому, например, когда у вас есть трехсот миллиметровая ошибка на ссылочном объекте, тогда ваша голограмма выходит на триста миллиметров.

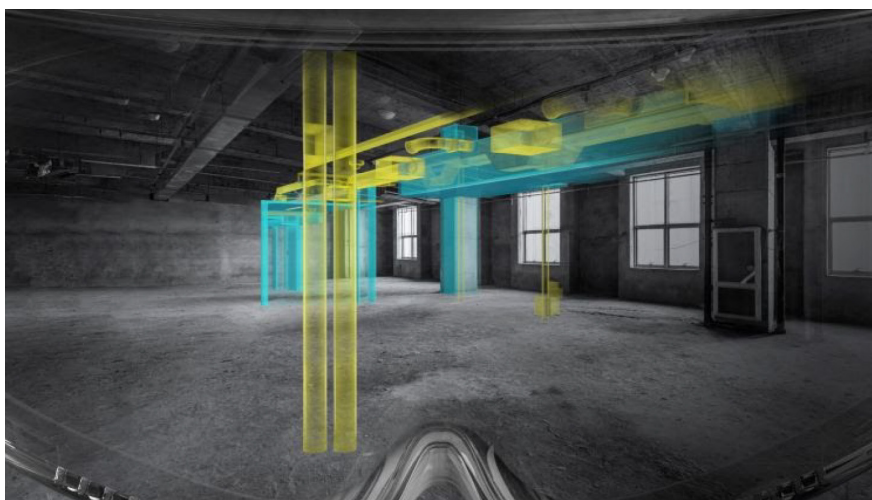


Рис. 2. Использование *HoloSite* на строительной площадке от компании *XYZ Reality* [5]

Современные реалии таковы, что значительное количество глобальных проектов, где-то около 98 процентов, превышают затраты более чем на тридцать процентов, и около семидесяти семи процентов мегапроектов опаздывают более чем на сорок процентов. Отчасти это связано с тем, что после того, как в начальной стадии строительства были допущены ошибки, в дальнейшем раздел проектной и рабочей документации, на который влияют допущенные погрешности, перепроектируется и получает изменения. Возникает, так называемый каскадный эффект, вследствие чего происходят: срывы сроков строительства, превышение бюджета и все вытекающие из этого последствия с выставлением претензий, штрафами, судебными разбирательствами.

Строительство по 3D-голограмме, а не по 2D-чертежу даст значительную экономию денежных средств, поскольку уменьшится количество ошибок при строительстве. Устраниться необходимость в доработках и переделках. Например, какой-нибудь элемент строящегося здания, который в дальнейшем заливается бетоном, смонтирован с отклонением от нормы. Исправление данной неточности потребует больших денежных и временных затрат. По мере совершенствования этой технологии, время на обучение работников будет сокращаться до тех пор, что ее сможет сделать даже человек без профильного образования.

Модель конфигурирована таким образом, чтобы можно было просматривать все разделы. Она легко обновляется, что означает, что любые изменения, которые могут произойти во время проекта, могут быть интегрированы в голограмму.

Огромное количество времени тратится инженерным составом на собирание и интерпретации информации из чертежей, сканирований, электронных писем от заказчиков, подрядчиков, поставщиков. Если все это объединить в одном месте, это на порядок сократит сроки строительства.

Очевидно, технология имеет и отрицательную сторону, ей можно присвоить статус главной проблемой внедрения BIM-технологий в России. Большинство строительных компаний страны не имеют долгосрочных планов развития будущего организации. Даже крупные фирмы живут проектами на 2-3 года, а далее они либо продолжают деятельность, либо обанкрочиваются, а также могут прекратить строительную деятельность.

Выделяются основные проблемные стороны интегрирования BIM в строительные организации:

- невозможность инвестировать в будущее, по причине нестабильной экономической ситуации;
- нехватка квалифицированных кадров на рынке труда;
- зависимые трудовые связи между заказчиком и подрядчиком (не использование заказчиками BIM, не требует от подрядчиков развития в данной области);
- отсутствие инициативы внедрения инновационных технологий;
- желание получить прибыль в данный момент времени;
- дорогостоящее программное обеспечение;
- высокая доля сотрудников пенсионного возраста.

Строительная отрасль сталкивается с непрекращающейся проблемой адаптации к постоянным колебаниям численности сотрудников. Следовательно, отрасль сталкивается с потерей опыта и практических знаний, необходимых для успешного выполнения

строительных проектов, особенно с более старыми и более опытными сотрудниками, которые уходят на пенсию быстрее, чем приходящая рабочая сила может их заменить. Отсутствие практического знакомства со строительными ситуациями на месте, во время обучения нового сотрудника, приводит к ограниченному пространственному и временному пониманию сложных строительных процессов, что отрицательно влияет на способности этих новых сотрудников решать проблемы, тем самым ограничивая их первоначальную продуктивность. Очевидно, использование данной технологии сможет помочь в решении данной проблемы и в кратчайшие сроки вывести молодых специалистов на ведущие роли в строительной отрасли при условии, что инновационные технологии будут совместно развиваться и интегрироваться в образовательные программы. Развитие BIM-технологий можно наблюдать в работах ученых и специалистов [6–9], а также практиков и молодых специалистов [1, 4, 10].

Литература

1. Бовтеев С. В., Ханова Л. Р. Опыт применения технологий информационного моделирования в проектировании и организации строительства. // Организация строительного производства: сборник материалов III Всероссийской научно-практической конференции [10–11 февраля 2020 г.] / Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет. Санкт-Петербург, 2021. С. 32–39.
2. Что такое технология BIM? Ее применение в строительстве. URL: <https://ardexpert.ru/article/tehnologii-bim-v-proektirovanii-i-stroitelstve> (дата обращения 28.02.2021).
3. Дополненная реальность (AR): что это и какую пользу приносит бизнесу. URL: <https://netology.ru/blog/09-2020-what-is-ar> (дата обращения 28.02.2021).
4. Ерицын В. С., Касаткина А. И. Перспективы применения технологий дополненной (AR) и смешанной реальности (MR) в строительстве. // Современные методы организации и управления строительством: сборник статей молодых ученых, аспирантов, молодых специалистов, студентов [21 апреля 2020 г.] / Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет. Санкт-Петербург, 2020. С. 38–43.
5. XYZ Reality. URL: <https://www.xyzreality.com/> (дата обращения 28.02.2021).
6. Болотин С. А. Методика визуализации календарного планирования в программе Autodesk Revit 2018 / Болотин С. А., Бичеол Х. В., Дадар А. Х. // Вестник гражданских инженеров. 2019. № 6 (77). С. 179–185.
7. Болотин С. А. Некоторые аспекты применения BIM-технологий в образовательном процессе / Болотин С. А., Дроздов А. Д., Нефедова В. К. // Педагогические параллели. Материалы V Всероссийской научно-практической конференции. 2018. С. 53–58.
8. Волков М. Д. Вопросы внедрения и использования BIM-технологий в организациях / Волков М. Д., Романович М. А., Кириллов Д. Ю. // Региональные аспекты развития науки и образования в области архитектуры, строительства, землеустройства и кадастров в начале III тысячелетия. Материалы Международной научно-практической конференции 29-30 мая 2018. Комсомольский-на-Амуре государственный университет. С. 157–164.
9. Бовтеев С. В. Применение 4D моделирования в целях повышения эффективности календарного планирования строительства // BIM-моделирование в задачах строительства и архитектуры: материалы III Международная научно-практическая конференция СПб. СПбГАСУ, 2020. С. 81–87.
10. Кочетова К. Д. Использование инновационных методов в организации строительства и их влияние на продолжительность и качество строительного производства // Современные методы организации и управления строительством: сборник статей молодых ученых, аспирантов, молодых специалистов, студентов [21 апреля 2020 г.] / Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет. Санкт-Петербург, 2020 г. С. 83–87.

УДК 69.05

Маргарита Эдуардовна Чунаева, студент
(Санкт-Петербургский государственный
архитектурно-строительный университет)
E-mail: bahtinova.ch.o@gmail.com

Margarita Eduardovna Chunaeva, student
(Saint Petersburg State University
of Architecture and Civil Engineering)
E-mail: bahtinova.ch.o@gmail.com

**ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ПРИ ОСУЩЕСТВЛЕНИИ
КОНТРОЛЯ КАЧЕСТВА СТРОИТЕЛЬНОГО ПРОИЗВОДСТВА**

**INFORMATION TECHNOLOGIES IN THE IMPLEMENTATION
OF QUALITY CONTROL OF CONSTRUCTION PRODUCTION**

В работе рассматривается применение информационных технологий при осуществлении контроля качества строительного производства промышленных объектов. Обозначены процессы требующие автоматизации, предложены и проанализированы функциональные возможности программных комплексов Российских разработчиков.

Ключевые слова: строительный контроль, исполнительная документация, журналы работ, освидетельствование работ, информационные технологии, контроль качества.

The article discusses the use of information technologies in the implementation of quality control of construction production of industrial facilities. The processes that require automation are identified and the functional capabilities of software complexes of Russian developers are analyzed.

Keywords: construction control, as-build documentation, work logs, inspection, information technology, quality control.

Постановка проблемы

В настоящее время в России активно ведется строительство новых и расширение существующих крупных объектов нефтеперерабатывающей и газохимической отрасли, а также реконструкция построенных в конце прошлого века промышленных объектов. Контроль качества строительного производства промышленных объектов, в том числе особо опасных, состоит из входного, операционного, лабораторного и приемочного контроля, интегрированного в единую систему, отличающуюся высокими требованиями.

Строительный контроль проводится в процессе строительства в случае осуществления строительства на основании договора строительного подряда лицом, осуществляющим строительство, заказчиком, застройщиком и проектной организацией, в целях проверки соответствия выполняемых работ требованиям проектной и подготовленной на ее основе рабочей документации, результатам инженерных изысканий, требованиям градостроительного плана земельного участка, требованиям технических регламентов [1]. Контроль качества включает в себя непрерывную работу с массивами данных о производстве работ и вовлекаемых в монтаж материалах и оборудовании. Работа с информацией состоит из циклических операций: получение, систематизация, анализ, и передача.

Правительством Российской Федерации установлен порядок проведения строительного контроля при осуществлении строительства, реконструкции и капитального ремонта объектов капитального строительства, определены нормативы расходов и методики расчета требуемой численности работников, осуществляющих строительный контроль [4].

Отличительными чертами промышленных объектов являются высокая стоимость, техническая сложность и объемность работ из чего следует необходимость в слаженной многочисленной службе контроля качества. Эффективность работы службы зависит от своевременности и качества поступающей первичной учетной информации, доступности организационно-распорядительной, организационно-технологической и проектной документации, а также организации системы взаимодействия участников строительства. С целью оптимизации расходов и обеспечения эффективного осуществления строительного контроля в настоящей работе рассматривается применение информационных технологий при осуществлении контроля качества строительного производства.

Анализ последних исследований и публикаций

Теоретические, методические вопросы управления качеством возведения зданий отражены в трудах А. Х. Байбурина, В. В. Бузырева, А. Л. Зеленцева, И. Ш. Карибовой, И. Г. Лукмановой, П. С. Осипова, М. Н. Юденко, Д. В. Топчего.

В настоящий момент контроль качества строительно-монтажных работ в наибольшей степени носит традиционный характер: оформление документов на бумажных носителях, «живые» подписи, получение, хранение, обработка, направление информации с применением MS Excel, Word, основной канал коммуникации обмен данных осуществляется по электронной почте. Как правило, у каждого участника строительства в рамках организации хранение информации организовано на сервере, доступ иным лицам по политике безопасности запрещен. Между участниками строительства передача документов осуществляется на бумажном носителе или в скан-копиях по реестрам/накладным/актам приема-передачи или с сопроводительными письмами. В рабочем порядке производится оперативный обмен информацией в формате электронных писем, таблиц MS Excel, скан-копий.

Недостатки:

1. Невозможность одномоментной работы с информацией/документом.
2. Необходимость осуществления операций по приема-передаче.
3. Дублирование информации.
4. Дублирование операций по организации и хранению информации.
5. Ручной поиск информации на бумажных носителях или в скан-копиях.
6. Трудозатраты на изменение нескольких экземпляров, хранящихся у разных лиц.
7. Невозможность анализа первичной информации в автоматическом режиме.
8. Множество каналов поступления информации.
9. Влияние человеческого фактора.

Согласно действующей нормативной документации операции представителя Заказчика по вопросам строительного контроля в рамках свидетельствования скрытых работ или промежуточной приемки возведенных строительных конструкций, влияющих на безопасность объекта капитального строительства, участков сетей инженерно-технического обеспечения [4]:

1. Получить вызов на инспекцию, содержащий информацию о времени и месте, описание выполненных работ и места расположения, титул/позиция по генеральному плану.
2. Проанализировать заявленное время, проверить факт освидетельствования предыдущих этапов работ, дать обратную связь.

3. Подготовиться к инспекции, ознакомиться с проектной, организационно-распорядительной и организационно-технологической документацией.
4. Прибыть в установленное время, провести визуальный-измерительный контроль.
5. Проверить задокументированные результаты входного контроля, журналы работ, исполнительную документацию с приложениями (схемы, лабораторные заключения и т. д.).
6. Подписать исполнительную документацию, забрать 1 экземпляр.
7. Передать экземпляры в архив.

Фактически, при условиях загруженности специалистов строительного контроля контрольное мероприятие состоит из трех этапов:

1. Подготовительный (камеральный)

1.1. Получить вызов на инспекцию, содержащий информацию о времени и месте, описание выполненных работ и места расположения, титул/позиция по генеральному плану.

1.2. Проанализировать заявленное время, проверить факт освидетельствования предыдущих этапов работ, дать обратную связь.

1.3. Подготовиться к инспекции, ознакомиться с проектной, организационно-распорядительной и организационно-технологической документацией.

2. Освидетельствование (полевой)

2.1. Прибыть в установленное время, провести визуальный-измерительный контроль, проверка приложений к актам.

3. Проверка и подписание документов (камеральный)

3.1. Проверить задокументированные результаты входного контроля, журналы работ, исполнительную документацию с приложениями (схемы, лабораторные заключения и т. д.).

3.2. Выдача замечаний.

3.3. Проверка после устранения замечаний.

3.4. Подписать исполнительную документацию, забрать 1 экземпляр в оригинале или скан-копии, передача в архив.

При строительстве промышленных объектов, выполняется колоссальный объем работ по монтажу металлоконструкций, трубопроводов и др., влекущий за собой многочисленные трудозатраты на контроль качества. Инспектору на проверку одного акта освидетельствования ответственных конструкций, состоящего из ста элементов с проверкой журналов, схем, технической сопроводительной документацией, протоколов испытаний требуется около трех часов. Как правило акт подписывает пять сторон, соответственно на проверку комплекта документов необходимо 12 часов, следовательно, в течении двух рабочих дней комплект документов передается от участника к участнику строительства [5, 6].

Анализируя фактическую систему с учетом указанных ранее недостатков, в рамках оптимизации выявляю необходимость одномоментного многопользовательского доступа к документам, автоматического сопоставления информации, реализуемого путем ведения исполнительной документации и журналов работ в электронном виде с усиленной квалифицированной подписью. Автоматизацию процесса осуществить путем внедрения информационной системы описанной в табл. 1.

Таблица 1

Путь внедрения информационной системы

Процесс	Требование к информационной системе	Техническое устройство	Примечание
Формирование запроса на инспекцию	Автоматическое сопоставление расписаний, визуализация календаря инспекций	АРМ (ПК)	Исключение трудозатрат на совмещение расписаний, сокращение времени на работу с рабочей и организационно-технологической документацией
	Автоматическая проверка освидетельствования предыдущего этапа работ		
	Автоматическое прикрепление активных ссылок на рабочую и организационно-технологическую документацию		
Освидетельствование	Доступ к рабочей документации, сведениям о входном контроле, лабораторным заключениям журналам работ, исполнительным и геодезическим схемам	Мобильное устройство	Сокращение трудозатрат и ресурсов на распечатывание материалов для контроля. Оперативное документирование результатов контроля
	Заполнение чек-листа		
Проверка и подписание документов	Автоматическое сопоставление рабочей/конструкторской документации, журналов работ и информации из актов включая приложения	АРМ (ПК)	Сокращение трудозатрат и общей продолжительности проверки документов, повышение качества проверки

В настоящее время активно разрабатываются и внедряются автоматизированные информационные системы по управлению строительством в том числе управление контролем качества. Российскими коммерческими организациями разработаны АИС НСК (Автоматизированная информационная система Независимого строительного контроля) разработчик ЗАО «Сервис-газификация» и МРС «СТРОЙКОНТРОЛЬ» разработчик ООО «Мобильные решения для строительства». Указанные информационные системы уже опробованы при строительстве промышленных объектов нефтегазовой сферы. Сравнительная характеристика информационных систем представлена в табл. 2.

Таблица 2

Сравнительная характеристика информационных систем

Показатель	АИС НСК	МРС «СТРОЙКОНТРОЛЬ»
Мобильное приложение	Имеется	Имеется
Доступ к проектной, организационно-технологической и организационно-распорядительной документации	Имеется	Имеется

Показатель	АИС НСК	МРС «СТРОЙКОНТРОЛЬ»
Реестр уведомлений выявленных нарушений (отслеживание)	Имеется	Имеется
Ведение журналов работ	Общий журнал работ, журнал сварки труб, журнал бетонных работ	Реализовано без возможности подписания ЭЦП
Исполнительная документация: Оформление Проверка Подписание	Имеется Имеется Имеется	Имеется Не реализовано, доступна выгрузка документов в из программы (word, pdf и т. д.)
Функция электронного документооборота с возможностью подписания документов ЭЦП.	Имеется	Не реализован, доступна выгрузка документов в из программы (word, pdf и т. д.) с последующей загрузкой в сервисы ЭЦП
Система мониторинга персонала информация по наличию персонала в контролируемых зонах (позиционирование трекинг перемещений)	Имеется	Не реализовано

На основе сравнительной характеристики видно, что существующие автоматизированные системы обладают набором инструментов, значительно повышающим оперативность взаимодействия участников строительства и удобство восприятия информации. Минимизируется человеческий фактор путем автоматических напоминаний, оперативных отчетов, сопоставления расписаний. Для качественного повышения автоматизации процесса и минимизации трудозатрат необходимо изменение ряда действующих руководящих документов Ростехнадзора и перехода на информационную модель управления строительством, что в совокупности позволит ведение журналов работ в электронном виде [1].

Литература

1. Федеральный закон от 29.12.2004 №190-ФЗ «Градостроительный кодекс Российской Федерации» (с изменениями на 30.12.2020); введ. 10.01.2021.
2. Федеральный закон от 27 декабря 2002 года № 184-ФЗ «О техническом регулировании» (с изменениями на 22.12.2020 года); введ. 01.01.2021.
3. Федеральный закон от 30.12.2009 № 384-ФЗ «Технический регламент о безопасности зданий и сооружений».
4. Постановление правительства Российской Федерации №468 от 21.06.2010 г. «О порядке проведения строительного контроля при осуществлении строительства, реконструкции и капитального ремонта объектов капитального строительства».
5. РД-11-05-2007. Порядок ведения общего и (или) специального журнала учета выполнения работ при строительстве, реконструкции, капитальном ремонте объектов капитального строительства. Введ.12.01.2007.

6. РД-11-02-2006. Требования к составу и порядку ведения исполнительной документации при строительстве, реконструкции, капитальном ремонте объектов капитального строительства и требования, предъявляемые к актам освидетельствования работ, конструкций, участков сетей инженерно-технического обеспечения (с изменениями на 09.11.2017г.); введ. 09.11.2017.

7. Топчий Д. В., Скакалов В. А. Разработка организационно-технологической модели осуществления строительного контроля при возведении многоэтажных жилых зданий // Научное обозрение. 2017. № 11. С. 97–100.

8. Топчий Д. В., Токарский А. Я. Концепция контроля качества организации строительных процессов при проведении строительного надзора на основе использования информационных технологий // Вестник Евразийской науки, 2019 №3, <https://esj.today/PDF/52SAVN319.pdf> (доступ свободный). Загл. с экрана. Яз. рус., англ.

9. Бунецкая В. В., Топчий Д. В. Энергоаудит зданий, вводимых в эксплуатацию после перепрофилирования промышленных объектов // Научное обозрение. 2017. № 9. С. 114–117.

10. Гусакова Е. А. О методологии оптимизации полного жизненного цикла строительного объекта // Промышленное и гражданское строительство. 2004. № 4. С. 46–47.

11. Талапов В. В. Технология BIM: суть и особенности внедрения информационного моделирования зданий. М.: ДМК Пресс, 2015. 410 с.

12. Теличенко В. Т и др. Информационное моделирование технологий и бизнес-процессов в строительстве / В. Т. Теличенко, А. А. Лапидус, А. А. Морозенко, Е. А. Король, С. Б. Сборщиков, А. Н. Дмитриев // М.: Ассоциация строительных вузов, 2008. 138 с.

УДК 693

Екатерина Владимировна Шмелева, студент
(Санкт-Петербургский государственный
архитектурно – строительный университет)
E-mail: shmlv.ekat@gmail.com

Ekaterina Vladimirovna Shmeleva, student
(Saint Petersburg State University
of Architecture and Civil Engineering)
E-mail: shmlv.ekat@gmail.com

ОПТИМИЗАЦИЯ РАБОТ ПРИ УСТРОЙСТВЕ КАМЕННОЙ КЛАДКИ

OPTIMIZATION OF MASONRY WORK

Технология строительства различных сооружений из камня применяется, по меньшей мере, несколько тысячелетий. Конструкции из каменной кладки зарекомендовали себя высокой прочностью, долговечностью и эстетической привлекательностью. Вследствие такой популярности инженеры разных эпох раз за разом пытались улучшить столь часто применяемую технологию. Несомненно, самым важным прорывом можно считать изобретение англичанами стандартизированного прямоугольного кирпича. Однако сейчас стандартный кирпич, не переставая применяться, считается неиндустриальным, и всё больше мы переходим к иным блокам. Подобная история происходит и с ручным трудом каменщиков, он считается неэффективным. В данной статье будут рассмотрены различные пути оптимизации процесса каменной кладки.

Ключевые слова: каменная кладка, крупноформатные блоки, робот-строитель, кирпич, бетон, строительство.

The technology of building various structures made of stone has been used for at least several millennia. Masonry structures have proven to be high strength, durability and aesthetic appeal. Due to this popularity, engineers from different eras have tried over and over again to improve the technology that is so often used. Undoubtedly, the most important breakthrough was the invention of the standardized rectangular brick by the British. However, now the standard brick, without ceasing to be used, is considered non-industrial, and more and more we are moving on to other blocks. A similar story occurs with the manual labor of bricklayers, it is considered ineffective. This article will explore various ways to optimize the masonry process.

Keywords: masonry, large-format blocks, construction robot, brick, concrete, construction.

Каменная кладка – это конструкция, которая состоит из камней, выложенных в определенном порядке на специальном строительном растворе. Применяется для несущих стен, ограждающих конструкций, внутренних перегородок, колонн и иных конструкций. Каменная кладка воспринимает следующие нагрузки: от собственного веса, всех вышележащих конструкций или конструкций, опирающихся на нее. Также каменная кладка может использоваться в качестве облицовки зданий для защиты несущих конструкций от воздействий неблагоприятных факторов и служить украшением фасада.

Существуют следующие виды каменной кладки:

1. Кирпичная кладка. Выполняется из керамического (производится путем обжига глины) или силикатного (производится из песка и извести) кирпича [1]. Он бывает полнотелый и пустотелый. Стандартный размер кирпича 65×120×250 мм, также существуют полутонный (88×120×250 мм) и двойной (130×120×250 мм);

2. Кладка из крупноформатных керамических камней разного размера. Пустотелый керамический блок – это высокотехнологичный строительный материал, имеющий сложную форму. Блоки имеют больший размер относительно кирпича, объём блока может достигать 14,3 стандартных кирпичей [2]. В обозначении (маркировке) блока его объём

обозначается следующим образом – 14,3 НФ (14,3 NF), что означает 14,3 натуральных формата, то есть такой блок имеет размеры $510 \times 250 \times 219$, что в 14,3 раза больше объема стандартного кирпича (рис. 1);

3. Кладка из искусственных блоков. Искусственный блок – это блок, изготовленный из облегченного, легкого или тяжелого бетона. Блоки, изготовленные из тяжелого бетона, применяются для строительства фундаментов (блоки ФБС), стен подвалов и других конструкций, бывают шлакобетонные и железобетонные. Из легких и облегченных блоков изготавливают несущие и ограждающие конструкции (стены, перегородки). Легкие блоки подразделяются на газобетонные (рис. 2) и пенобетонные [3];

4. Кладка из природных камней правильной формы (например, в виде параллелепипеда). Представляют собой кладку из бутового камня, известняка, доломита, гранита, песчаника и других;

5. Бутовая кладка из природных камней неправильной формы.

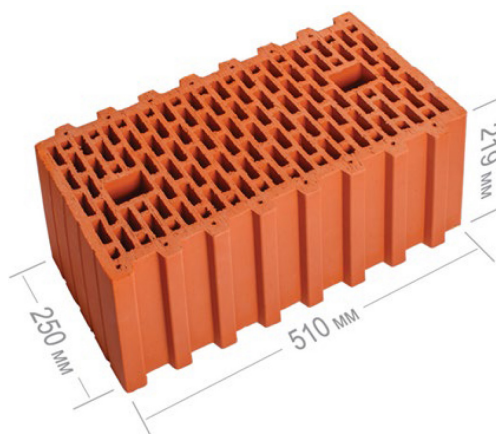


Рис. 1. Пустотелый керамический блок

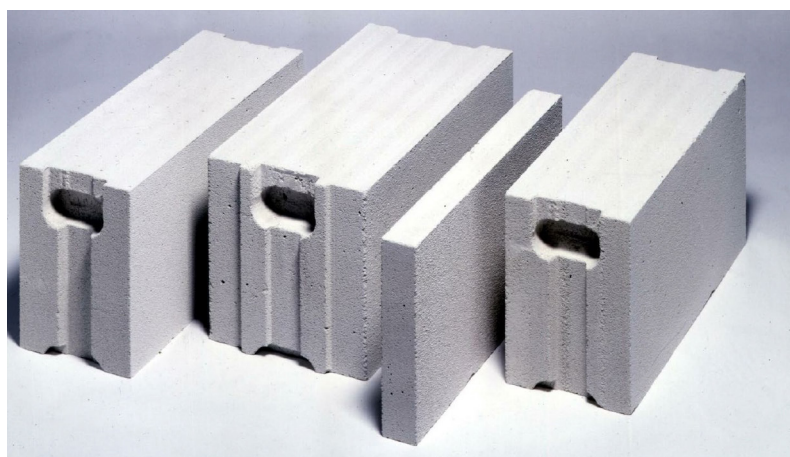


Рис. 2. Газобетонные блоки

Оптимизация подразумевает максимизацию выгодных характеристик конструкции, выбор наиболее совершенной технологии производства работ и минимизацию расходов. В случае с каменной кладкой оптимизация достигается за счёт выбора наиболее рациональной технологии, и наиболее выгодной организации работы.

С точки зрения технологии улучшить процесс можно путем выбора вида блоков по соотношению теплотехнических и прочностных характеристик, с учётом потребительских качеств материала и удобства работы с ним. Важно понимать, что подобрать универсальную технологию для различных ситуаций невозможно, поэтому для каждого конкретного объекта выбор блоков необходимо проводить с учетом всех параметров сооружения, такие как температурно-влажностный режим, этажность, количество осадков, геоморфологические характеристики и многое другое.

С точки зрения организации требуется произвести выбор такой технологии кладки этих блоков и такого метода организации работ на строительной площадке, которые позволят свести к минимуму затраты труда, время производства и затраты на работы. В данном случае большое значение имеет место производства работ, например в стесненных закрытых условиях (дворы, подвалы, комнаты) невозможно разместить массивные средства автоматизации, то есть придется обходиться ручным трудом, но не придется устраивать дополнительные средства защиты от атмосферных осадков и ветра. В случае с большими, открытым площадками всё наоборот – средства автоматизации применять можно, однако появляется необходимость устраивать навесы и защитные экраны или приостанавливать работу в плохую погоду.

С помощью крупноразмерных блоков можно ускорить процесс строительного производства. Применение таких блоков зависит от проектных характеристик здания.

Для зданий, имеющих малую этажность, следует применять искусственные блоки из легкого бетона, например, газобетон (рис. 3). Данные блоки, по сравнению с кирпичом, имеют гораздо меньшую массу, поэтому они легче в работе, то есть их проще перемещать (переносить и поднимать вручную), также для их подъема на рабочий уровень потребуется кран с меньшей грузоподъемностью. Масса кубического метра газобетонного блока составляет от 200 до 900 кг, в то время как у кирпича масса варьируется от 1,2 до 2 тонн. Также газобетон обладает и другими положительными свойствами: хорошая тепло-звукоизоляция, морозостойкость, экологичность, блоки легко поддаются обработке [3].



Рис. 3. Дом из газобетонного блока

Газобетонные блоки имеют достаточно много положительных качеств, но, к сожалению, несущая способность у данных блоков достаточно мала для строительства многоэтажных зданий. В данном случае лучшим вариантом будет использование крупноформатных керамических блоков, которые обладают гораздо более высокой прочностью по сравнению с блоками из легкого и ячеистого бетона, однако с такими блоками тяжелее работать, поскольку их плотность сильно выше. Их сложнее пилить, что вынуждает использовать блоки различных форматов. И даже в таком случае проекты все равно приходится подгонять под кратность крупноформатных керамических блоков (рис. 4). При этом объемный вес таких блоков все же ниже, чем у стандартного кирпича, а теплофизические и звукоизоляционные характеристики выше [4]. Также такой блок, по сравнению с кирпичом, является существенно более индустриальным, и кладка конструкций из таких блоков менее трудоемка (данный тезис справедлив также и для легкобетонных блоков).

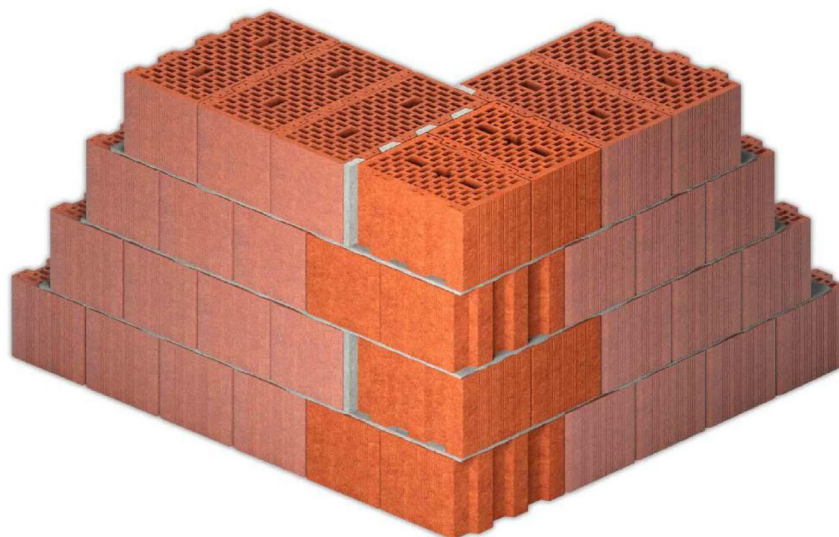


Рис. 4. Фрагмент кладки стены из крупноформатных керамических блоков

К организационному пути организации строительного процесса можно отнести применение специальных машин и механизмов, которые могут заменить некоторые процессы либо частично, либо вовсе исключить ручной труд.

Полуавтоматический робот-каменщик «SAM100» (сокращенно от «*Semi-Automated Mason*»), разработанный компанией «*Construction Robotics*», предназначен для кладки кирпича (рис. 5). Для обеспечения его непрерывной работы требуется несколько человек: оператор и два строителя, которые занимаются тем, что выкладывают кирпичи на конвейерную ленту, заливают раствор в воронку самого робота, устанавливают закладные детали [5]. Данный робот способен укладывать кирпичи стандартного размера в 3–5 раз быстрее каменщика, что составляет примерно от 1500 до 2400 кирпичей за одну рабочую смену, каменщик же, в свою очередь, выкладывает до 500 кирпичей [6].

На данный момент, существует и другой робот-строитель, который уже практически полностью заменяет весь процесс кладки. Компания «*Fastbrick Robotics*» разработала автономную систему «*Hadrian X*» для кладки крупноформатных блоков [7]. Для его полноценной работы требуется загрузить 3D-модель конструкции в его память и установить

поддон с блоками на специальную платформу, с которой он уже самостоятельно будет снимать блок и устанавливать его согласно проекту. С помощью данного робота можно возвести каркас малоэтажного здания. Стрела робота-строителя имеет длину 28 метров, внутри нее располагается конвейерная лента, по которой блоки с платформы перемещаются до руки-манипулятора. Производительность робота составляет 200 блоков в час.



Рис. 5. Полуавтоматический робот-каменщик «SAM100»



Рис. 6. Робот-строитель «Hadrian X»

Исходя из всего вышесказанного, можно сказать несколько слов о тех тенденциях, которые наблюдаются в строительной отрасли в наше время. Хотя многое и зависит от конкретных требований проекта, ограничений, накладываемых ландшафтом или городской застройкой, и прочих условий, можно сказать наверняка, что применение более удобных в работе крупных блоков с лучшими теплотехническими характеристиками – это определённое правильное направление развития технологии каменной кладки. Глобальные экономико-социальные тенденции приводят к постепенной смене профессий [8], люди всё чаще получают хорошее образование и тем самым увеличивают свою стоимость на рынке труда. Происходит тотальная автоматизация элементарных процессов, то есть машинным трудом всё чаще и чаще заменяют ручной. Эти факторы открывают дорогу всё большему применению различных механизмов и для выполнения каменно-кладочных работ. Техника делает всё гораздо точнее, дешевле и быстрее, а главное её работа не ограничена восьмичасовым рабочим днём. Все эти факты говорят об одном, что замена ручного труда машинным в совокупности с применением крупных, более индустриальных, блоков – определённо приведёт нас к улучшению качества строительной продукции и повышению качества самого процесса возведения зданий таким способом.

Литература

1. Технология каменной кладки [Электронный ресурс]. URL: <https://extxe.com/13389/tehnologija-kamennoj-kladki/> (Дата обращения 21.02.2021).
2. Энергоэффективная керамика: характеристики и особенности поризованных блоков [Электронный ресурс]. URL: <https://blog.brigada174.ru/jenergojeffektivnaja-keramika-harakteristiki-i-osobennosti-porizovannyh-blokov/> (Дата обращения 24.02.2021).
3. Чистый Ю.А., Ксенофонов М.В. Газобетон и пенобетон: особенности, достоинства и недостатки // Студент – инновации России. 2019. № 4. С.9–14 (Дата обращения 27.02.2021).
4. Сарбаева Н. М. Однослойные конструкции из крупноформатной керамики в современном домостроении // Вестник Кыргызско-Российского Славянского университета. 2018. № 8. С.138–140 (Дата обращения 27.02.2021).
5. Construction Robotics [Электронный ресурс]. URL: <https://www.construction-robotics.com/sam100/> (Дата обращения 28.02.2021).
6. Князев И. А. Применение инновационных технологий в строительстве и оценка их эффективности. // Наука сегодня: вызовы, перспективы и возможности. 2019. С.31–32 (Дата обращения 01.03.2021).
7. Fastbrick Robotics [Электронный ресурс]. URL: <https://www.fbr.com.au/view/hadrian-x> (Дата обращения 01.03.2021).
8. Попова Е.С. Горизонтальная профессиональная мобильность, профессиональное образование и рынок труда в России в динамике лет. // Социологическая наука и социальная практика. 2018. № 1 (21). С.53–70 (Дата обращения 16.03.2021).

УДК 624.05

Александр Эдуардович Щегольков, студент
(Санкт-Петербургский государственный
архитектурно-строительный университет)
E-mail: sa000000050@gmail.com

Aleksandr Eduardovich Shchegolkov, student
(Saint Petersburg State University
of Architecture and Civil Engineering)
E-mail: sa000000050@gmail.com

**ПОТОЧНАЯ ОРГАНИЗАЦИЯ СТРОИТЕЛЬСТВА ЗДАНИЙ
И СООРУЖЕНИЙ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ АДДИТИВНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ**

**STREAM ORGANIZATION OF CONSTRUCTION OF BUILDINGS
AND STRUCTURES USING ADDITIVE TECHNOLOGIES**

Строительство является неотъемлемой частью человеческой жизнедеятельности. Испокон веков людьми овладело стремление возводить новые, все более совершенные здания. С течением времени технологии развиваются всё быстрее, и, казалось бы, лишь недавно открытый метод послойного изготовления различных деталей теперь пришел и в строительную отрасль. Применение аддитивных технологий в строительстве является, в некоторой степени, инновацией, и привлекает к себе всё большее внимание со стороны интересующихся строительством людей. Однако инновационность – не единственная точка притяжения данной технологии. Аддитивное строительство решает одну из наиболее важных проблем любого строительства – существенную протяженность во времени. В этой статье рассматривается и описывается данная технология, а также поясняется, как именно с помощью данного метода можно строить различные здания и сооружения.

Ключевые слова: трехмерные технологии, трехмерный принтер, строительное производство, аддитивное строительство, поточный метод, поточная 3D-печать.

Construction is an essential sphere part of human being. From early ages people were inspired to create new buildings which are more convenient and innovative comparing to previous. Technologies are developing rapidly with the flow of the time. By this time, just developed method of creating parts by the layout was transferred to construction. Implementation of additional technologies is a kind of innovation and it becomes an interesting topic for those who are operating within construction. However, innovation is not the only point of attraction for this technology. Additive construction solves one of the most important problems of any construction – a significant length in time. In this article this technology is evaluated. Therefore, it is discussed how this method could be used to construct various types of buildings and structures.

Keywords: 3D technologies, 3D printer, construction manufacturing, additive construction, flow method, flow 3D printing.

Аддитивные технологии

Аддитивные технологии (*Additive Manufacturing*, образовано от латинского слова *additivus* – прибавляемый) – это послойное наращивание объекта с помощью специальных компьютеризированных трехмерных технологий [1]. Изобретение данной технологии принадлежит Чарльзу Халлу, именно он в 1986 году сконструировал первый в мире трехмерный принтер [2]. Позже, в 1988 году Скоттом Крампом была запатентована технология печати с помощью послойной заливки расплавленной нити из специального полимерного материала [3]. В начале XXI века несколько групп ученых из разных точек земного шара начали применять подобную технологию для строительных целей.

Строительный трехмерный принтер отличается большими габаритами и применяемым для экструзии сырьем. Применение данной технологии для возведения зданий и сооружений возможно ознаменовало новую эру индустриализации строительного

производства, поскольку такой способ строительства является принципиально новым. Невозможно сказать, какая именно компания первой ввела в практику строительной деятельности 3D-печать, однако в списке компаний первооткрывателей точно будет присутствовать шанхайская компания *WinSun* [4], которая, по данным на 2018 год, ввела в эксплуатацию более тридцати объектов, напечатанных на 3D-принтере (рис. 1).

Но не одни лишь компании поднебесной являются пионерами, раньше всех разглядевшими преимущества технологии. Во многих других странах, в России, Объединенных Арабских эмиратах, США, Нидерландах, различные стартапы энергично реализуют свои амбициозные строительные проекты используя аддитивные технологии. Например, тexasская компания *ICON*, активно использующая аддитивные технологии в своей коммерческой деятельности, при поддержке некоммерческих организаций из солнечной Калифорнии и Мексики *New Story* и *Echale* к концу 2019 года с помощью трехмерного принтера напечатала несколько домов в мексиканском штате Табаско для малоимущих семей [5]. Такие дома имеют один этаж площадью 500 футов квадратных, что приблизительно равно 46,5 м² (рис. 2). По заверениям представителей компании *ICON* на строительство такого дома требуется всего лишь 24 часа [6]. Из всего этого можно сделать вывод, что данная технология не только внедряется семимильными шагами в строительную индустрию, но и активно используется для возведения мало и среднегабаритных частных жилых и офисных зданий [7].



Рис. 1. Объект, построенный шанхайской компанией «*WinSun*» с помощью аддитивных строительных технологий



Рис. 2. Объекты, построенные тexasской компанией «*ICON*» с помощью аддитивных строительных технологий

Устройства, применяемые для трехмерной печати

Вкратце необходимо описать так называемые строительные трехмерные принтеры. Они представляют собой специальные инженерные устройства, создающие здания и сооружения послойно, точно также как и любой другой 3D-принтер. По конструкции существует несколько видов таких устройств [7]:

1. Портальной конструкции. Внешне похожая на козловой кран рама перемещается по специальным, вынесенным за габариты строящегося здания, рельсам. Наносщая головка перемещается по верхней балке перпендикулярно расположению рельсов;

2. На базе руки манипулятора. Роботизированный механизм с большим количеством степеней свободы, на одном конце которого находится опора, а на другом устройство для нанесения смеси;

3. Циркулярной конструкции. Монтируется как правило в центре строящегося объекта. Имеет вращающуюся опору и прикрепленную к ней консольную раму с рельсом, по которому происходит перемещение сопла.

4. С дельта-приводом. Внешне напоминают перевернутую треногу, состоящую опорной рамы и трех тросов или штанг, к которым крепится печатающая головка. Перемещение головки осуществляется за счет синхронного изменения длины тросов или штанг [3].

С помощью насоса и специального шланга к наносящей головке устройства подводится специальная быстросхватывающаяся смесь на основе цементного вяжущего вещества. Проходя через сопло, эта смесь наносится на поверхность конструкции послойно. Благодаря многократному повторению процесса нанесения шаг за шагом появляются различные структуры, которые в совокупности образуют стены возводимого сооружения. Подробнее ознакомиться с конструкциями строительных 3D-принтеров, процессом экструзии и применяемыми материалами можно в другой моей статье [7].

Поточная организация строительства

Существует три основных метода организации строительного производства:

1. Последовательный метод.
2. Параллельный метод.
3. Поточный метод.

Наиболее прогрессивным является поточный метод организации строительства, при использовании которого достигается ритмичность производства и высокая производительность труда. Данный метод позволяет сократить сроки строительства, по сравнению с последовательным методом и повысить производительность труда за счет рационального использования трудовых ресурсов, машин и механизмов [8]. Сущность данного метода заключается в том, чтобы разделить весь технологический поток на этапы или комплексы, выполнение которых будут осуществлять комплексные бригады. Данный метод весьма выгодно использовать при необходимости возведения целого комплекса объектов, то есть для массового строительства. Последовательность проектирования поточного метода организации работ, следующая:

1. Выявляются объекты, близкие между собой по объемно-планировочным и конструктивным решениям, технологии возведения и объему работ.

2. Процесс возведения объекта расчленяют на отдельные виды работ, желательно равные по трудоемкости и продолжительности. Пример видов работ: нулевой цикл,

возведение надземной части, отделка и благоустройство. Определяется последовательность работ.

3. Отдельные виды работ закрепляются за определенными бригадами. Устанавливается целесообразная последовательность включения объектов в поток.

4. Затем рассчитываются основные параметры потока и определяются последовательность перехода бригад, машин и механизмов с объекта на объект.

Поточное строительство с применением аддитивных технологий

Для начала необходимо понять, как именно происходит процесс возведения зданий и сооружений с помощью трехмерной печати. Рассмотрим вариант с возведением простейшего одноэтажного здания в условиях строительной площадки. Как обычно все начинается с фундамента, который возводится традиционным способом, без применения трехмерной печати. После этого необходимо произвести подготовку строительной площадки, то есть устройство опоры или путей для перемещения порталного трехмерного принтера. Затем производится монтаж временного укрытия, наличие которого необходимо для защиты устройства и возводимых конструкций от атмосферных осадков и ветра. После этих операций производится установка и пусконаладка 3D-принтера. Далее в течение некоторого времени принтер осуществляет печать стен будущего здания, параллельно с этим вспомогательная бригада из нескольких рабочих осуществляет требуемое армирование конструкций, заполнение полостей в стенах теплоизоляционными и иными материалами, укладку перемычек, иначе говоря, сопутствующие процессы [9]. Вслед за этим принтер перемещается на следующий объект, вспомогательная бригада переходит вместе с устройством. Следующим этапом другая бригада производит устройство кровли и заполнение наружных оконных и дверных проемов, то есть закрывает тепловой контур. После временное укрытие демонтируют и перемещают на другой объект. Уже после этого производится устройство инженерных сетей, внутренняя и внешняя отделка задний и сооружений. Конечным этапом осуществляется благоустройство окружающей территории.

Теперь необходимо сгруппировать все эти процессы и поделить их на этапы, выполнять которые будут определенные комплексные бригады.

1. Первый этап – назовем его «нулевой цикл». В рамках данного этапа будут выполняться процессы по устройству фундамента и, при необходимости, подземной части. Поскольку мы рассматриваем строительство комплекса схожих объектов, логично будет применять инвентарную опалубку, при этом комплектов должно быть несколько, по причине того, что после бетонирования для набора прочности конструкция некоторое время должна оставаться в опалубке, а простой бригады при этом нежелателен.

2. Второй этап – подготовка к печати. На протяжении данного этапа бригада производит подготовку путей перемещения 3D-принтера и устройство временного укрытия – тепляка. Также, как и с опалубкой, необходимо иметь несколько комплектов материалов для устройства временных укрытий и путей перемещения с той целью, чтобы в тот момент, когда принтер закончит свою работу на одном объекте, его можно было без проста переместить и запустить на следующем объекте.

3. Третий этап – печать. На данном этапе сперва производится установка 3D-принтера, затем производится печать здания и, одновременно с этим, осуществляются сопутствующие процессы, то есть, подвоз смеси для печати, армирование, заполнение полостей,

установка перемычек и так далее [9]. После окончания печати принтер перемещают на следующий объект, а пути перемещения демонтируют.

4. Четвертый этап – кровля и заполнение проемов. На этом этапе бригада производит устройство стропильной системы и кровли здания, а также заполнение наружных дверных и оконных проемов – закрытие теплового контура здания. При этом, чтобы быть независимым от погодных условий во время устройства кровли тепляк должен оставаться на объекте, после его можно демонтировать, и перемещать на другой объект.

5. Пятый этап – прокладка инженерных сетей. В рамках этого этапа осуществляется прокладка инженерных сетей: водопровод, водоотведение, электричество, слаботочные сети, газ и др.

6. Шестой этап – отделка. Бригада отделочников производит внешнюю отделку фасадов и внутреннюю отделку помещений, то есть штукатурят и красят стены, делают потолки и полы, устанавливают межкомнатные двери, санитарный фаянс, отопительные приборы и т. д.

7. Седьмой этап – благоустройство. Этот этап является последним, его логичнее всего осуществлять в самом конце, когда строительства всех зданий будет завершено, чтобы в процессе строительства не повредить зеленые насаждения. На данном этапе производится уборка мусора, рекультивация территории, формирование зеленых насаждений.

Для упрощения понимания приведу схематичный календарный график строительства методом трехмерной печати комплекса из двух зданий поточным методом, описанным выше (рис. 3).

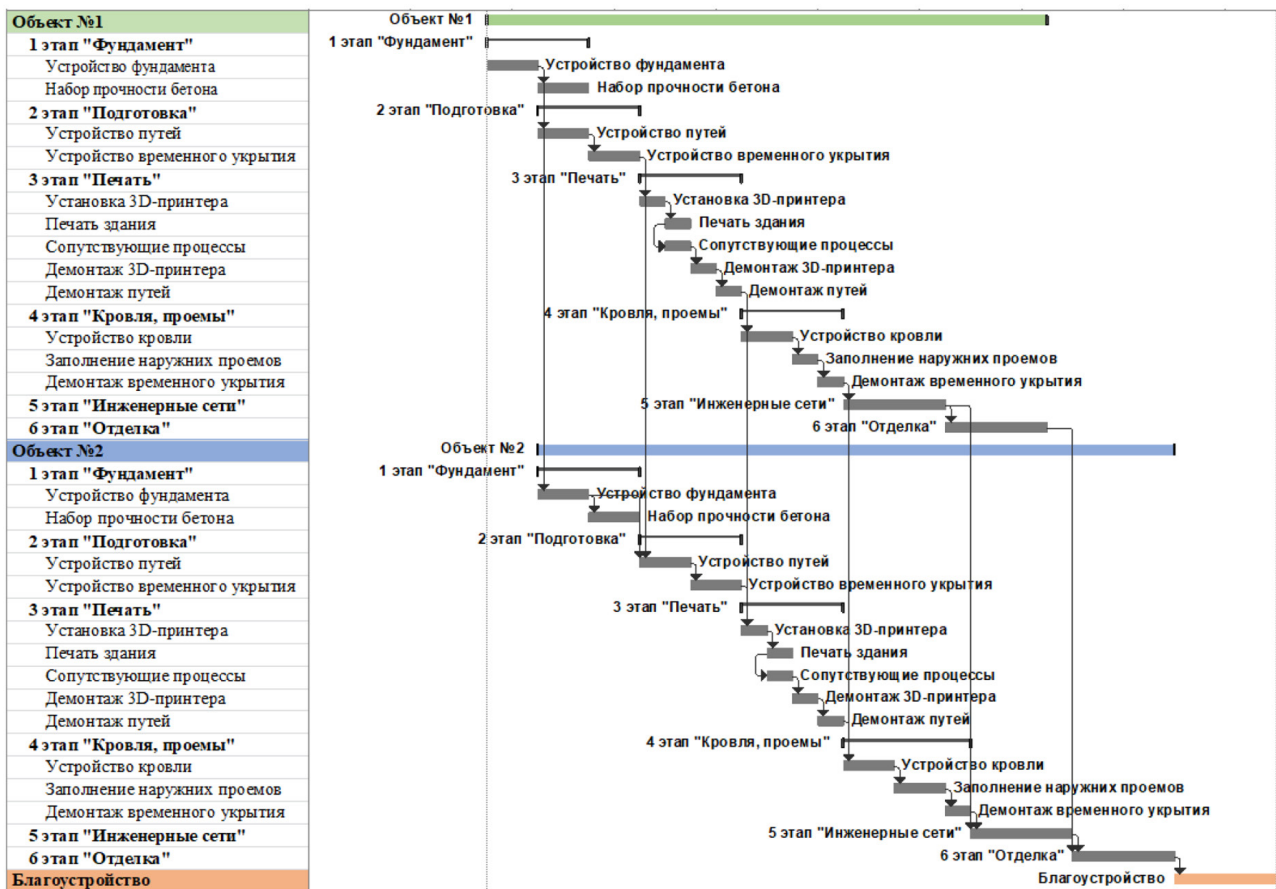


Рис. 3. Схематичный график возведения комплекса из двух объектов

Важно понимать, что невозможно сразу определить универсальное количество требуемой оснастки для любой ситуации. Под оснасткой имеется ввиду инвентарная опалубка, тепляки, пути перемещения 3D-принтера и т. д. Необходимо сперва рассчитать трудозатраты и построить график строительства комплекса объектов и уже по графику определить, необходимое количество оснастки. Например, чтобы определить требуемое количество временных укрытий необходимо построить и проанализировать календарный план строительства, определить и выделить те промежутки времени, в которые должны быть задействованы временные укрытия на всех объектах, определить максимальное количество одновременно используемых тепляков – именно такое количество укрытий необходимо для бесперебойного производства строительных работ. Также важно понимать, чтобы минимизировать простои бригад, необходимо планировать строительное производство таким образом чтобы продолжительности различных этапов работ были приблизительно равными, это позволит добиться более эффективного использования трудовых ресурсов.

Заключение

Применение технологии аддитивного строительства хоть и является, в некоторой степени, инновацией, уже активно применяется некоторыми компаниями в области строительства. Хотя и преимущества данной технологии весьма велики, как и любая другая технология, поточная строительная 3D-печать не лишена недостатков. Однако можно с уверенностью сказать, что такой метод строительства весьма привлекателен для создания различных конструктивных элементов зданий в заводских, полностью контролируемых условиях, отдельных малых архитектурных форм, осуществления строительства частных и небольших офисных зданий в условиях строительной площадки. Особенно удобно и эффективно можно применять поточную строительную 3D-печать для возведения комплексов, состоящих из частных и небольших зданий различного назначения.

Преимущества поточной 3D-печати:

1. Меньшие трудозатраты и финансовые затраты относительно параллельного метода.
2. Более высока скорость строительства и скорость выработки ресурсов относительно последовательного метода.
3. Требуется всего один 3D-принтер, что имеет решающее значение, поскольку оборудование весьма дорогостоящее [10].
4. Минимизация ручного труда на этапе печати здания.

Недостатки поточной 3D-печати:

1. Необходимость устройства временного укрытия.
2. Необходимость и сложность устройства путей, для корректной работы пути могут иметь лишь минимальные отклонения.
3. Необходимость наличия нескольких комплектов инвентарной опалубки, временных укрытий, путей перемещения принтера.
4. Габариты строящегося здания ограничены размерами используемого 3D-принтера.

Литература

1. Гончарова О. Н. и др. Аддитивные технологии – динамично развивающееся производство. / О. Н. Гончарова, Ю. М. Бережной, Е. Н. Бессарабов, Е. А. Кадамов, Т. М. Гайнутдинов, Е. М. Нагопетьян, В. М. Ковина // Электронный научный журнал «Инженерный вестник Дона». 2016. № 4 (43). С. 123 (Дата обращения 01.03.2021).
2. Аддитивные технологии – что это такое и где применяется [Электронный ресурс]. – URL: https://old.sk.ru/news/b/press/archive/2019/09/18/additivnyye-tehnologii-_1320_-chto-eto-takoe-i-gde-pri-menyaются.aspx (Дата обращения 14.11.2020).
3. Мухаметрахимов Р. Х., Вахитов И. М. Аддитивная технология возведения зданий и сооружений с применением строительного 3D-принтера. // Известия КГАСУ. 2017. № 4(42). С. 350–359 (Дата обращения 26.02.2021).
4. Абрамян С. Г., Илиев А. Б. Современные строительные аддитивные технологии. Часть 1 // Электронный научный журнал «Инженерный вестник Дона». 2018. № 1(48). С. 158 (Дата обращения 14.11.2020).
5. ICON + New Story + ECHALE Unveil First Homes in 3D-Printed Community [Электронный ресурс]. URL: <https://www.iconbuild.com/updates/icon-new-story-echale-unveil-first-homes-in-3d-printed-community> (Дата обращения 14.11.2020).
6. Американский стартап ICON представил технологию 3D-печати домов [Электронный ресурс]. URL: <https://tproger.ru/news/icon-house/> (Дата обращения 15.11.2020).
7. Щегольков А. Э. Современные технологии в строительстве: строительная 3D-печать // Серия «Строительство». Сборник статей магистрантов и аспирантов. 2020. Т.1. С. 374-385 (Дата обращения 15.11.2020).
7. Поточная организация строительного производства [Электронный ресурс]. URL: <http://www.argmaxbio.com/0613.html> (Дата обращения 15.11.2020).
8. Строительная 3D печать. Практические рекомендации [Электронный ресурс]. URL: <https://3d-today.ru/blogs/specavia/construction-3d-printing-practical-recommendations> (Дата обращения 16.11.2020).
9. СПЕЦАВИА профессиональное 3D-оборудование: официальный сайт. – URL: <https://specavia.pro> (Дата обращения 26.02.2021).

УДК 69.624.05

Наталья Александровна Щербина, студент
(Санкт-Петербургский государственный
архитектурно-строительный университет)
E-mail: justnata0497@yandex.ru

Natalia Alexandrovna Shcherbina, student
(Saint Petersburg State University
of Architecture and Civil Engineering)
E-mail: justnata0497@yandex.ru

ОРГАНИЗАЦИОННЫЕ РЕШЕНИЯ ПРИ ПРОВЕДЕНИИ ВОССТАНОВИТЕЛЬНЫХ РАБОТ НА ОБЪЕКТЕ КУЛЬТУРНОГО НАСЛЕДИЯ

ORGANIZATIONAL DECISIONS WHEN CARRYING OUT RESTORATION WORKS AT THE FACILITY OF CULTURAL HERITAGE

В настоящей статье осуществляется выбор оптимального варианта организации проведения работ по капитальному ремонту и реставрации объекта культурного наследия. Приводится краткий обзор существующих методов организации строительного производства. Выделение подходящих методов осуществляется с учётом актуальных проблем, возникающих в практике восстановления исторических объектов. Для выбора наиболее эффективного организационного решения для конкретного здания проводится подробное обследование его текущего технического состояния, на основании результатов которого принимаются комплексы необходимых восстановительных работ. Выполняется построение линейных календарных графиков по принятым к сопоставлению методам. На основании сравнения графиков даются рекомендации по использованию конкретного метода организации работ для рассматриваемого объекта.

Ключевые слова: реставрация, капитальный ремонт, строительство, контроль, качество, продолжительность, метод организации строительного производства.

The choice of the optimal option for organizing the work on major repairs and restoration of the object of cultural heritage is made in this article. A brief overview of the existing methods of organizing construction production is given. The selection of suitable methods is carried out taking into account the actual problems that arise in the practice of restoring historical objects. A detailed examination of a particular building current technical condition is being carried out and the necessary restoration work is carried out based on the results of examination. Then selection of the most effective organizational solution is made for this particular building. Linear calendar graphs are constructed according to the methods accepted for comparison. Recommendations are given for the use of a specific method of organizing work for the object under consideration according to the comparison of schedules.

Keywords: restoration, major overhaul, construction, control, quality, duration, method of organization of construction production.

Введение

Согласно сведениям из Единого государственного реестра объектов культурного наследия народов Российской Федерации в настоящее время на территории нашей страны находится 144 550 объектов культурного наследия, каждый из которых уникален и представляет собой большую историческую и культурную ценность как для всего многонационального народа России, так и для всемирного культурного наследия. Памятники культуры и истории являются важным условием сохранения национальной идентичности, гармоничного и устойчивого развития общества.

В соответствии с данными статистики на текущий момент около 34 000 объектов культурного наследия России находится в аварийном или ограниченно работоспособном состоянии, что составляет около 24 процентов от общего их количества, поэтому вопрос об их сохранении и восстановлении особенно актуален. Главной особенностью проведения восстановительных мероприятий на исторических объектах является обеспечение сохранности подлинности всех его оригинальных элементов, что обуславливает повышенные требования к качеству выполняемых ремонтных и реставрационных работ. Кроме того, возникает необходимость проведения объёмной архивной работы и комплекса научных исследований для корректного выбора применяемых строительных материалов и технологий производства работ, чтобы минимизировать изменения в исторической структуре. Проектная документация должна быть разработана не только на основании нормативов и методов, принятых в массовом строительстве, но и с учётом информации о текущем состоянии памятника, его сохранности, о художественных, архитектурных и конструктивных особенностях. В связи с этим существует большое количество нормативных документов, регламентирующих порядок осуществления работ, направленных на сохранение объектов истории и культуры. Основным документом является Федеральный закон № 73-ФЗ, седьмая глава которого содержит перечень условий и требований к проведению мероприятий по консервации, ремонту, реставрации, воссозданию объектов [1].

Задача сохранения объектов истории и культуры требует бережного подхода. Для её решения привлекаются соответствующие профессиональные организации, которые имеют в своём составе квалифицированных специалистов. Требования к подрядчикам тоже устанавливает законодательство в области охраны культурного наследия. К выполнению реставрационных и ремонтных работ допускаются организации, имеющие лицензию на осуществление деятельности, направленной на сохранение объектов культурного наследия. Проведение работ осуществляется в соответствии с Градостроительным кодексом. Авторский надзор за проведением работ с представлением отчётной документации в соответствующий орган охраны объектов культурного наследия проводит лицо, осуществлявшее научное руководство. Технический надзор осуществляет лицо, ведущее разработку проектной документации, и заказчик. Работы принимаются законным владельцем объекта или лицом, являющимся заказчиком работ [2].

Вопросы, связанные с сохранением культурного наследия, планированием и производством ремонтно-реставрационных работ на них, отражают в своих трудах многие учёные и авторы научных статей: А. Н. Асаул, Ю. Н. Казаков, Ю. П. Панибратов, С. В. Семенцов, Е. Н. Баулина, О. В. Галкова, Ю. А. Урютова, Г. А. Кругликова, Л. И. Бородкин и многие другие. Зарубежные авторы, такие, как *Christoph Brumann*, *Tutur Lussetyowati*, также публикуют работы по данной теме.

Однако, несмотря на то, что задачи организации и технологии ведения восстановительных работ на объектах культурного наследия рассматриваются экспертами и учёными во многих научных трудах, основные положения по вопросам сохранения отражены в законодательстве, ряд вопросов до сих пор остаётся недостаточно проработанным [3, 4]:

- неудовлетворительное качество выполненных работ, или работы, которые полностью не выполнены, но предусматривались проектом реставрации;
- большая продолжительность проведения работ;
- высокие материальные затраты на проведение работ.

Обозначенные проблемы взаимосвязаны: работы ненадлежащего качества требуют исправления или выполнения заново, что приводит к увеличению продолжительности реставрации объекта. Поскольку для исправления некачественных работ зачастую нанимаются другие подрядные организации, это также влечёт за собой увеличение финансовых затрат. Такие ситуации обусловлены недостаточно проработанным проектом организации проведения восстановительных работ на объекте и выбором неподходящей технологии, то есть не учитываются отдельные особенности памятника. Это позволяет определить основную цель настоящего исследования: для реального объекта культурного наследия с учётом его индивидуальных особенностей необходимо выбрать наиболее подходящий метод организации строительного производства для успешного проведения работ по капитальному ремонту и реставрации.

В качестве объекта исследования рассматривается существующее историческое здание Военно-интендантской академии, расположенной по адресу: г. Санкт-Петербург, ул. Глинки, д. 2, лит. А – «Здание Главного Кригс-Комиссариата (Интендантские склады)».

Для достижения указанной цели в отношении конкретного объекта представляется необходимым решить ряд следующих задач:

- рассмотреть возможные методы организации работ;
- определить текущее техническое состояние объекта исследования, выделить перечень необходимых строительных работ;
- выбрать наиболее подходящий метод организации капитального ремонта и реставрации для рассматриваемого объекта.

Грамотное решение обозначенных задач позволит повысить качество проекта организации строительства для рассматриваемого объекта, что в свою очередь положительно скажется на качестве, сроках и стоимости работ.

Материалы и методы

В условиях выбора подходящего способа ведения ремонтно-реставрационных работ на объекте важное значение имеет выбор методов организации работ для обеспечения своевременного и непрерывного выполнения всех строительно-монтажных работ на объекте, соблюдения установленного проектом и нормативной документацией уровня качества, и, если это возможно, минимизации ресурсоёмкости.

Методы организации работ подразумевают способы увязки строительных работ во времени и пространстве объекта, с учётом поставок и использования различных по классификационным признакам ресурсов. По способу совмещения работ различают следующие методы организации строительного производства: последовательный, параллельный, поточный, параллельно-поточный, последовательно-поточный, узловой [5, 6, 7]. Характеристики методов приведены в табл. 1.

Методы организации строительного производства

Наименование метода	Суть метода	Продолжительность строительства	Особенности
Последовательный	При данном методе организации в каждый момент времени на объекте выполняется только один комплекс работ, без перерывов при переходе к следующему комплексу	Максимальная	<ul style="list-style-type: none"> ● простота организации работ; ● строгая технологическая последовательность; ● высокое качество работ; ● нормальные условия труда, безопасность
Параллельный	При данном методе в один и тот же момент времени на всех частных фронтах объекта выполняется только один комплекс работ	Минимальная (≈ в 3 раза быстрее последовательного)	<ul style="list-style-type: none"> ● сложность организации работ; ● большая интенсивность потребления всех видов ресурсов; ● высокая специализация исполнителей; ● чаще применяется крупными организациями при многоэтажном строительстве
Поточный	При данном методе происходит совмещение комплексов работ во времени и на частных фронтах при возможном их сближении	Больше, чем при параллельном методе, но меньше, чем при последовательном	<ul style="list-style-type: none"> ● обеспечивает планомерный, ритмичный выпуск продукции; ● потери рабочего времени сокращаются на 25 %; ● эффективность кап. вложений выше на 20 %; ● высокая производительность труда ● равномерно напряженный труд
Параллельно-поточный	При данном методе строительство объектов, входящих в комплекс, ведётся параллельным методом, при этом строительство каждого отдельного объекта ведётся по поточному методу	Зависит от наибольшей продолжительности фронтального комплекса (критического)	<ul style="list-style-type: none"> ● образуется путём ввода дополнительных бригад, механизмов, изменения очередности освоения фронтов; ● главная задача: ускорение завершения выполнения комплекса работ по строительству объекта и группы объектов

Наименование метода	Суть метода	Продолжительность строительства	Особенности
Последовательно-поточный	При данном методе строительство объектов, входящих в комплекс, осуществляется последовательно, при этом строительство каждого отдельного объекта ведётся по поточному методу	Зависит от учёта всех критических работ по каждому отдельному объекту комплекса	<ul style="list-style-type: none"> ● образуется путём ввода дополнительных бригад, механизмов, изменения очередности освоения фронтов; ● главная задача: поиск оптимальной очередности строительства объектов.
Узловой	При данном методе подготовка, проектирование, и строительство объектов ведётся путем выделения технологически обособленных узлов (ТОУ – объёмной части объекта, техническая готовность которого позволяет его эксплуатировать)	Сокращается продолжительность пуска наладочных работ и ввода в эксплуатацию	<ul style="list-style-type: none"> ● происходит последовательное наращивание мощности предприятия; ● возможность использования завершённой части объекта

Последовательный, параллельный и поточный – методы, подходящие для организации строительных работ на обособленном объекте, не входящем в комплекс. Поскольку параллельный метод характеризуется высокой интенсивностью потребления ресурсов, сложен в организации, за счёт чего имеет повышенные требования к исполнителям, можно сделать вывод о его высокой стоимости и достаточно затруднительной реализации. Кроме того, такие темпы выполнения работ могут негативно отразиться на качестве. Последовательный метод «проигрывает» поточному в вопросе продолжительности работ, но при этом обеспечивает наилучшее качество строительной продукции, что является самым важным показателем при производстве работ на объекте культурного наследия. Поточный метод сбалансирован в вопросах качества, продолжительности и стоимости работ.

Таким образом, наиболее подходящими методами организации ремонтно-реставрационных работ могут быть последовательный и поточный. Сравнение выбранных методов следует произвести применительно к объекту исследования. Тогда определяющим показателем станет продолжительность работ. Для этого необходимо выделить основные комплексы ремонтных работ и определить их продолжительности.

Объект исследования представляет собой пятиэтажное здание, которое образует замкнутое каре и располагается в границах охранной зоны. Здание имеет сложную форму в плане (рис.1), с габаритными размерами обследуемых частей в осях Р-Ф/1-45 0 11,3 x 177,5 м, в осях 42-45/А-Ф - 12,3 x 83,9 м и в осях А-Г/24.1-41.1 - 12,2 x 72,7. В здании имеются 6 лестничных клеток в осях А/1.1-А/1.3 / 3/1-4/1, У-С/17-19 С-Ф/22-23, Л-М/43-44, А-В/41.1-43 и Г-Е/23.1-24.1 для сообщения между этажами.

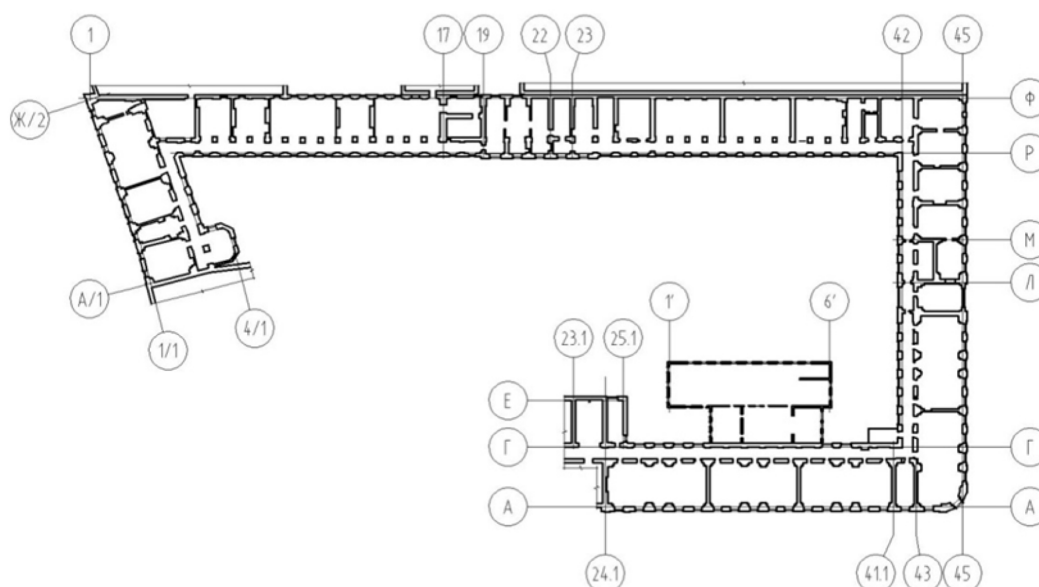


Рис. 1. Схема здания в уровне первого этажа

Первоначально здание было построено трехэтажным по проекту неизвестного архитектора в период 1772–1777 гг. и в дальнейшем эксплуатировалось в качестве Главного Кригс-комиссариата. Ориентировочно в 30-е гг. XX века проведена реконструкция здания с надстройкой 2-х этажей. Основные технико-экономические показатели объекта приведены в табл. 2.

Таблица 2

Технико-экономические показатели объекта

Показатель	Значение
Этажность здания	2–5 эт.
Площадь застройки	4 660 м ²
Общая площадь	19 898 м ²
Строительный объем	35 207 м ³

Для определения текущего технического состояния строительных конструкций объекта применяются органолептический, измерительный, регистрационный, экспертный методы, а также метод анализа имеющейся проектной документации по объекту, методы логического, фактологического анализа, сравнения и обобщения [8].

По результатам проведенного обследования сделаны следующие выводы:

- кирпичные наружные и внутренние несущие стены и ненесущие перегородки находятся в ограниченно работоспособном состоянии;
- междуэтажные кирпичные сводчатые перекрытия в уровне 1–3 этажей и междуэтажные монолитные перекрытия по стальным балкам в уровне 4–5 этажей находятся в ограниченно работоспособном состоянии;
- чердачное перекрытие находится в ограниченно работоспособном состоянии, за исключением аварийного участка в осях Р-Ф/19-22;

- лестничные марши и площадки находятся в ограниченно работоспособном состоянии;
- стропильные конструкции находятся в ограниченно работоспособном состоянии, за исключением аварийного участка в осях Р-Ф/19-22; кровельное покрытие находится в аварийном состоянии;
- столярные изделия (двери и окна) почти повсеместно находятся в аварийном состоянии и требуют замены; полы в здании в целом находятся в аварийном состоянии и требуют полной замены;
- инженерные сети здания находятся в аварийном состоянии и практически полностью выведены из строя.

На основании результатов обследования можно выделить основные комплексы работ, которые необходимы на объекте: подготовительные работы; демонтаж конструкций; устройство несущих стен, перегородок и полов; замена кровли; замена оконных и дверных заполнений; утепление и отделка фасадов; внутренние отделочные работы; замена инженерных сетей и систем; замена наружных коммуникаций; комплексное благоустройство земельного участка.

Для определения продолжительности каждого отдельного комплекса работ необходимо рассчитать объёмы работ и состав комплексной бригады исполнителей. Для расчёта объёмов выделенных строительно-монтажных работ используется методика, применяемая при составлении сметной документации. Она подразумевает: 1) выявление основных работ, которые должны быть выполнены на объекте с чётким определением технологии; 2) подсчет количества конструкций, материалов или видов работ в единицах измерения, которые принимаются при определении сметной стоимости восстановительных работ [9]. Состав комплексных бригад определяется по авторской методике В. Ф. Александровой [10].

Полученные результаты

По рассчитанным продолжительностям комплексов работ для выбранных методов организации работ, в программе Microsoft Project 2016 выполнено построение укрупнённых графиков производства работ [11]:

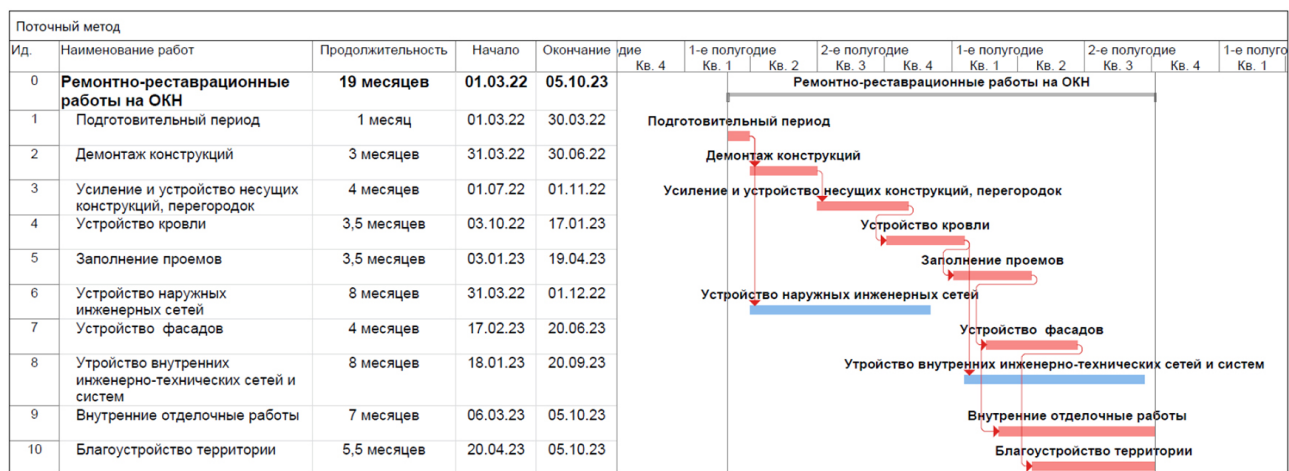


Рис. 2. Линейный график производства работ поточным методом

При поточном методе (рис. 2) продолжительность выполнения работ составляет 19 месяцев.

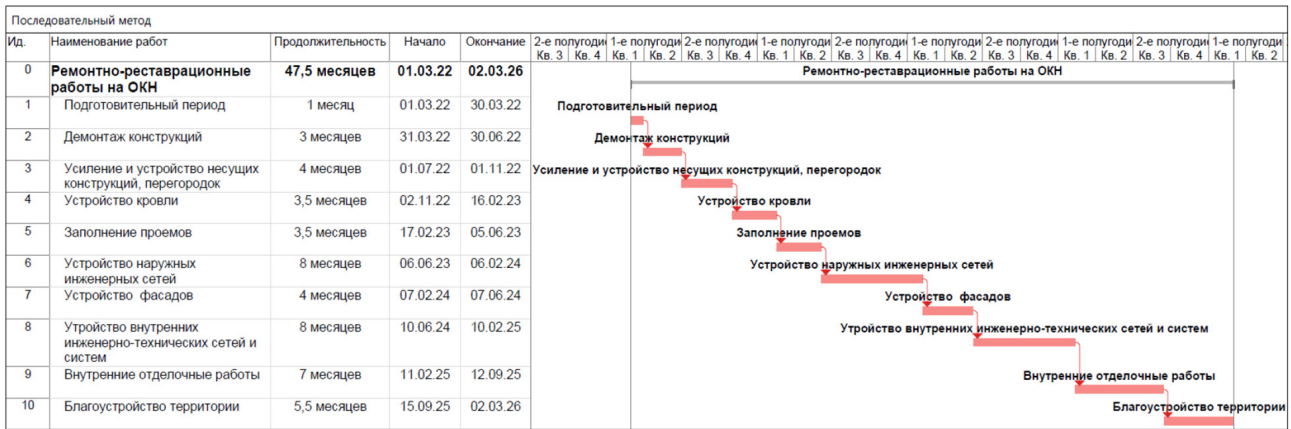


Рис. 3. Линейный график производства работ последовательным методом

При последовательном методе (рис. 3) продолжительность выполнения работ составляет 47,5 месяцев.

Несмотря на преимущества последовательного метода в вопросах контроля качества выполняемых работ и строгой технологической последовательности, продолжительность по данному методу в 2,5 раза больше, чем при поточной организации работ. Это значительный недостаток, который однозначно позволяет отдать предпочтение поточной организации ведения восстановительных работ на рассматриваемом объекте культурного наследия.

Выводы

На основании проведенного анализа существующих методов организации строительного производства удалось выделить наиболее подходящие для организации восстановительных работ на локальном объекте культурного наследия – последовательный и поточный методы.

Для выбора наилучшего способа проведения ремонтно-реставрационных работ на конкретном историческом здании осуществлено подробное обследование, по результатам которого представилось возможным сделать выводы о текущем техническом состоянии строительных конструкций и выделить перечень необходимых ремонтно-реставрационных работ.

Для обозначенных работ выполнено построение укрупнённых календарных графиков при разных методах организации строительного производства. Сопоставление графиков, построенных с учётом индивидуального подхода к исследуемому объекту, позволило определить, что поточный метод организации работ является наилучшим в данном конкретном случае, так как качество и продолжительность работ удовлетворяют требованиям, предъявляемым к работам по сохранению объектов культурного наследия, и, соответственно, материальные затраты также становятся приемлемыми для заказчика.

Литература

1. Федеральный закон «Об объектах культурного наследия (памятниках истории и культуры) народов Российской Федерации» от 25.06.2002 № 73-ФЗ.
2. Министерство культуры Российской Федерации. Приказ от 21 октября 2015 года № 2625 «Об утверждении порядка выдачи разрешения на проведение работ по сохранению объекта культурного наследия, включенного в единый государственный реестр объектов культурного наследия (памятников истории и культуры) народов Российской Федерации, или выявленного объекта культурного наследия» (с изменениями на 4 мая 2017 года).
2. Асаул А. Н. и др. Реконструкция и реставрация объектов недвижимости / А. Н. Асаул, Ю. Н. Казаков, В. И. Ипанов // Учебник под редакцией д.э.н., профессора А. Н. Асаула. СПб.: Гуманистика, 2005. 288 с.
3. Коклюгина Л. А. и др. Проблемы планирования и организации работ по капремонту и реконструкции / Л. А. Коклюгина, А. В. Коклюгин, Е. А. Шилова // Известия Казанского государственного архитектурно-строительного университета. 2016. №4. С. 428–432.
4. Афанасьев В. А., Морозова Т. Ф. Модели поточной организации работ: Учеб. пособие / СПбГПУ. СПб. 2002. 37 с.
5. Болотин С. А., Вихров А. Н. Организация строительного производства: Учебное пособие. Москва: Академия. 2007. 208 с.
6. Сиверикова А. И. Параллельно-поточный метод организации строительства / А. И. Сиверикова, В. З. Величкин // Строительство уникальных зданий и сооружений. 2015. № 4 (31). С. 135–162.
7. Бутырин А. Ю. Строительно-техническая экспертиза в современном судопроизводстве: учебник для вузов / А.Ю. Бутырин, Ю. К. Орлов. М.: Рекламно-производственная группа «Пресс Бюро». 2010. 352 с.
8. Бирюлева Д. К., Низамова А. Ш. Определение объемов работ для учета в сметной документации: Учебное пособие / Д. К. Бирюлева, А. Ш. Низамова. Казань: Изд-во Казанск.гос. архитектур.-строит. ун-та, 2019. 109 с.
9. Александрова В. Ф. Расчёт и формирование бригад при календарном планировании поточной организации строительства / В. Ф. Александрова, Ч. О. Бахтинова // I Всероссийская научно-практическая конференция, посвящённая 95-летию со дня рождения профессора Виктора Алексеевича Афанасьева «Петербургская школа поточной организации строительства»: тезисы докладов I Всероссийской научно-практической конференции 19–20 февраля 2018 г. Санкт-Петербург. 2018. С. 16–21.
10. Бовтеев С. В. Информационные технологии в строительстве. Управление строительными проектами в среде Microsoft Project 2013 Professional: учеб. пособие / С. В. Бовтеев. СПб.: Изд-во Политехн. ун-та. 2013. 292 с.

УДК 340.6:004.9

Светлана Юрьевна Нерозина,
канд. экон. наук, доцент
Елена Петровна Горбанева,
канд. техн. наук, доцент
Яна Сергеевна Логвинова, студент
(Воронежский государственный технический
университет)
E-mail: svetarch@vgasu.vrn.ru,
egorbaneva@vgasu.vrn.,
innalogvi@yandex.ru

Svetlana Yurievna Nerozina,
PhD of Economics, Associate Professor
Elena Petrovna Gorbaneva,
PhD of Tech. Sci., Associate Professor
Yana Sergeevna Logvinova, student
(Voronezh State Technical
University)
E-mail: svetarch@vgasu.vrn.ru,
egorbaneva@vgasu.vrn.,
innalogvi@yandex.ru

**СОВРЕМЕННЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ РАЗВИТИЯ
ЭКСПЕРТНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ В УСЛОВИЯХ ЦИФРОВИЗАЦИИ**

**MODERN TRENDS IN THE DEVELOPMENT OF FORENSIC EXPERTISE
IN THE CONTEXT OF DIGITALIZATION**

Независимая строительная экспертиза является одним из видов судебных экспертиз и представляет собой комплекс действий, проводимых для выявления дефектов и нарушений в соответствии стандартам качества строительства, возникших в результате ремонтно-отделочных, строительного-монтажных и других видов работ. Этапы проведения строительной экспертизы тракуются целями исследования. Проектная документация и соответственно возведенные конструкции будут исследоваться согласно различным методикам. Раскрыт правильный порядок проведения строительной-технической экспертизы. Что касается измерений, они производятся измерительными приборами в соответствии с требованиями: «ГОСТ 21779-82 «Система обеспечения точности геометрических параметров в строительстве. Технологические допуски»; ГОСТ 23616-79 «Общие правила контроля точности»; ГОСТ 26433.0-85 «Общие положения»; ГОСТ 26433.1-89 «Правила выполнения измерений». Также освещены проблемы, с которыми чаще всего соприкасаются эксперты в вопросах информационного обеспечения их деятельности, и рассмотрены возможные пути более эффективного решения проблем.

Рассмотрены причины необходимости постоянного совершенствования судебной строительной-технической экспертизы, а именно обеспечение эксперта совершенствующими методами визуально-инструментального обследования, анализа и планирования строительных работ. Кроме того, поставлена задача определить каким образом, возможно, повысить уровень научной достоверности экспертного заключения. Особое внимание уделено рассмотрению вопроса об интеграции цифровых технологий. Многофункциональные и положительно зарекомендовавшие себя в практической стезе цифровые технологии, сформировавшиеся в ходе всеобщей компьютеризации: автоматизация процессов судебно-экспертного исследования и информационное обеспечение специалиста. Описаны наиболее актуальные программные комплексы, которые включают в себе основные тенденции и актуальные направления современных систем проектирования в строительстве, используемые в ходе проведения различных исследований. Обоснована методика внесения цифровых, информационных систем, новых технологий в судебную строительную-техническую сферу.

Ключевые слова: строительная-техническая экспертиза, этапы проведения, автоматизированная информационная система, проектная документация, программные комплексы.

Independent construction expertise is one of the types of forensic examinations and is a set of actions carried out to identify defects and violations in accordance with the quality standards of construction that have arisen as a result of repair and finishing, construction and installation and other types of work. The stages of the construction expertise are interpreted by the objectives of the study. The project documentation and the structures constructed accordingly will be examined according to various methods. The correct procedure for

conducting construction and technical expertise is disclosed. As for the measurements, they are made by measuring instruments in accordance with the requirements: «“GOST 21779-82” System for ensuring the accuracy of geometric parameters in construction. Technological tolerances»; GOST 23616-79 “General rules for accuracy control”; GOST 26433.0-85 “General provisions”; GOST 26433.1-89 “Rules for performing measurements”. It also highlights the problems that experts most often come into contact with in terms of information support for their activities, and considers possible ways to solve problems more effectively.

The reasons for the need for continuous improvement of the forensic construction and technical expertise, namely, providing the expert with improving methods of visual and instrumental examination, analysis and planning of construction works, are considered. In addition, the task is to determine how it is possible to increase the level of scientific reliability of the expert opinion. Special attention is paid to the consideration of the integration of digital technologies. Multifunctional and well-proven digital technologies that have been formed in the course of universal computerization: automation of forensic research processes and information support for specialists. The most relevant software packages are described, which include the main trends and current trends of modern design systems in construction, used in the course of various studies. The methodology of introducing digital, information systems, and new technologies into the judicial construction and technical sphere is justified.

Keywords: construction and technical expertise, stages of implementation, automated information system, project documentation, software systems.

Введение

Современные тенденции независимой строительной экспертизы недвижимости направлены на то, что экспертиза проводится в соответствии качества строительства недвижимости и ее отделки, а также в увеличивающейся потребности в строительной-технической экспертизе.

Строительно-техническая экспертиза (СТЭ) часть инженерно-технических экспертиз, которая играет определяющую роль при формировании решения, а также в отдельных случаях главное значение [1]:

- при производстве предварительного расследования инженерно-технических экспертиз и судебных разбирательств по уголовным делам о трагических случаях, неисправностях, крушениях и авариях в постройке домов;
- при судебных заседаниях сфера ответственности и в арбитражных судах гражданских споров о праве владения на предмет недвижимости, контроль соответствия требований ГОСТов, нормативов строительного, экологического, пожарного законодательства, показатели качества и стоимости объекта постройки, а также выполненных строительных работ по этапам (если этапы предусмотрены договором);
- в расследованиях по вопросам об административном правонарушении выносятся решение об обоснованности и правильности возведения и реализации объекта строительства, эксплуатация зданий и сооружений.

Методика и этапы поведения судебной строительной экспертизы

Суть данного вопроса по методологии выражается в совокупности высококвалифицированных экспертных исследований, которые позволяют определять точные характеристики различного типа сооружений.

Этапы проведения строительной экспертизы трактуются целями исследования. Проектная документация и соответственно возведенные конструкции будут исследоваться согласно различным методикам [2].

Порядок проведения строительно-технической экспертизы:

1. Определяется цель исследования, и выбираются необходимые методы.
2. Изучается сопутствующая нормативно-правовая документация, выявляются актуальные стандарты и нормы.
3. Проводятся визуальная экспертиза, необходимые замеры и фиксация.
4. Производится расчет несущей способности конструкций и т. д.
5. По данным вышеуказанных пунктов проводится формирование и оформление отчета строительной экспертизы.

По результатам проведенных строительных экспертиз эксперты – строители, как было уже сказано ранее, выдают письменное заключение о результатах проведения экспертизы, завизированное их подписями и печатью экспертного учреждения. Во вводной части должна содержаться информация о времени и месте выполнения экспертизы, основании для ее производства, данные об эксперте и об экспертном учреждении, вопросы, поданные на строительную экспертизу, и сведения об участниках экспертизы.

Фундаментальная часть заключения состоит из следующего:

- детальное описание объекта или объектов исследования и примененных методов исследования;
- перечень используемой методической литературы и нормативной документации;
- техническая часть: в полном объеме осуществленные расчеты, итоги поверочных и обмерных работ, протоколы испытаний; графическая часть, проиллюстрирующая заключение эксперта: фототаблица и рабочие чертежи, на которых нанесены отметки;
- дефектная ведомость, включающая в себя перечень имеющихся повреждений здания или сооружения, а также объем ремонтно-строительных работ по их ликвидации;
- решение эксперта и предложение по устранению дефектов. В основном, выводы предполагают содержание о том, возможно ли эксплуатация здания в будущем, и, могут ли быть сделаны работы по его реконструкции. В случае если экспертиза, осуществлялась по разрешению какой-либо спорной ситуации, тогда в заключении будут прописаны причины дефектов и повреждений.

Способы проведения должны соответствовать поставленным целям и быть максимально актуальными для исследуемого объекта, от выбранной методики будет зависеть итоговый результат работы. Проведение строительно-технической экспертизы позволяет получить фактические данные о качестве выполненных строительных работ, но если строительно-техническая экспертиза осуществляется только касаясь строительной (исполнительной), документации, применяется преимущественно сравнительный детальный анализ и метод проверки. В первую очередь производится оценка технического состояния объекта в ходе визуального и инструментального обследования выявляем нарушения стандартов и норм требований строительства. Эксперты проводят расчеты, учитывая все современные технические формулы и стандарты строительства. Все выше сказанное, подводит к выводу, о том на какую именно физическую величину данная норма была превышена. Если анализ показывает чрезмерный износ, то могут дать рекомендации по дальнейшей эксплуатации здания [3].

Что касается измерений, они производятся измерительными приборами в соответствии с требованиями: «ГОСТ 21779-82 «Система обеспечения точности геометриче-

ских параметров в строительстве. Технологические допуски»; ГОСТ 23616-79 «Общие правила контроля точности»; ГОСТ 26433.0-85 «Общие положения»; ГОСТ 26433.1-89 «Правила выполнения измерений». Фиксация конечных итогов осмотра объекта выполняется описательным методом, методом фотографирования сооружения, составления разбивочных планов расположения объектов на местности. Фотофиксация объекта оценки способствует фиксировать местоположение, характер дефектов, размеры и другие особенности нарушений, отхождений от нормы, перекосов и прогибов.

Если целью строительно-технической экспертизы является выявление того, насколько точно геометрия исследуемого объекта соответствует проектно-сметной документации, то эксперт в праве воспользоваться только обычной рулеткой или линейкой. Однако нужно отметить, что даже рулетка или линейки должны быть точными, а также занесены в реестр официальных измерительных документов.

В противном случае соответствующие органы государственной власти могут признать экспертизу ошибочной и несоответствующей законодательству РФ.

При проверке несущих конструкций и перекрытий применяется метод неразрушающего контроля, который основывается на ультразвуковых приборах, тепловизорах, лабораторных обследованиях с помощью химических проникающих составов и выполнении вихретоковых замеров.

Новейшая техника дает возможность проникнуть даже вглубь забетонированных конструкций, определить, какая арматура использовалась при возведении зданий. Что нивелирует вероятность допущенных махинаций и халатности со стороны строителей. Следует обратить внимание, что активно используется методика применения лабораторных исследований и компьютерного моделирования [4].

В ходе осуществления общей комплексной экспертизы зданий и сооружений, допускается разделение на некоторые стадии. К примеру, сперва выполняется анализ документации по постройке (результаты прошлых обследований, ведомость о получении материалов, смету, акты о выполненных работах), тип и состояние почвы около объекта недвижимости, после текущее состояние фундамента, потом гидроизоляционные характеристики постройки, уровень грунтовых вод, затем – степень износа несущих конструкций здания, а в завершение текущее состояние кровли и стропильной системы. Также могут возникать трудности в правильном ли определении использовалось современное строительное оборудование, новая техника или была нарушена правильное функционирование и методика строительных работ. Соответственно, в такой ситуации в обязанности эксперта будет входить определение качества проведенных работ, причин возникновения каких-либо дефектов, проверка на соответствие ГОСТам, санитарно-эпидемиологическим, пожарным, экологическим и определение степени износа здания.

Методов строительно-технической экспертизы множество, каждый эксперт пользуется разными методами, совмещая те или другие. Важно понимать, что строительный эксперт не только должен обладать достаточными знаниями в строительстве, но и уметь правильно применять различные методы на практике [5]. А также, нужно помнить, что прогресс в строительстве не стоит на месте, зачастую приходят новые автоматизированные методы строительно-технической экспертизы, что делает процесс работы более удобным и быстрым. Онтогенез строительной судебно-технологической экспертизы говорит

о внедрении высокоавтоматизированных систем. Итоги аналогичных экспертных задач, проработывание и эксплуатация уже существующих систем, разработанных и введенных в практическую, проектную, исследовательскую деятельность во внесудебной сфере.

Чтобы сделать судебную экспертизу более востребованной и улучшить ее, ставятся такие задачи:

1. Рост уровня практической, научно-теоретической верности экспертного заключения в строительстве.

2. Обеспечение эксперта совершенствующими методами визуально-инструментального обследования, анализа и планирования строительных работ.

3. Грамотно подготовленная проектная документация позволяет максимально качественно организовать все этапы строительства, капитального ремонта и реконструкции. Сокращение сроков предоставления экспертного заключения, увеличение производительности труда, освобождение специалиста от утомительной работы, более правильное распределение времени и прочее.

В зависимости от степени методов экспертного анализа при механизации подвергаются конкретизации имеющиеся методы экспертного анализа, что ориентирует к более детальному их овладению и воспроизводит такой процесс анализа в поэтапный алгоритм действий при таком процессе. Таким образом, приходим к выводу, что исследование будет выстроено и как следствие будут исправлены разные логические [7]. А также содержательные «пропуски» в процессе экспертного исследования. При более правильном улучшении недочеты будут устранены, где расчетные операции осуществляются машиной, что наглядно отличает от пользования «ручными» методами.

Часть трудоемких операций входят в определения площади спорных земельных участков. Освоения каждого подхода по их разделам или определения последовательности применения их. Если учитывать, что наибольшая их составляющая – это замеры участков, земли, зданий, коммуникаций, составление планов, выявления соответствия строительных работ косвенно решает важнейшую проблему [6]. Исследования, которые участвовали в процессе экспертиз такого плана, возможно, формально поделить на четыре стадии:

1. Понимание экспертной задачи, изучение предоставленных материалов дела.

2. Визуальное обследование участка и его замеры, а так же соседних зданий, которые расположены на этом участке, обозначение взаимного на их территории участка.

3. Выявление вариантов порядка пользования участком с учетом условий и ограничений, которые разработаны специальными правилами.

4. Итоги обследования документируются в текстовом формате.

Проблема информирования текста строительно-технического заключения в интерактивном режиме большинстве видов экспертиз. Автоматизированная информационная система сведения текста заключения для решения экспертных задач, которые относятся к разделам земельных участков. Она создает, чтобы учесть все первоочередные вопросы (данные).

Разумно, чтобы при проведении осмотра эксперты следовали следующим положениям, таким как:

1. «Методических рекомендаций по организации и проведению выборочных проверок качества строительства объектов».

2. «Классификатора основных видов дефектов в строительстве и промышленности строительных материалов».

3. «Рекомендаций о порядке осуществления государственного контроля за соблюдением требований строительных норм и правил при производстве строительного-монтажных работ на объектах производственного назначения».

Применение цифровых технологий в судебно-строительной экспертизе

Экспертиза выполняется в соответствии с требованиями нормативных документов действовавших по состоянию на исследуемый период осуществления строительной деятельности [8]. Многофункциональные и положительно зарекомендовавшие себя в практической стезе цифровые технологии, а также реализующие данный метод:

1. ЛИРА-САПР – это распространенный программный комплекс, который выполняет технологию информационного моделирования сооружения (BIM) и специализированный для расчета, проектирования строительных, а также для машиностроительных конструкций различного назначения.

2. MicroFE подсистема для расчета строительных конструкций здания, прошедший процедуры сертификации. Также проверка правильности решения задач статики (нелинейных и линейных), устойчивости и динамики. Данное программное обеспечение – это достижение в вычислительной механике и в расчетах строительных конструкций в понятном для инженера виде.

3. SCAD Система (SCAD Office) состоит из разных программ, созданных для выполнения расчетов прочности, проектирования разного вида, отображения и архивирования информации, а также назначения строительных конструкций.

4. Robot Millennium программный комплекс, который включает в себе основные тенденции и актуальные направления современных систем проектирования в строительстве. Методы, реализованные в комплексе, позволяют очень сильно уменьшить время решения задач, которые огромных размеров, при максимальном количестве принятых инженерных решений и все стороннем и глубоком анализе.

Вывод

Многофункциональный программный комплекс позволяет осуществить полный анализ результатов расчета. Использование автоматизированных систем дает возможность поднять уровень организации экспертного производства, предоставляет условия для освобождения эксперта-строителя. Таким образом, она предоставляет эксперту творческий простор мыслей и освобождает его от выполнения большого количества однотипных операций производимых расчетов, проведением графических построений [9]. Данный метод способствует повышению и улучшению качества обследования, и как следствие труд эксперта становится более востребованным.

Метод неопределенных ресурсных коэффициентов, представленный в виде интерактивного формирования графика поточной застройки градостроительного комплекса [10], позволяет осуществлять календарное планирование на основе описания объекта проектирования системой линейных неравенств и линейной целевой функции, позволяющих проводить оптимизацию и интерактивное варьирование основными параметрами расписания работ.

Литература

1. Рожкова А. Н. Назначение судебной экспертизы в сфере строительного производства / А. Н. Рожкова, В. С. Удовика, С. Ю. Нерозина // В сборнике: 70-я Международная студенческая научно-техническая конференция, посвященная 90-летию АИРХ-АТИРПиХ-АГТУ. Материалы. ФГБОУ ВО «Астраханский государственный технический университет». 2020.
2. Нерозина С. Ю. Роль и деятельность негосударственных экспертных учреждений при производстве судебной экспертизы / С. Ю. Нерозина, О. Г. Шальнев, А. Ю. Ключева, Е. В. Меркулова // В сборнике: Безопасность строительного фонда России. Проблемы и решения. Материалы Международных академических чтений. Под редакцией С.И. Меркулова. 2020. С. 276–282.
3. Шипилова И. А. Актуальность использования знаний эксперта-строителя при обследовании железобетонных конструкций / И. А. Шипилова, И. Р. Коробова // Строительство и недвижимость. 2020. № 3 (7). С. 48–54.
4. Околелова Э. Ю. Инновации в строительстве. Формирование эффективного инновационного портфеля на основе модели Марковица / Э. Ю. Околелова, М. А. Шибаева, К. Хассан // Цифровая и отраслевая экономика. 2020. № 1. С. 11–18.
5. Шальнев О. Развитие методического инструментария оценки инновационной активности в строительстве // В сборнике: Энергетическое управление муниципальными объектами и устойчивые энергетические технологии. Сборник трудов по материалам XXI Международной научной конференции. Воронеж, 2020. С. 69–73.
6. Круглякова В. М. Оценка недвижимости и судебная стоимостная экспертиза в России – проблемы и перспективы // В сборнике: Строительство и недвижимость: экспертиза и оценка. 2019. С. 95–105.
7. Околелова Э. Модели оценки рисков использования инновационных технологий в строительстве. Нанотехнологии и наноматериалы / Э. Околелова, М. Шибаева, О. Шальнев, А. Ефимьев // В сборнике: Энергетическое управление муниципальными объектами и устойчивые энергетические технологии. Сборник трудов по материалам XXI Международной научной конференции. Воронеж, 2020. С. 31–40.
8. Круглякова В. М. Производство экономической судебной экспертизы в строительстве и недвижимости – процессуальные особенности и информационное обеспечение / В. М. Круглякова, А. Ю. Ключева // Строительство и недвижимость. 2020. № 3 (7). С. 79–85.
9. Шипилова И. А. Анализ методов исследования судебной строительной-технической экспертизы / И. А. Шипилова, Э. Ю. Мартыненко, К. А. Федоровская // Строительство и недвижимость. 2020. № 1 (5). С. 32–38.
10. Мищенко В. Я. Новые технологии в строительной отрасли / В. Я. Мищенко, Е. П. Горбанева, А. А. Абраменко, А. Р. Файзи // В сборнике: Организация строительного производства. Материалы II Всероссийской научной конференции. 2020. С. 15–26.

УДК 624.05

Дмитрий Владимирович Топчий,
канд. техн. наук
Алексей Юрьевич Юргайтис,
ст. преподаватель
Александра Олеговна Желтая
(ФГБОУ «Национальный исследовательский
университет Московский государственный
строительный университет» (НИУ МГСУ))
E-mail: dvtopchiy0405@gmail.com,
aljurgaitis@gmail.com,
zheltayaalex@mail.ru

Topchiy Dmitry Vladimirovich,
PhD of Tech. Sci., Associate Professor
Yurgaitis Alexey Yurievich,
Associate Professor
Zeltaya Alexandra Olegovna
(Moscow State
University of Civil
Engineering)
E-mail: dvtopchiy0405@gmail.com,
aljurgaitis@gmail.com,
zheltayaalex@mail.ru

**ОСНОВНЫЕ ПРИНЦИПЫ УТВЕРЖДЕНИЯ ПРОЕКТНО-СМЕТНОЙ
ДОКУМЕНТАЦИИ НА ОБЪЕКТЫ КАПИТАЛЬНОГО СТРОИТЕЛЬСТВА,
РЕКОНСТРУКЦИИ И ПЕРЕПРОФИЛИРОВАНИЯ**

**BASIC PRINCIPLES FOR THE APPROVAL OF DESIGN ESTIMATES
FOR CAPITAL CONSTRUCTION PROJECTS,
RECONSTRUCTION AND CONVERSION**

Сегодня не только расширилась сфера применения экспертиз в связи с увеличением топологий объектов промышленного и гражданского строительства, их различного функционального назначения, но и по открытым данным федеральной и региональных экспертиз увеличилось количество подтверждений соответствия проектной документации и результатов инженерных изысканий, а также значительно усложнилась их структура. Целью работы являлась систематизация знаний об экспертизе проектной документации, результатов инженерных изысканий и подтверждения достоверности сметной стоимости при планировании проектных работ организатором строительства и главным инженером проекта: виды контрольных процедур и нормативной базы, особые условия прохождения для оптимизации работы руководителей проектов и сокращения сроков проекта в целом за счет рационализации процессов на этапе проектных работ. В настоящей статье авторы систематизировали и обобщили нормативно-техническую базу, на которой основывается процедура прохождения экспертизы проектной документации. В работе сформированы сводные таблицы, включающие в себя информацию о каждом виде экспертизы с требуемым форматом согласования проектно-сметной документации того или иного типа инвестиционно-строительного проекта. Данный материал может быть полезен сотрудникам проектных отделов, руководителям проектных работ (Главные инженеры проектов – ГИП), девелоперам инвестиционно-строительных проектов в целях оптимизации работы на стадии прохождения экспертизы проектно-сметной документации и оперативного перевода проекта в стадию фактической реализации (выполнения строительно-монтажных работ).

Ключевые слова: проектные работы, экспертиза проектной документации, ПСД, проектно-сметная документация, государственная экспертиза, негосударственная экспертиза, состав и содержание проектной документации.

Today, not only has the scope of application of examinations expanded in connection with the increase in the topologies of industrial and civil construction facilities, their various functional purposes, but also according to open data of federal and regional examinations, the number of confirmations of conformity of design documentation and the results of engineering surveys has increased, and their structure has become significantly more complicated. The purpose of the work was to systematize knowledge about the examination of project documentation, the results of engineering surveys and confirmation of the reliability of the esti-

mated cost when planning project work by the construction organizer and the chief engineer of the project: types of control procedures and regulatory framework, special conditions for passing through to optimize the work of project managers and reduce the time of the project as a whole by streamlining processes at the design stage. In this article, the authors have systematized and summarized the regulatory and technical base on which the procedure for passing the examination of project documentation is based. In the work, summary tables have been formed, which include information about each type of examination with the required format for coordinating design estimates for a particular type of investment and construction project. This material can be useful to employees of design departments, project managers (Chief Project Engineers - Chief Engineers), developers of investment and construction projects in order to optimize work at the stage of examination of design and estimate documentation and prompt transfer of the project to the stage of actual implementation (construction and installation works).

Keywords: project works, expertise of design documentation, design estimates, design estimates, state expertise, non-state expertise, composition and content of project documentation.

Введение

В настоящее время в Российской Федерации есть два подхода утверждения проектно-сметной документации: проведение экспертизы или получение утверждения заказчиков и застройщиков (рис. 1) [1].

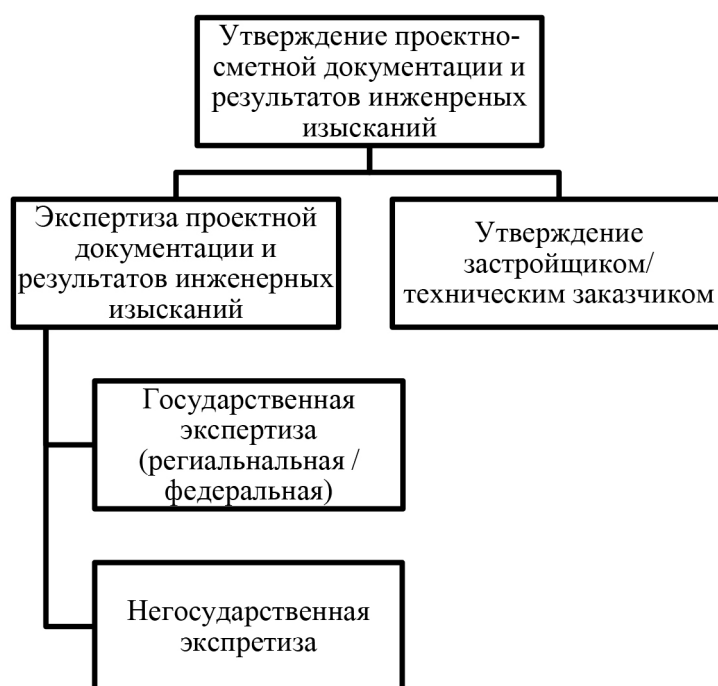


Рис. 10. Два подхода утверждения проектно-сметной документации

Государственная экспертиза в обязательном порядке проводится для определенных категорий объектов промышленного и гражданского назначения в соответствии с положениями федерального законодательства (Градостроительный кодекс РФ). В первую очередь, в этом контексте стоит выделить особо опасные, технически сложные и уникальные объекты. При этом вторым важным критерием отнесения объекта к обязательному прохождению государственной экспертизы проектной документации и результатов инженерных изысканий является источник финансирования – государственный бюджет или частные средства инвесторов. Так, например, если объект не уникальный (не соот-

ветствует критериям, определенным в том же Градостроительном кодексе РФ), но его строительство финансируется из государственного бюджета, то проектно-сметная документация обязательно должна проходить именно государственную экспертизу. В качестве исключения здесь можно отметить только следующее обстоятельство: экспертиза может не проводиться, если для строительства не требуется получения разрешения на строительство. Соответственно к объектам, документация которых может проходить негосударственную экспертизу относятся: объекты не бюджетного финансирования, объекты, не являющиеся государственной тайной, объекты технически не сложные, не уникальные. Данный подход используется, когда экспертиза по закону не требуется. Такая документация утверждается просто застройщиком или заказчиком, возможна в тех случаях, если объект: содержит меньше 3-х этажей, размером меньше 1500 м² по всей площади, а также объекты ИЖС (индивидуального жилищного строительства).

Материалы и методы

В настоящей статье авторы проанализировали и обобщили знания о возможных видах экспертизы позиции системного подхода для последующего формирования «дорожной карты» составления графика проектных работ и учета всех необходимых согласовываемых процедур, что позволит минимизировать риски срывов сроков выхода объекта в стадию строительно-монтажных работ. Сегодня в соответствии с действующей нормативно-правовой (табл. 1) и нормативно-технической базой подготовка проектной документации в обязательном порядке осуществляется в две принципиальные стадии. В рамках настоящей статьи остановимся на различных вариантах согласования и утверждения первой стадии – проектно-сметной документации (стадии «П»).

Таблица 1

Нормативно-правовое регулирование работ по подготовке проектно-сметной документации и прохождению градостроительной экспертизы (государственной и негосударственной)

№ п/п	Наименование нормативного документа	Утверждение и публикация нормативного документа	Соответствующие пункты, статьи и главы нормативного документа
1	Градостроительный кодекс Российской Федерации (с изменениями на 3 августа 2018 года) (редакция, действующая с 14 августа 2018 года) Кодекс РФ от 29.12.2004 № 190-ФЗ	Принявший орган: Государственная Дума Опубликован: Российская газета, № 290, 30.12.2004	Глава 6, ст. 47, 48, 49, 50
2	Постановление Правительства Российской Федерации № 87 «О составе разделов проектной документации и требованиях к их содержанию» (с изменениями на 21 апреля 2018 года)	Принявший орган: Правительство РФ Опубликован: Российская газета, № 41, 27.02.2008	Весь документ

№ п/п	Наименование нормативного документа	Утверждение и публикация нормативного документа	Соответствующие пункты, статьи и главы нормативного документа
3	Постановление Правительства РФ от 05.03.2007 № 145 «О порядке организации и проведения государственной экспертизы проектной документации и результатов инженерных изысканий» (с изменениями на 15 марта 2018 года)	Принявший орган: Правительство РФ Опубликован: Российская газета, № 52, 15.03.2007	Весь документ
4	Постановление Правительства РФ от 31.03.2012 № 272 «Об утверждении Положения об организации и проведении негосударственной экспертизы проектной документации и (или) результатов инженерных изысканий» (с изменениями на 12 июня 2017 года)	Принявший орган: Правительство РФ Опубликован: Собрание законодательства Российской Федерации, № 17, 23.04.2012, ст.1960	Весь документ
5	Федеральный закон от 23.11.1995 №174-ФЗ «Об экологической экспертизе» (с изменениями на 25 декабря 2018г.) (редакция, действующая с 1 января 2019 года)	Принявший орган: Государственная Дума Одобен Советом Федерации Опубликован: Собрание законодательства Российской Федерации, от 1995 г., № 48, ст.4556 Российская газета от 30.11.1995 г.	Весь документ
6	Федеральный закон от 25.06.2002 № 73-ФЗ «Об объектах культурного наследия (памятниках истории и культуры) народов Российской Федерации»	Принявший орган: Государственная Дума Одобен Советом Федерации Опубликован: Собрание законодательства Российской Федерации от 2002 г., № 26, ст.2519 «Российская газета» от 29.06.2002г. «Парламентская газета» от 29.06.2002г.	Весь документ
7	Приказ Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека Российской Федерации от 19.07.2007 № 224 «О санитарно-эпидемиологических экспертизах, обследованиях, исследованиях, испытаниях и токсикологических, гигиенических и иных видах оценок» (с изменениями на 16 ноября 2018г.)	Зарегистрирован Минюстом России 20 июля 2007 г. Регистрационный № 9866 Опубликован: Бюллетень нормативных актов федеральных органов исполнительной власти от 2007 г. , № 31	Весь документ

№ п/п	Наименование нормативного документа	Утверждение и публикация нормативного документа	Соответствующие пункты, статьи и главы нормативного документа
8	Приказ Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации от 12 августа 2014 г. № 549н г. Москва «Об утверждении Порядка проведения государственной экспертизы условий труда»	Зарегистрирован в Минюсте РФ 31 октября 2014 г. Регистрационный № 34545 Опубликован: Российская газета – Федеральный выпуск № 6532 (260) от 14 ноября 2014г.	Весь документ
9	Приказ Министерства Российской Федерации по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий от 14.06.2016 № 323 «Об утверждении Административного регламента Министерства Российской Федерации по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий исполнения государственной функции по осуществлению федерального государственного надзора в области защиты населения и территорий от чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера»	Зарегистрирован в Минюсте РФ 12 июля 2016 г. Регистрационный № 42814 Опубликован: Официальный интернет-портал правовой информации (www.pravo.gov.ru) от 13.07.2016 г. (№ 0001201607130010)	Весь документ
10	Приказ Ростехнадзора от 14.11.2013 № 538 «Об утверждении федеральных норм и правил в области промышленной безопасности «Правила проведения экспертизы промышленной безопасности» (с изменениями на 28 июля 2016г.)	Зарегистрирован в Минюсте РФ 26 декабря 2013 г. Регистрационный № 30855 Опубликован: Официальный интернет-портал правовой информации (www.pravo.gov.ru)	Весь документ

В ходе структуризации данных из нормативно-правовой и нормативно-технической баз, а также на основе исследований, описанных в ранних публикациях [2–11] и эмпирического опыта утверждения документации для объектов различного назначения была составлена вспомогательная табл. 2.

Способы утверждения проектно-сметной документации (ПСД)

№ п/п	Вид градостроительной экспертизы	Основные показания к прохождению и дополнительные комментарии
1	Экспертиза результатов инженерных изысканий	В соответствии с положениями нормативно-правовой базы (подробнее – см. табл. 1)
2	Градостроительная экспертиза. Экспертиза технической части проектной документации	В соответствии с положениями нормативно-правовой базы (подробнее – см. табл. 1)
3	Градостроительная экспертиза. Экспертиза технической части проектной документации (в отношении объектов инженерного обеспечения)	В соответствии с положениями нормативно-правовой базы (подробнее – см. табл. 1)
4	Градостроительная экспертиза. Подтверждение сметной стоимости проекта	Для бюджетных объектов (Адресное утверждение в бюджете и выделение лимитов денежных средств, включение объекта в адресную инвестиционную программу АИП)
5	Экологическая экспертиза	В соответствии с 174-ФЗ
6	Историко-культурная экспертиза	В случае отсутствия у соответствующего органа о наличии/отсутствии объектов культурного наследия на земельном участке. Экспертизе подлежит документация, содержащая результаты исследований, в соответствии с которыми определяется наличие или отсутствие объектов, обладающих признаками объекта культурного наследия, на земельных участках, подлежащих воздействию земляных или строительных работ
7	Утверждение Заказчиком инвестиционно-строительного проекта	При отсутствии регламентных требований к прохождению государственной или негосударственной экспертизы
8	Санитарно-эпидемиологическая экспертиза	деятельность по установлению соответствия (несоответствия) проектной и иной документации техническим регламентам, государственным санитарно-эпидемиологическим правилам и нормативам. На основании: <ul style="list-style-type: none"> ● предписания главных государственных врачей или их заместителей ● определений, вынесенных должностными лицами в соответствии с Кодексом Российской Федерации об административных правонарушениях ● заявления граждан, индивидуальных предпринимателей, юридических лиц
9	Экспертизы условий труда	На основании: <ul style="list-style-type: none"> ● обращений органов исполнительной власти, работодателей, их объединений, работников, профессиональных союзов, их объединений ● определений судебных органов ● представлений территориальных органов Федеральной службы по труду и занятости

№ п/п	Вид градостроительной экспертизы	Основные показания к прохождению и дополнительные комментарии
10	Экспертиза в области защиты населения и территорий от чрезвычайных ситуаций	Вид специализированной государственной экспертизы, деятельность экспертных органов, основная цель которой – выявление степени соответствия объектов экспертизы установленным нормам, стандартам и правилам в области защиты населения и территорий в чрезвычайных ситуациях, а также в области проектирования инженерно-технических мероприятий гражданской обороны (ИТМ ГО).
11	Экспертиза промышленной безопасности	При проведении экспертизы технических устройств выполняются: <ul style="list-style-type: none"> ● анализ документации, относящейся к техническим устройствам (включая акты расследования аварий и инцидентов, связанных с эксплуатацией технических устройств, заключения экспертизы ранее проводимых экспертиз) и режимам эксплуатации технических устройств (при наличии); ● осмотр технических устройств; ● расчетные и аналитические процедуры оценки и прогнозирования технического состояния технических устройств (в случаях, при которых проводится техническое диагностирование технических устройств)

При планировании проектных работ и определения сроков утверждающих процедур следует руководствоваться соответствующими утвержденными регламентами государственных структур или договорами с негосударственными экспертными организациями, однако, как показывает практика, зачастую важен сам факт определения необходимости проведения той или иной утверждающей процедуры (рис. 2).

Так, на первом этапе будет требоваться подробный анализ главным инженером проекта технико-экономических показателей объекта для уточнения критериев отнесения данного объекта к категории уникальных, технически сложных и так далее. При этом формирование итогового графика проектных работ с контрольными сроками согласований будет зависеть от положений заключенных договоров в случае негосударственной экспертизы, а при согласовании застройщиком документации на объект, в соответствии с градостроительным кодексом не требующим экспертизы вовсе, будет также требоваться создание группы аудита проектной документации в составе комплексной службы технического заказчика для оперативной верификации проектных решений.

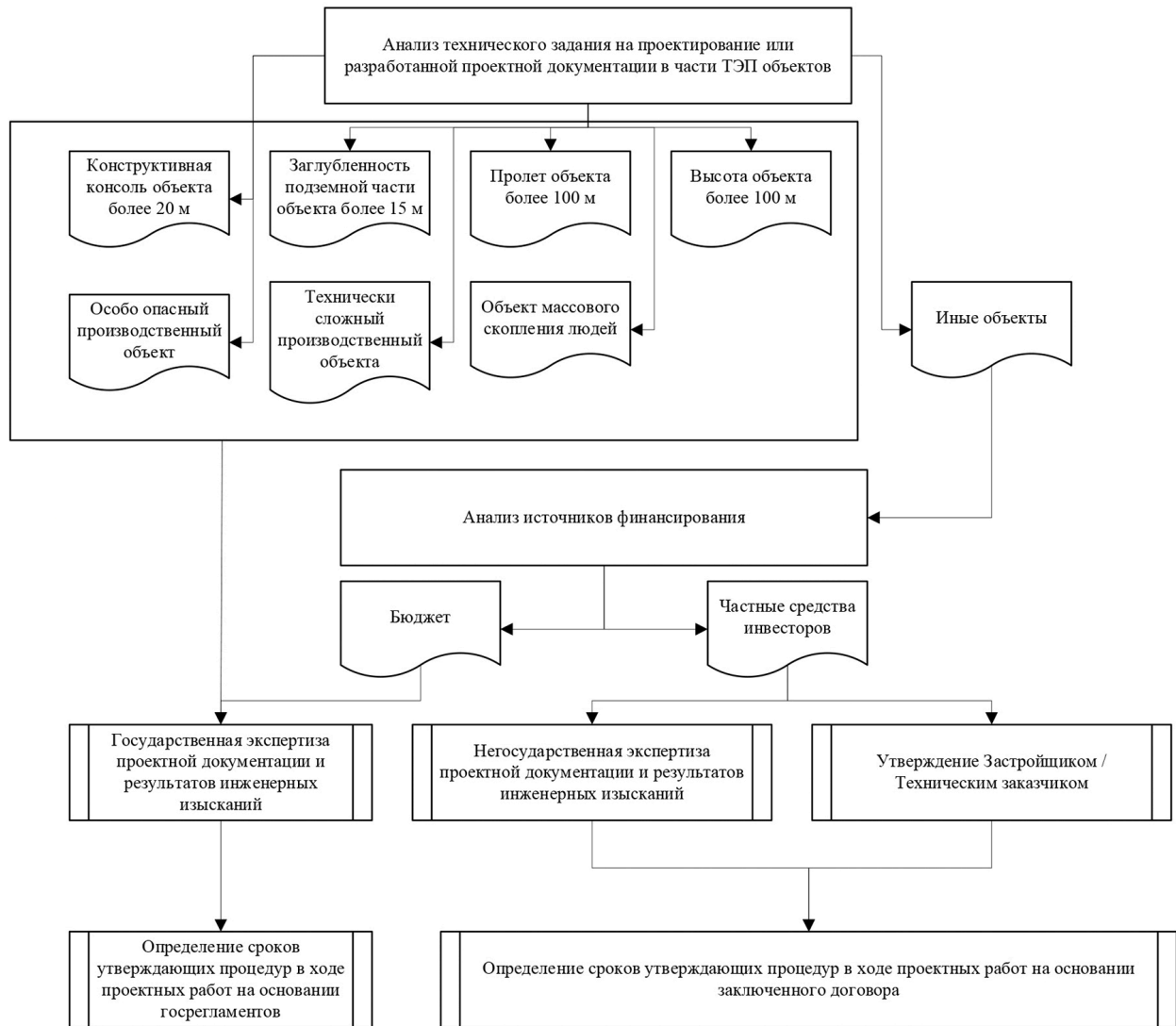


Рис. 11. Схема определения сроков утверждающих процедур при согласовании проектной документации и результатов инженерных изысканий

Выводы

Проектный этап является важной вехой развития инвестиционно-строительного проекта в целом, которая может содержать значительные временные и финансовые издержки в случае некорректного планирования согласовываемых процедур. Сводные таблицы, представленные выше, содержат в себе необходимую информацию об основных показателях к прохождению той или иной экспертизы, а также информацию о порядке ее проведения в соответствии с актуальной нормативно-правовой и нормативно-технической базой Российской Федерации. А составление методологической «дорожной карты» проекта в целом и в частности проектных работ и экспертизы такого проекта может являться простым инструментом нивелирования рисков задержек выхода объекта в стадию строительства за счет учета всех необходимых регламентных этапов, исключения избыточных процедур и рационального планирования проектной команды под руководством главного инженера проекта.

Литература

1. Topchiy D., Tokarskiy A. Formation of the organizational-managerial model of renovation of urban territories / Topchiy D., Tokarskiy A. // MATEC Web of Conferences 196(1):04029 January 2018, XXVII R-S-P Seminar 2018, Theoretical Foundation of Civil Engineering, <https://doi.org/10.1051/matecconf/201819604029>
2. Topchiy D.V., Shatrova A.I. Formation of a basic management strategy for a construction organization in the implementation of projects of redevelopment of major urban areas / Topchiy D., Shatrova A.I. // International Journal of Mechanical Engineering and Technology, 2018 International Journal of Mechanical Engineering and Technology (IJMET) Volume 9, Issue 4, April 2018, pp. 539–547, https://www.iaeme.com/MasterAdmin/uploadfolder/IJMET_09_04_061/IJMET_09_04_061.pdf
3. Topchiy D., Tokarskiy A. Designing of structural and functional organizational systems, formed during the re-profiling of industrial facilities. / Topchiy D., Tokarskiy A. // IOP Conference Series: Materials Science and Engineering, 2018, IOP Conference Series: Materials Science and Engineering, 365, 062005, 2018, <https://doi.org/10.1088/1757-899X/365/6/062005>
4. Захарова А. М., Авилова М. П. Экспертиза проектной документации BIM-проектов: характеристика и особенности // сборник научных трудов Всероссийской научно-практической конференции. Юго-Западный государственный университет. 2019. С 85–88.
4. Лapidус А. А. Влияние современных технологических и организационных мероприятий на достижение планируемых результатов строительных проектов // Технология и организация строительного производства. 2013. № 2. С. 1.
5. Лapidус А. А. Потенциал эффективности организационно-технологических решений строительного объекта // Вестник МГСУ. 2014. № 1. С. 175–180.
6. Воловик М. В. и др. Современные подходы к решению вопросов организационно-технологического проектирования / Воловик М. В., Ершов М. Н., Ишин А. В., Лapidус А. А., Лянг О. П., Теличенко В. И., Олейник П. П., Туманов Д. К., Фельдман О.А. // Технология и организация строительного производства. 2013. № 3. С. 10–16.
7. Лapidус А. А., Сайдаев Х. Л. А. Необходимость введения стандартов генподрядных организаций, как важнейший инструмент развития строительной отрасли // Техническое регулирование. Строительство, проектирование и изыскания. 2011. № 7. С. 36–39.
8. Теличенко В. Т. и др. Информационное моделирование технологий и бизнес-процессов в строительстве / Теличенко В. Т., Лapidус А. А., Морозенко А. А., Король Е. А., Сборщиков С. Б., Дмитриев А. Н. // М.: Ассоциация строительных вузов, 2008. 138 с.
9. Четвериков Н. П. Поэтапное внедрение технологий информационного моделирования (BIM) в строительной сфере // Строительные материалы, оборудование, технологии XXI века. 2014. № 5 (18). С. 33–36.
10. Бузырев В. В., Юденко М. Н. Управление качеством строительной продукции: учеб. Пособие. Ростов-н/Д: Феникс, 2007. 89 с.

УДК 658.5:624.05

Вараздат Самвелович Ерицян, студент
(Санкт-Петербургский государственный
архитектурно-строительный университет)
E-mail:eritcyan.varazdat@gmail.com

Varazdat Samvelovich Eritcyan, student
(Saint Petersburg State University
of Architecture and Civil Engineering)
E-mail:eritcyan.varazdat@gmail.com

ПРАКТИЧЕСКОЕ ПРИМЕНЕНИЕ 4D МОДЕЛИРОВАНИЯ И МЕТОДИКИ ОСВОЕННОГО ОБЪЕМА В ЦЕЛЯХ КОНТРОЛЯ ИНВЕСТИЦИОННО-СТРОИТЕЛЬНОГО ПРОЕКТА

PRACTICAL APPLICATION OF 4D MODELING AND EARNED VALUE METHODOLOGY TO CONTROL AN INVESTMENT AND CONSTRUCTION PROJECT

На данный момент информационное моделирование активно используют многочисленные компании, однако весь процесс чаще всего ограничивается параметризированной трехмерной моделью. Для полномасштабного применения данной технологии необходимо насыщать модель дополнительными параметрами, сроками, стоимостью и другими характеристиками. Необходимо помнить о практическом применении модели на строительной площадке, упрощению информационных потоков и процессов, что приведет к активному распространению и применению 4-6D технологий. Для начала необходимо выстроить методологию, которая охватывает различные стадии проекта и стандартизировать ее на уровне предприятий и частично государства.

Ключевые слова: 4D моделирование, 5D моделирование, BEP, MIDP, освоенный объем.

At the time of information modeling, this numerous companies are actively used, but this process is most often limited to a parameterized three-dimensional model. For the full-scale application of this technology, it is necessary to saturate the model with additional functions, terms, and other characteristics. It is necessary to remember about the practical application of the model at the construction site, simplification of information flows and processes, which will lead to the active dissemination and application of 4-6D technologies. To begin with, you need to build a methodology that covers the project stage and standardize it at the enterprise and partly state level.

Keywords: 4D modeling, 5D modeling, EIR, BEP, MIDP, BIM use, Earned Value.

Использование BIM-технологии способствует повышению экономической эффективности инвестиционно-строительных проектов. Особым достоинством инструментов BIM-технологии является тот факт, что модель объекта строительства, созданная с их помощью, не является статичной. При внесении изменений в геометрию или данные информационной модели обеспечивается одновременное автоматизированное обновление всех взаимосвязанных видов, данных, параметров и документов. Таким образом, BIM (от англ. Building Information Modeling – информационное моделирование зданий и сооружений) является процессом создания и управления информацией на всех стадиях жизненного цикла объекта строительства [1].

Первым шагом для внедрения 4D и 5D моделирования является обозначение вопросов на простом языке, так называемое PLQ. Например, заказчику необходимо знать реализуем ли проект финансово, и чтобы ответить на этот вопрос ему понадобится бюджет и план затрат.

Однако, по мере развития проекта, вопрос о финансовой реализуемости проекта можно разбить на серию более подробных вопросов на «простом языке». Например, на следующие блоки:

1. Затраты на приобретение.
2. Стоимость строительства.
3. Операционные затраты.
4. Налоги.
5. Затраты на страхование.
6. Затраты на финансирование.

Исходя из этого заказчик формирует список BIM USE (BIM задач), которые необходимо осуществить в ходе реализации проекта. После выбора данных задач формируются информационные требования заказчика – Employer's Information Requirements (EIR), в котором трактуются основные требования:

1. Коммерческо-договорные.
2. Организационно-управленческие.
3. Технические.

Основная цель EIR – описать сами требования к информации и то, как ей управлять в конкретном проекте. EIR по сути отражает то, что хочет получить заказчик: какую информацию, на каких этапах, и в каком формате [2].

После этого технический заказчик, уполномоченный производить инженерные изыскания, проектирование и строительство на основе EIR, формирует предконтрактный ВЕР (план выполнения BIM проекта).

В предконтрактном ВЕР обычно излагают предварительные планы развития, включая возможности, компетенцию и опыт потенциальных компаний, а также цели сотрудничества. После подписания контрактов формируется постконтрактный ВЕР, в котором обсуждают конкретную стратегию для результатов проекта, включая роли и обязанности, документацию (такую как MIDP), стандартные методы и процедуры (такие как обозначения, допуски и ИТ-системы).

Постконтрактный ВЕР – это план, по которому проектная команда точно знает что необходимо получить в конечном результате.

В постконтрактном ВЕР неотъемлемой частью является Основной план поставки информации (MIDP – Master Information Delivery Plan). Этот план является обязательной частью ВЕР. Он появляется после подписания контрактов поставщиками и определяет кто какую часть информации по проекту будет предоставлять в дальнейшем, когда она будет доставлена и какие протоколы будут использоваться на каждом этапе.

В MIDP входят такие результаты, как:

1. Модели, чертежи, визуализация.
2. Характеристики.
3. Оборудование.
4. Расписание.

Для полного внедрения технологии 4D и 5D моделирования необходима (рис. 1):

1. Разработка стратегии компании в области информационного моделирования (включая задачи использования BIM).

1. Проработка BIM процессов для отдельных BIM-задач (детальные карты).
2. Создание дорожной карты для поэтапного внедрения многомерного информационного моделирования.
3. Разработка стандартных требований в части BIM (в ТЗ с Заказчиком).
4. Обновление нормативных документов, требующих корректировки, при переходе на технологию 4D и 5D моделирования.

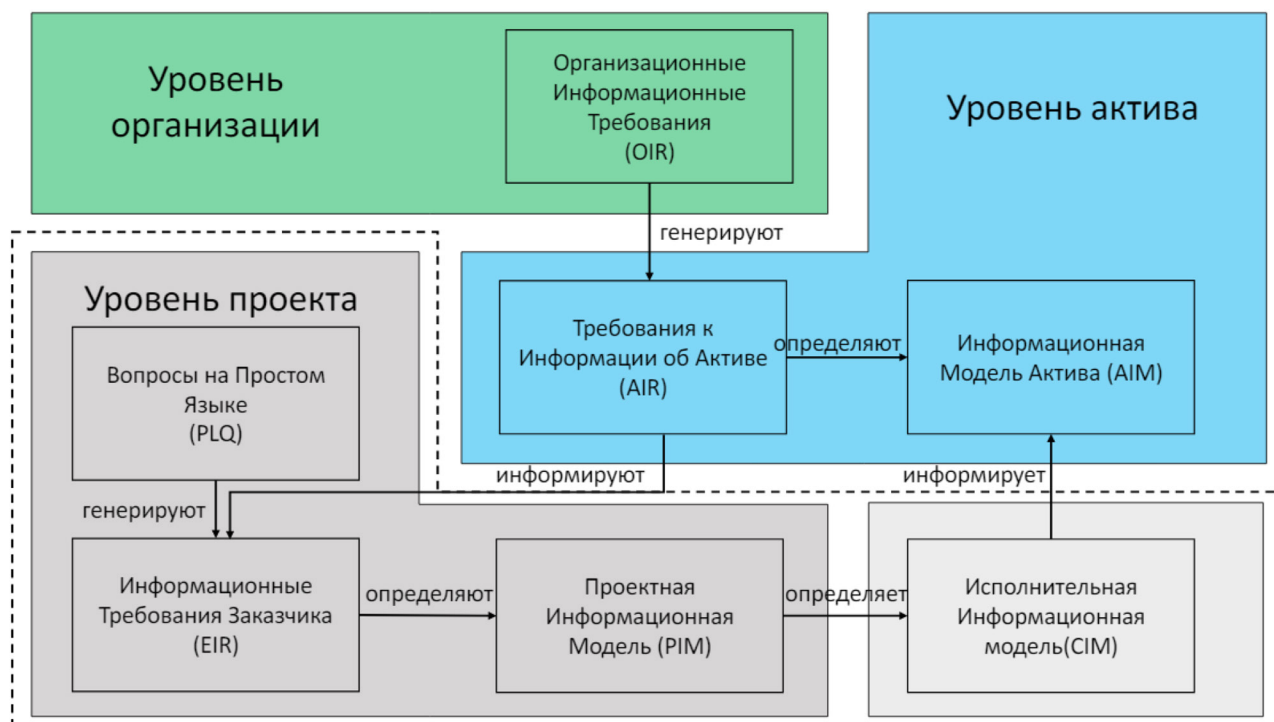


Рис. 1. Управление информацией об активах с использованием информационного моделирования строительных объектов

Наиболее целесообразно начинать процесс 4D моделирования с назначения элементов модели классификатора, в большинстве случаев используется Unifomat, вследствие чего происходит декомпозиция элементов 3D модели. Однако, возможно использование собственного классификатора предприятия под конкретные цели организации.

В программах для информационного моделирования очень удобно строить стены одним инструментом, а затем работать с ними, как с едиными объектами. А вот строителям, наоборот, это крайне неудобно, поскольку в жизни они сначала создают несущий каркас стены, а потом уже (обычно силами других специалистов) монтируют утеплитель и завершают отделку. Следовательно, все компоненты стены они должны отдельно (независимо) классифицировать и включать в 4D модель [3].

Для процесса 4D моделирования необходимо делить цельные элементы (стены, перекрытия, кровлю и т.д.) на отдельные частные фронты согласно предварительно настроенному календарному графику. Существует большое количество работ, которые из-за особенностей 3D моделирования сложно визуально указать в 4D модели.

Например, определенные сложности возникают в том, чтобы продемонстрировать такую работу, как обратная засыпка котлована - для неё необходимо смоделировать

3D геометрию, учитывая все геометрические характеристики. А для таких работ как гидроизоляция фундаментов или отделочные работы существует возможность визуально продемонстрировать их при помощи различных типов задач, которые настраиваются внутри Synchro Pro.

Далее в программной среде Synchro Pro создается WBS календарного графика проекта. Следует учитывать, что график должен быть объектно-ориентирован, т. е. каждая работа в графике должна быть привязана к 3D элементу.

4D в первую очередь визуальный контроль проекта, поэтому работы, связанные с отделкой, или работы, которые трудно визуально контролировать, должны быть исключены. В практическом применении чаще всего указывают строительно-монтажные работы и устройство инженерных сетей. Необходимо определить степень детализации графика, работы должны быть поделены на частные фронты (захватки) согласно требуемой детализации и принятым организационно-технологическим решениям.

Присутствуют определенные рекомендации для создания специализированного календарного графика в программной среде Synchro Pro (рис. 2):

1. Рекомендуются использовать специальные связи ФФ, СФ, СС в объеме не более 10 % от всех работ проекта, при возможности заменять такие связи применяя положительные или отрицательным лаги.

2. В графике должны присутствовать работы и уровни WBS, относящиеся ко всем разделам BIM-модели, таким как архитектура, инженерные системы, оборудование, металлоконструкции, если такие разделы участвуют при создании 4D модели.

3. Работа машин и различных подъемных механизмов должна указываться как тип операции: длинный или короткий гамак.

4. Для автоматизации процесса каждой работе необходимо назначить уникальный классификатор, который синхронизируется с 3D моделью при помощи скриптов.

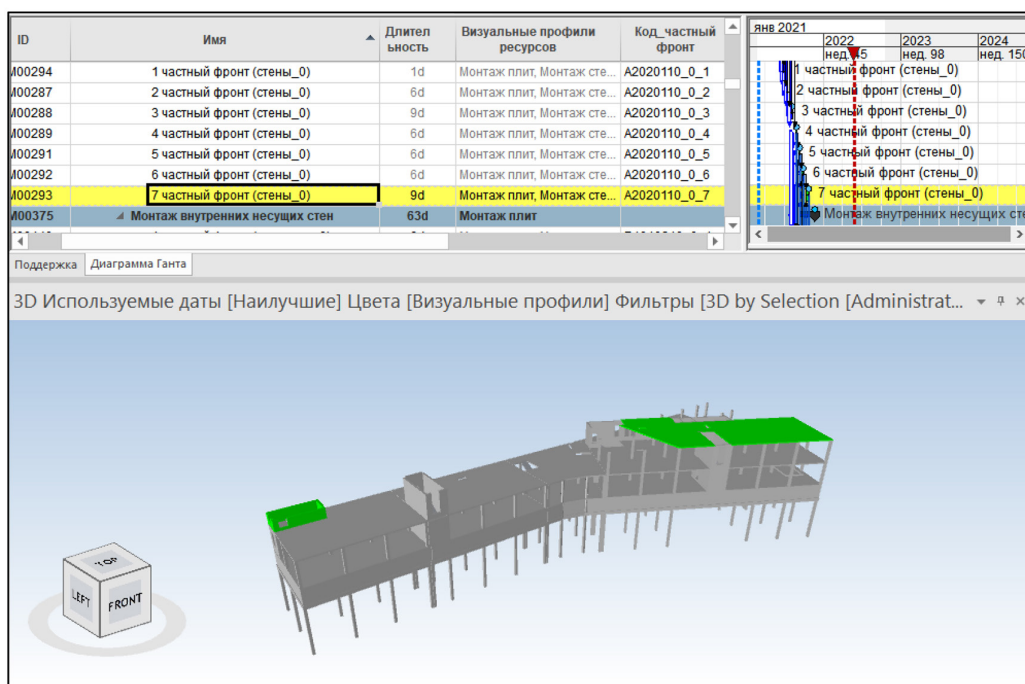


Рис. 2. Интерфейс программы Synchro pro

Использование различных визуальных профилей позволяет показать всевозможные типы работ и регулировать отображение элементов модели согласно фактически выполненным объемам на строительной площадке.

Одной из особенностей 4D моделирования является тот факт, что появляется совершенно новый тип ресурсов для календарного планирования - пространственный. На каждую работу назначаются материальные (3D ресурсы), технические, трудовые и пространственные ресурсы, за счет чего реализуется выявление пространственно-временных коллизий, связанные с движением технических, материальных и трудовых ресурсов на строительной площадке.

Synchro Pro позволяет частично исполнить 5D моделирование на основе методики освоенного объема.

Метод освоенного объема – серьезная аналитическая методология, позволяющая оценить выполнение проектных работ по трём основным областям: содержание, сроки, стоимость. Вспомогательным инструментом для решения задачи мониторинга статуса проекта является диаграмма Ганта. Идеология EV (англ. Earned Value, метод освоенного объема) основана на вычислении и сравнении между собой трех стоимостных характеристик проекта на некоторую дату контроля:

1. Плановый объем (плановая стоимость запланированных работ, ПСЗР, англ. Budget Cost of Work Scheduled, BCWS, Planned Value, PV) – бюджетная стоимость работы, которая согласно расписания должна быть выполнена в результате операции или элемента ИСР к определенному сроку.

2. Освоенный объем (плановая стоимость выполненных работ, ПСВР, англ. Budget Cost of Work Performed, BCWP, Earned Value, EV) – указанный в бюджете объем работы, действительно выполненный в результате плановой операции или элемента ИСР в течение определенного отрезка времени.

3. Фактическая стоимость (фактическая стоимость выполненных работ, ФСВР, англ. Actual Cost of Work Performed, ACWP, Actual Cost, AC) – общая стоимость выполнения работы в результате плановой операции или элемента ИСР в течение определенного периода времени [4].

Значительное преимущество информационного моделирования – автоматизированное получение объемов материалов на основе 3D модели, которая подвергается постоянным изменениям и правкам. Дальнейшая привязка материалов к 4D модели позволяет регулировать график поставки материалов согласно потребностям (рис. 3).

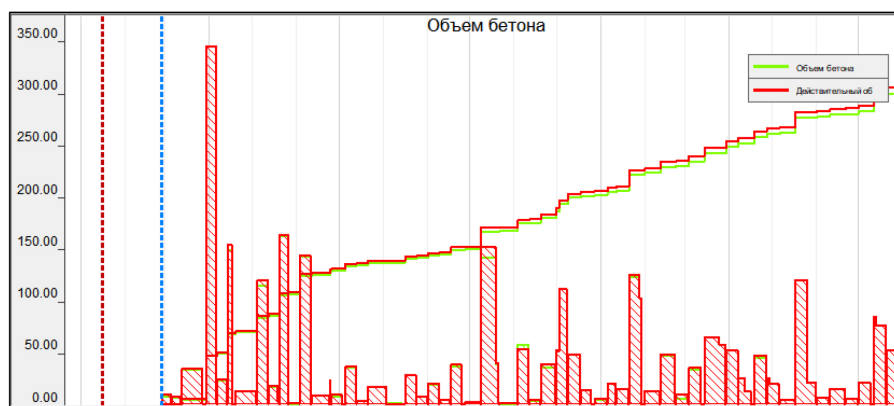


Рис. 3. Диаграмма фактического и планового объема бетона на основе 3D модели

После чего при назначении стоимостей трудовых, материальных и технических ресурсов формируется первоначальный график освоенного объема, в котором указываются целевые значения согласно промежуткам времени. График отклоняется от целевых значений, заданных первоначально, при внесении изменений в стоимости ресурсов и в статусы работ – формируются кривые AC, PV и EV (рис. 4).

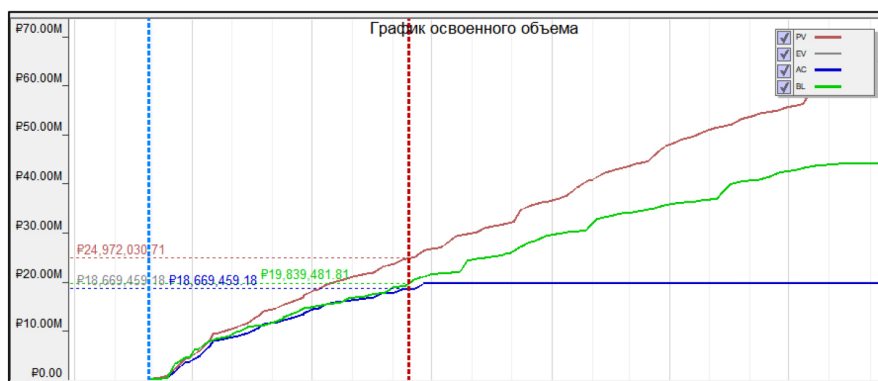


Рис. 4. График освоенного объема

Исходя из данных показателей AC, PV и EV Synchro Pro в автоматическом режиме рассчитывает показатели, связанные с освоенным объемом, что позволяет осуществлять полноценный контроль за инвестиционно-строительным проектом.

Несмотря на то, что в настоящее время 4D моделирование недостаточно распространено в практике строительства, известен положительный опыт применения данного инструментария и в нашей стране. Для определения пространственно-временных коллизий при строительстве системы водохранилищ, где нужно было решить задачу составления плана заливки более 30 тысяч бетонных плит по грунту в шахматном порядке, обеспечив беспрепятственный проезд строительной техники к каждой из захваток с любой стороны [5].

Применяя 4D моделирование и методику освоенного объема (5D), в значительной степени повышается качество контроля проекта, что в результате дает возможность корректировать ход проекта до возникновения неблагоприятных последствий (выраженные срывами сроков и бюджета). Главная сложность внедрения – это формирование принципиально новых подходов внутри компании.

Литература

1. Войтова, Ж. Н. Инструменты построения модели строительного объекта в BIM-технологиях / Ж. Н. Войтова, Т. П. Малютин // Вестник Донбасской национальной академии строительства и архитектуры, 2019. С 33–37.
2. Employer's Information Requirements (EIR) URL: https://www.designingbuildings.co.uk/wiki/Employer%27s_information_requirements_EIR (дата обращения: 20.03.2021).
3. Талапов В. В. Технология BIM и классификаторы URL: https://isicad.ru/ru/articles.php?article_num=17474 (дата обращения: 09.03.2020).
4. Метод освоенного объема и проблемы его использования для анализа статуса проекта URL: <https://forpm.ru/%D0%BC%D0%B5%D1%82%D0%BE%D0%B4-%D0%BE%D1%81%D0%B2%D0%BE%D0%B5%D0%BD%D0%BD%D0%BE%D0%B3%D0%BE-%D0%BE%D0%B1%D1%8A%D0%B5%D0%BC%D0%B0-3/> (дата обращения: 09.03.2021).
5. Бовтеев С. В., Ханова Л. Р. Опыт применения технологий информационного моделирования в проектировании и организации строительства // Всероссийская конференция «Организация строительного производства». 2021. С 55–67 с.

СЕКЦИЯ ТЕХНОЛОГИИ СТРОИТЕЛЬНОГО ПРОИЗВОДСТВА

УДК 629

Данил Александрович Ерин, студент
Альфия Наильевна Нагманова,
канд. экон. наук, доцент
(Санкт-Петербургский государственный
архитектурно-строительный университет)
E-mail: erindanya@gmail.com,
9500019142@mail.ru

Danil Alexandrovich Erin, student
Alfiya Nailevna Nagmanova,
PhD of Economics, Associate Professor
(Saint Petersburg State University
of Architecture and Civil Engineering)
E-mail: erindanya@gmail.com,
9500019142@mail.ru

ОЦЕНКА ЭКОНОМИЧЕСКОЙ ЦЕЛЕСООБРАЗНОСТИ МОНОЛИТНОГО ПЛИТНОГО ФУНДАМЕНТА С ДОПОЛНИТЕЛЬНЫМИ РЕБРАМИ ЖЕСТКОСТИ

ASSESSMENT OF ECONOMIC PERFORMANCE OF A MONOLITHIC PLATE FOUNDATION WITH ADDITIONAL RIGID RIBS

Экономическая целесообразность в строительстве является одним из главных параметров. Успешная реализация любого проекта во многом зависит от рационального использования финансовых средств. Данный факт ставит перед нами вопрос о выборе наиболее экономичной технологии производства работ. В данной статье рассматривается технология устройства монолитного плитного фундамента с дополнительными ребрами жесткости в сравнении с «классической» технологией устройства монолитного плитного фундамента. Сравнение выполняется по трудоемкости и стоимости выполнения работ. Выявляются преимущества и недостатки технологий, делается вывод об экономической целесообразности использования технологии.

Ключевые слова: экономика, фундаменты, технология, армирование, бетонирование, фундаментная плита.

Economic viability in construction is one of the main parameters. The successful implementation of any project largely depends on the rational use of financial resources. This fact raises before us the question of choosing the most economical technology for the production of work. This article discusses the technology of a monolithic slab foundation with additional stiffeners in comparison with the “classical” technology of a monolithic slab foundation. The comparison is carried out in terms of labor intensity and cost of work. The advantages and disadvantages of technologies are revealed, a conclusion is made about the economic feasibility of using the technology.

Keywords: economics, foundations, technology, reinforcement, concreting, foundation slab.

«Классический» монолитный плитный фундамент представляет собой сплошную плиту, которая располагается по всей площади здания (рис. 1).

Она воспринимает нагрузку, поступающую на нее от конструкции, и равномерно распределяет ее по поверхности грунта [1]. Данный тип фундамента является одним из самых надежных, но в тоже время одним из самых дорогих и трудозатратных.

Монолитный плитный фундамент с ребрами жесткости представляет собой монолитную плиту с дополнительными ребрами жесткости [2], расположенными по периметру здания (рис. 2). Ребра жесткости – это выступы, напоминающие бетонную ленту, но

не с прямоугольным, а с трапецевидным сечением. Благодаря ребрам жесткости, плитный фундамент получает следующие преимущества:

- Снижается расход бетона;
- Снижается расход арматуры;
- Повышается устойчивость фундамента к деформирующим нагрузкам.

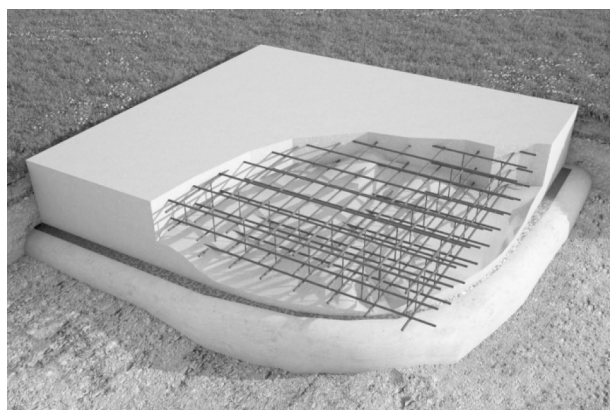


Рис. 1. Монолитный плитный фундамент

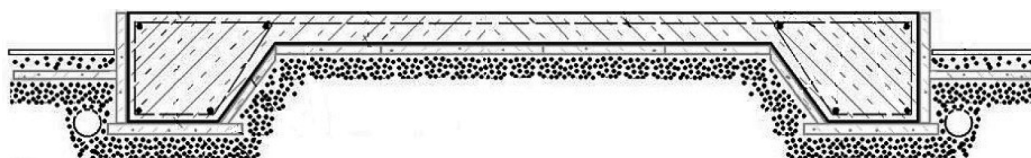


Рис. 2. Монолитный плитный фундамент с ребрами жесткости

Рассмотрим технологическую последовательность устройства «классического» монолитного плитного фундамента и монолитного плитного фундамента дополнительными ребрами жесткости. Технология устройства состоит из операций, представленных в табл. 1.

Таблица 1

Технологическая последовательность устройства «классического» монолитного плитного фундамента и монолитного плитного фундамента с дополнительными ребрами жесткости

№ п/п	«Классический» монолитный плитный фундамент	Монолитный плитный фундамент с дополнительными ребрами жесткости
1	2	3
1	Разметка местности и вынос осей	
2	Разработка котлована	
3	Устройство подушки под фундамент	
4	Устройство гидроизоляции	
5	Устройство опалубки плиты	Устройство опалубки под ребра жесткости и опалубки плиты
6	Монтаж арматурного каркаса	

№ п/п	«Классический» монолитный плитный фундамент	Монолитный плитный фундамент с дополнительными ребрами жесткости
1	2	3
7	Укладка бетонной смеси	
8	Набор прочности бетоном	
9	Распалубка	
10	Устройство гидро и теплоизоляции	

Составим сравнительные таблицы. Сравним трудоемкость устройства и стоимость устройства «классического» монолитного плитного фундамента [3] и монолитного фундамента с дополнительными ребрами жесткости. В качестве исходных данных (табл. 2) принимаем фундамент с габаритными размерами 33,3×15,7×0,4 м. В графе 4 табл. 1 представлены исходные данные «классического» монолитного плитного фундамента, в графе 5 табл. 1 – монолитного плитного фундамента с дополнительными ребрами жесткости.

Таблица 2

**Исходные данные «классического» монолитного плитного фундамента
и монолитного плитного фундамента с дополнительными ребрами жесткости**

№ п/п	Характеристика	Ед. изм.	«Классический» монолитный плитный фундамент	Монолитный плитный фундамент с дополнительными ребрами жесткости
1	2	3	4	5
1	Длина	м	33,3	33,3
2	Ширина	м	15,7	15,7
3	Высота	м	0,4	0,4
4	Высота в промежутке между ребрами	м		0,2
5	Ширина ребра	м		0,35
6	Габаритные размеры	м	33,3×15,7	33,3×15,7
7	Периметр фундаментной плиты	м	98	98
8	Площадь подошвы	м ²	523	523
9	Площадь боковой поверхности	м ²	39	33
10	Толщина плиты	мм	400	400/200
11	Класс бетона		B25(M350)	B25(M350)
12	Объем бетона	м ³	209,12	111,56
13	Тип арматуры		Металлическая	Металлическая
14	Вес арматуры A500 d = 16 мм	т	19,24	10,26

№ п/п	Характеристика	Ед. изм.	«Классический» монолитный плитный фундамент	Монолитный плитный фундамент с дополнительными ребрами жесткости
1	2	3	4	5
15	Вес арматуры А240 d = 8 мм	т	4,81	2,57
16	Объем котлована h = 2 м	м ³	1 150,60	1 150,60
17	Объем песчаной подушки толщ. 200 мм	м ³	104,6	104,6
18	Объем щебеночной подушки М1200 фракции 20–40 толщ. 200 мм	м ³	104,6	104,6

Для определения экономической целесообразности проведем сравнение по трудоемкости (табл. 3) и стоимости работ (табл. 4) «классического» монолитного плитного фундамента и монолитного плитного фундамента с дополнительными ребрами жесткости [4]. Стоимость зафиксирована в ценах марта 2021 г.

Из полученных в таблице 3 результатов видим, что общая трудоемкость монолитного плитного фундамента с дополнительными ребрами жесткости (73,72) меньше общей трудоемкости «классического» монолитного плитного фундамента (91,13) на 19 %. Сокращение трудоемкости работ связано с уменьшением объема бетонирования, массы закладываемой арматуры, а также площади гидроизоляции боковой поверхности фундамента, соприкасающегося с грунтом [5].

Из полученных в табл. 4 результатов видим, что общая стоимость монолитного плитного фундамента с дополнительными ребрами жесткости (4 990 721,85 руб. с НДС – 20 %) меньше общей стоимости «классического» монолитного плитного фундамента (6 319 778,10 руб. с НДС – 20%) на 21 %.

Таблица 3

Сравнительная таблица трудоемкости «классического» монолитного плитного фундамента и монолитного плитного фундамента с дополнительными ребрами жесткости

№	Наименование	Трудоемкость «классического» монолитного плитного фундамента		Трудоемкость монолитного плитного фундамента с дополнительными ребрами жесткости	
		Чел-дни	Маш-см	Чел-дни	Маш-см
1	2	6	7	6	7
1	Срезка растительного слоя бульдозером	-----	0,12	-----	0,12
2	Планировка территории бульдозером мощностью 79 кВт (108 л.с.)	-----	0,01	-----	0,01
3	Разработка грунта под устройство котлована с погрузкой на автомобили-самосвалы с экскаватором обратная лопата с объемом ковша 0,65 м ³ (група грунта 2)	-----	3,48	-----	3,48

№	Наименование	Трудоемкость «классического» монолитного плитного фундамента		Трудоемкость монолитного плитного фундамента с дополнительными ребрами жесткости	
		Чел-дни	Маш-см	Чел-дни	Маш-см
1	2	3	4	5	6
4	Доработка грунта вручную (группа грунта II)	12,75	-----	12,75	-----
5	Устройство песчаного основания котлована h = 0,2 м с уплотнением	1,37	-----	1,37	-----
6	Устройство прослойки из геотекстиля Дорнит 250 г/м ²	2,01	-----	2,01	-----
7	Устройство щебеночного основания h = 0,20 м с уплотнением	2,75	-----	2,75	-----
8	Устройство бетонной подготовки h = 0,10 м	0,49	-----	0,49	-----
9	Установка опалубки	3,02	-----	2,56	-----
10	Устройство арматурного каркаса	25,85	-----	13,79	-----
11	Подача бетонной смеси	1,59	-----	0,85	-----
12	Бетонирование	8,63	-----	4,60	-----
13	Демонтаж опалубки	0,73	-----	0,62	-----
14	Гидроизоляция поверхностей, соприкасающихся с грунтом, 2 слоями битумной мастики	0,08	-----	0,07	-----
15	Засыпка котлована с перемещением песка до 10 м бульдозерами мощность 59 кВт (80 л.с.) (группа грунтов I)	-----	0,45	-----	0,45
16	Засыпка песка вручную с трамбованием (группа грунтов I)	4,83	-----	4,83	-----
17	Уплотнение песка пневматическими трамбовками (группа грунтов I)	22,97	-----	22,97	-----
18	Итого трудоемкость:	87,07	4,06	69,66	4,06
		91,13		73,72	

Сокращение стоимости работ связано с уменьшением объема бетонирования, массы закладываемой арматуры, а также площади гидроизоляции боковой поверхности фундамента, соприкасающегося с грунтом.

Сравнительная таблица стоимости «классического» монолитного плитного фундамента и монолитного плитного фундамента с дополнительными ребрами жесткости

№ п/п	Наименование работ	Стоимость, руб. с НДС – 20 %	
		«Классический» монолитный плитный фундамент	Монолитный плитный фундамент с дополнительными ребрами жесткости
1	2	3	4
1. Разработка грунта			
1	Срезка растительного слоя	169 975,00	169 975,00
2	Планировка площадей бульдозером мощностью 79 кВт (108 л.с.)	44 193,50	44 193,50
3	Разработка грунта под устройство котлована с погрузкой на автомобили-самосвалы с экскаватором обратная лопата с объемом ковша 1.2 м ³ (группа грунта 2)	428 860,00	428 860,00
4	Доработка грунта вручную (группа грунта II)	62 760,00	62 760,00
5	Вывоз грунта на полигон ТБО на расстояние 35 км с утилизацией	869 853,60	869 853,60
2. Устройство фундамента			
6	Устройство песчаного основания котлована h = 0,2 м с уплотнением	41 840,00	41 840,00
7	<i>Песок природный для строительных растворов средний 2-2,5 Мк, 30–45 % (коэффициент расхода K = 1,1)</i>	69 036,00	69 036,00
8	Устройство прослойки из геотекстиля Дорнит 250 г/м ²	20 920,00	20 920,00
9	<i>Геотекстиль Дорнит 250 г/м² (коэффициент расхода K = 1,1)</i>	25 888,50	25 888,50
10	Устройство щебеночного основания h = 0,20 м с уплотнением	62 760,00	62 760,00
11	<i>Щебень из гравия для строительных работ 40–20 мм М1200 (коэффициент расхода K = 1,1)</i>	161 084,00	161 084,00
12	Устройство бетонной подготовки h = 0,10 м	99 370,00	99 370,00
13	<i>Бетон тяжелый, класс В7,5 (М100) (коэффициент запаса K = 1,05)</i>	164 745,00	164 745,00
14	Устройство гидроизоляции оклеечной рулонными материалами	94 140,00	94 140,00
15	<i>Изопласт ЭПП (коэффициент нахлеста K = 1,1)</i>	115 060,00	115 060,00
16	Устройство фундаментных плит железобетонных: плоских	627 372,00	334 665,00
17	<i>Бетон тяжелый, класс В25 (М350) (коэффициент запаса K = 1,05)</i>	1 097 901,00	585 663,75

№ п/п	Наименование работ	Стоимость, руб. с НДС – 20 %	
		«Классический» монолитный плитный фундамент	Монолитный плитный фундамент с дополнительными ребрами жесткости
1	2	3	4
18	Арматурная сталь А500С 14 мм	1 000 480,00	533 520,00
19	Арматурная сталь А240С 8 мм	120 250,00	64 250,00
20	Гидроизоляция поверхностей, соприкасающихся с грунтом, 2 слоями битумной мастики	5 850,00	4 950,00
21	Битумы нефтяные строительные марки БН-90/10 (расход 1 кг/м ² на 2 слоя)	1 638,00	1 386,00
3. Обратная засыпка			
22	Засыпка котлована с перемещением песка до 10 м бульдозерами мощность 59 кВт (80 л.с.) (группа грунтов I)	337 858,00	337 858,00
23	Песок природный для строительных растворов средний 2–2,5 Мк, 30–45 % (коэффициент расхода К = 1,1)	557 465,70	557 465,70
24	Засыпка песка вручную с трамбованием (группа грунтов I)	22 227,50	22 227,50
25	Песок природный для строительных растворов средний 2–2,5 Мк, 30–45 % (коэффициент расхода К = 1,1)	29 340,30	29 340,30
26	Уплотнение песка пневматическими трамбовками (группа грунтов I)	88 910,00	88 910,00
27	Итого:	6 319 778,10	4 990 721,85

Для наглядности полученных результатов, на рис. 3 представлены кривые продолжительности выполнения работ «классического» монолитного плитного фундамента и монолитного плитного фундамента с дополнительными ребрами жесткости. На рис. 4 представлена аналитическая диаграмма стоимости отдельных технологических операций при устройстве фундаментов.

В результате исследования выявлено, что трудоемкость и стоимость технологии устройства монолитного плитного фундамента с дополнительными ребрами жесткости более экономически целесообразна, чем технология устройства «классического» монолитного плитного фундамента.

Рассмотренная в данной статье технология позволяет сократить время производства работ (рис. 3), а также уменьшить количество требуемых строительных материалов. Благодаря этому снижается общая стоимость устройства фундамента (рис. 4). На основании данных преимуществ можно сделать вывод о том, что технология устройства монолитного плитного фундамента с дополнительными ребрами жесткости является

наиболее приемлемой и может использоваться при строительстве домов малоэтажной постройки: коттеджей, комбинированных секционных домов – таунхаусов.

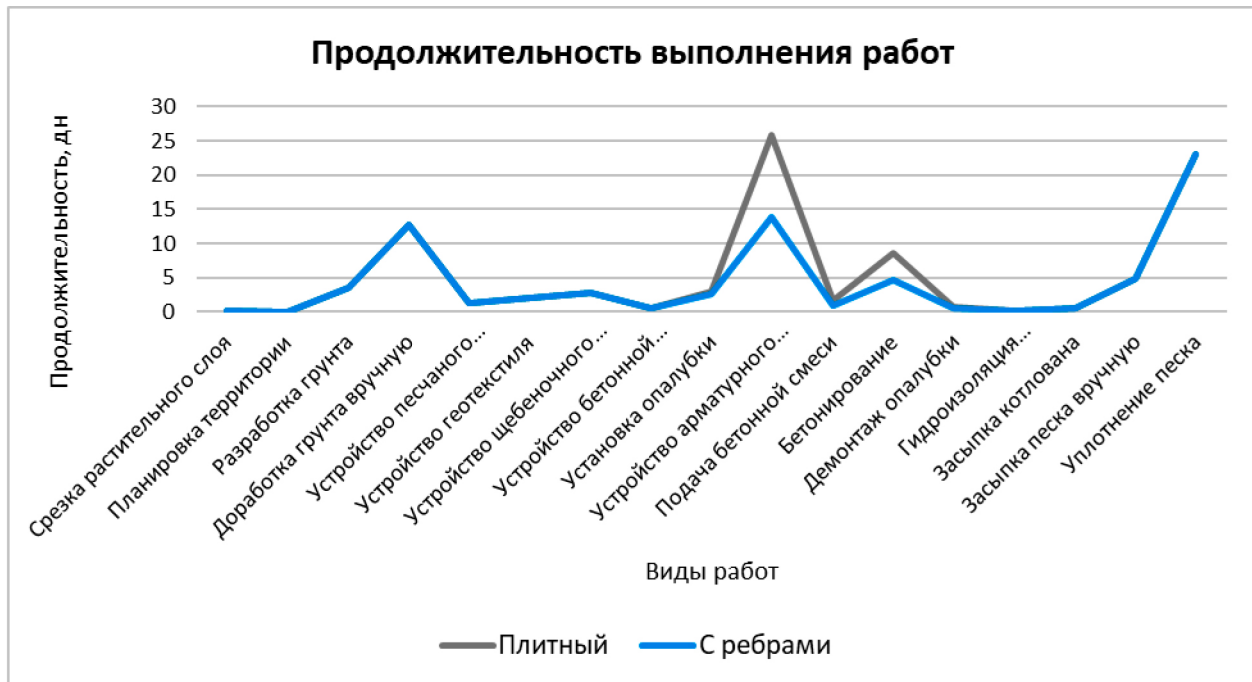


Рис. 4. Сравнение стоимости

Литература

1. Мангушев Р. А., Карлов В. Д., Сахаров И. И., Осокин А. И. Основания и фундаменты. М.: АСВ, 2012. 356 с.
2. Справочник геотехника. Основания, фундаменты и подземные сооружения / под общ. ред. В. А. Ильичева, Р. А. Мангушева. М.: АСВ, 2014. 728 с.
3. Пойта, П. С. Основания и фундаменты: учебное пособие / П. С. Пойта, П. В. Шведковский, Д. Н. Клебанюк. – Минск: Вышэйшая школа, 2020. – 400 с.
4. Берлинов М. В. Основания и фундаменты: Учебник. 4-е изд., испр. – СПб.: Издательство Лань, 2011. – 320 с.
5. Полищук А. И. Основания и фундаменты, подземные сооружения: учебник / А. И. Полищук. – 2-е изд., доп. – Москва: АСВ, 2020. – 498 с.

УДК 693.55; 69.001.5

Альфия Наильевна Нагманова,

канд. экон. наук, доцент

Иван Олегович Лебедев, студент

(Санкт-Петербургский государственный
архитектурно-строительный университет)

E-mail: 9500019142@mail.ru,

lebedev.ivan14@mail.ru

Alfiya Nailiyevna Nagmanova,

PhD of Economics, Associate Professor

Ivan Olegovich Lebedev, student

(Saint Petersburg State University
of Architecture and Civil Engineering)

E-mail: 9500019142@mail.ru,

lebedev.ivan14@mail.ru

«TOP-DOWN» – ИННОВАЦИЯ В ПОДЗЕМНОМ СТРОИТЕЛЬСТВЕ

„TOP-DOWN“ – INNOVATION IN UNDERGROUND CONSTRUCTION

В данной статье будет рассказано о новой технологии подземного строительства в стесненных условиях «Top-Down». Основные методы и способы укрепления стенок котлована виды применяемых свай и преимущества и недостатки данного метода.

Ключевые слова: Top-Down, стена в грунте, подземное строительство, стеснённые условия, развитие города.

This article will tell you about the new technology of underground construction in cramped conditions «Top-Down». The main methods and methods of strengthening the walls of the pit types of piles used and the advantages and disadvantages of this method.

Keywords: «Top-Down», wall in the ground, underground construction, cramped conditions, more developed cities.

Неизбежность возведения зданий в условиях плотной застройки с примыкающими к строительному объекту коммуникаций, стала причиной появления новых технологий [1]. Другой причиной востребованности инновационных подходов к строительству является максимальное использование территории застройки, для возведения подземной части здания, которая в основном выполняет роль парковки в несколько уровней.

Технология Top-Down позволяет решить многие проблемы, стоящие перед современными городами.

Рассмотрим этапы возведения здания по технологии «Top-Down».

1 этап «Стена в грунте» [2] необходим для:

- Укрепление откосов котлована
- Наружные стены подземных этажей
- Уменьшение площади строительной площадки
- Защита подземной части от проникновения воды на момент возведения
- Уменьшение воздействий на близь лежащие здания

На рисунке 1. представлено возведение «Стены в грунте».

Основная оснастка: стропы

Основная техника: Экскаватор грейфер, самосвалы, самоходный кран, бетононасос, автобетоносмеситель.

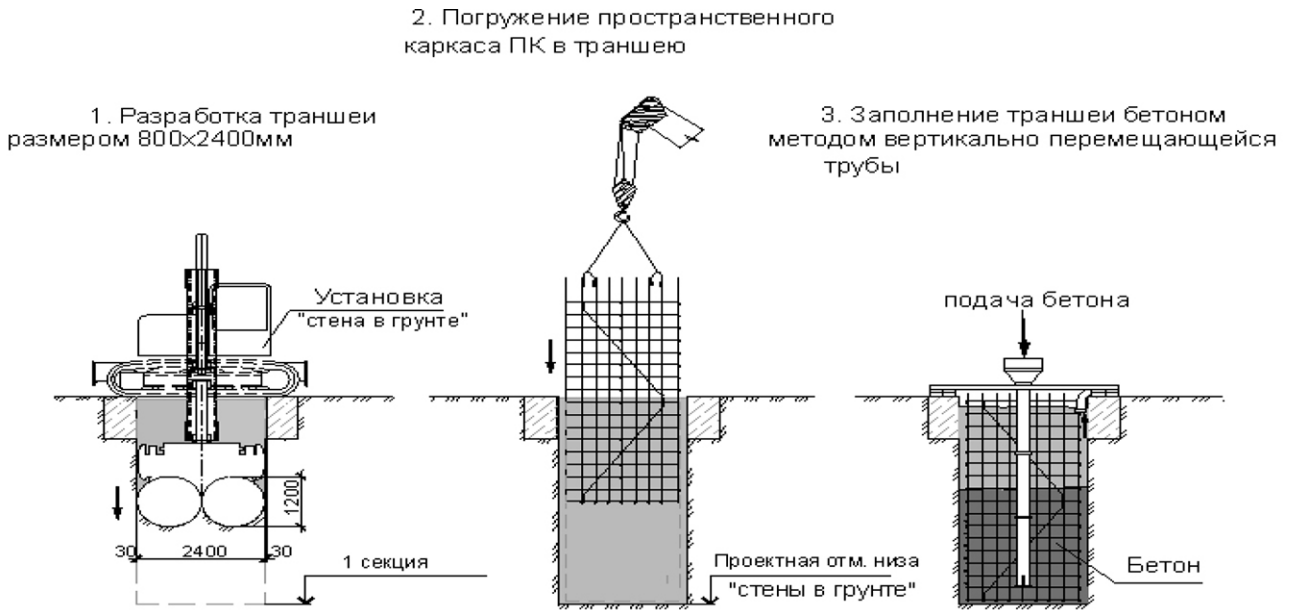


Рис. 1. Возведение «Стены в грунте»

2 этап. Устройство свайного основания.

Способы устройства свайного фундамента:

- Буронабивные сваи с обсадными трубами
- Трубобетонные сваи
- Устройство свай методом «JET GROUTING»

Основная оснастка: Обсадные трубы (опалубка), стропы.

Основная техника: Копровая установка, самосвалы, самоходный кран, бетононасос, автобетоносмеситель.

На рис. 2. представлено устройство буронабивных свай с обсадными трубами.

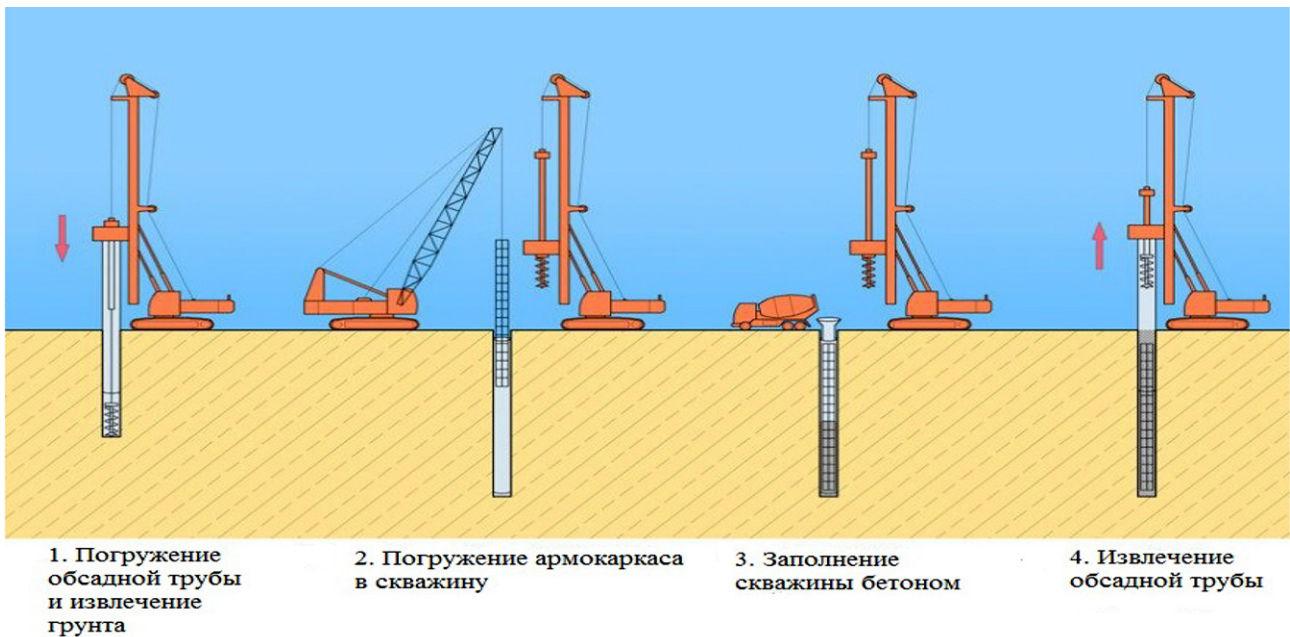


Рис. 2. Устройство буронабивных свай с обсадными трубами.

3 этап. Устройство плит перекрытий, которые так же выполняют роль распорных конструкций, с технологическими отверстиями.

Первое перекрытие заливается в опалубке, устанавливаемой непосредственно по грунту, при этом, до работ по бетонированию, жесткость грунта существенно увеличивается с целью предотвращения возможных деформаций перекрытия.

Основная оснастка: ламинированная фанера.

Основная техника: экскаватор, самосвалы, самоходный кран, бетононасос, автобетоносмеситель.

4 этап. Разработка грунта под плитой через технологические отверстия.

После набора перекрытием необходимой прочности начинаются выемка грунта – средствами малой механизации, с подачей грунта к технологическим отверстиям в перекрытии для доставки его на погрузку при помощи экскаватора или конвейера. На рисунке 3 показано выполнение этих работ. На рис. 4 показано подачу средств малой механизации, на рис. 5–6 показано выемка грунта при помощи экскаватора и конвейера.

Основная оснастка: стропы

Основная техника: экскаватор ёмкость ковша 0,1м³, экскаватор ёмкость ковша 1,5м³, погрузчик, конвейер, самосвалы, самоходный кран.



Рис. 3. Разработка грунта под плитой

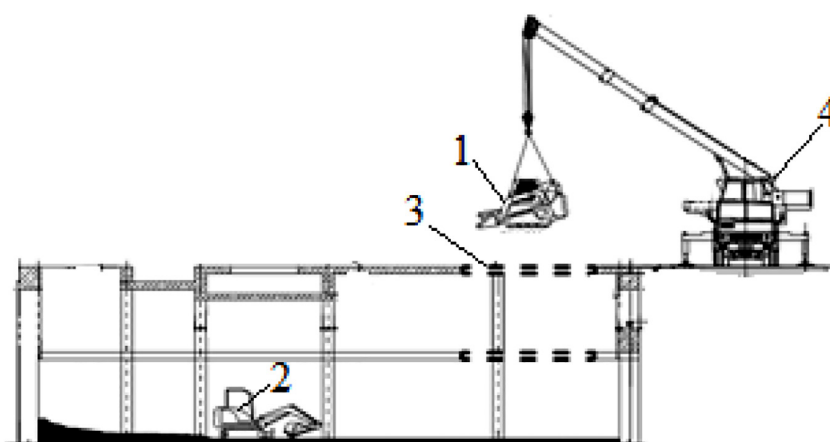


Рис. 4. Схема подачи средств малой механизации к рабочему месту:
1 – погрузчик; 2 – мини экскаватор; 3 – технический проём; 4 – автокран

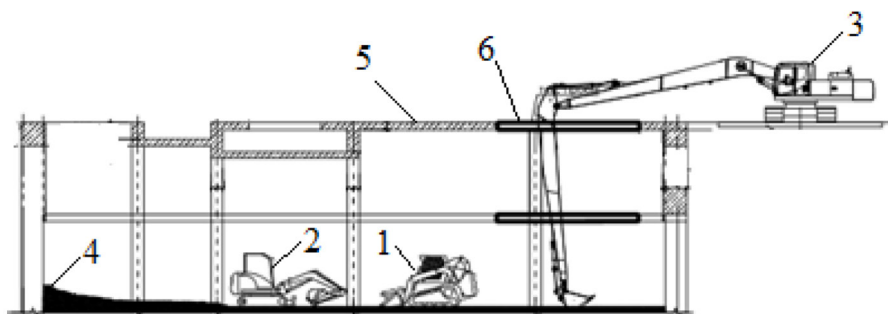


Рис. 5. Схема выемки грунта при помощи экскаватора: 1 – погрузчик; 2 – мини экскаватор; 3 – экскаватор; 4 – грунт; 5 – монолитное перекрытие; 6 – технический проём

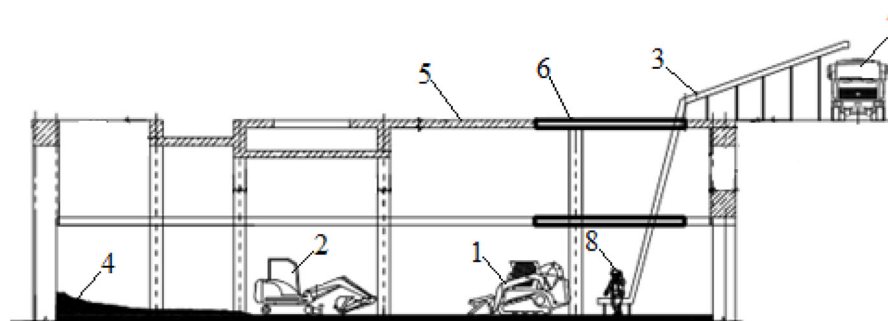


Рис. 6. Схема выемки грунта при помощи конвейера: 1 – погрузчик; 2 – мини экскаватор; 3 – конвейер; 4 – грунт; 5 – монолитное перекрытие; 6 – технический проём; 7 – самосвал; 8 – рабочий

5 этап. Устройство нижележащих перекрытий и надземной части здания.

Плиты перекрытий нижних этажей выполняется по той же технологии что и первая плита. После выполнения подземной части здания технологические отверстия в перекрытиях армируются и бетонируются. Надземная часть здания выполняется по классической технологии одновременно с подземной частью здания.

Основная оснастка: ламинированная фанера, стропы, бункер для бетона, крупно щитовая опалубка.

Основная техника: самоходный кран, башенный кран, бетононасос, автобетоносмеситель.

Рассмотрим сравнение стоимости проведение земляных работ открытым и закрытым способом табл. 1.

Таблица 1

Работы	TOP-DOWN	Открытый способ
Стена в грунте	55 307,64	55 307,64
Разработка грунта	75 797,84	42 156,52
Устройство свай	9 714,21	9 714,21

Как видим в технологии Top–Down больше затрат на разработку грунта, это связано с применением средств малой механизации. Также удорожание будет связано с рядом технологических операций, связанных с разработкой грунта закрытым способом.

Минусы технологии

При преимуществах метода строительства Top–Down, рассмотрим основные недостатки:

1. В большинстве случаев ведет к удорожанию строительного производства по сравнению со строительством в открытом котловане.
2. Производство зачастую осложняется большим количеством логических зависимостей, таким образом, осложняется параллельное ведение различных видов работ.
3. Особую сложность представляет собой организация снабжения и логистики при подобном виде работ.
4. Необходимо отметить, что устройство котлована по методу сверху вниз требует высокой квалификации подрядчика и детальной проектной проработки [3].
5. Так как производство котлована по методу сверху вниз считается одним из самых сложных видов строительного производства с геотехнической точки зрения, необходимо предусматривать комплексную программу мониторинга во время строительства связанную с:
 - Невозможность установки гидроизоляции снаружи стены.
 - Потенциальной утечки воды в стыках.

Плюсы технологии

1. Возможность одновременно с выполнением подземных работ выполнять возведение основной, наземной части здания, что позволяет сокращать время строительства.
2. Проведённые исследования зданий, уже построенных данным методом, утверждают, что влияние строительства на постройки, находящиеся рядом, минимальное.

Литература

1. Строительство методом «TOP-DOWN» // ИНТЭГРОСС. URL:<http://integross.net/stroitelstvo-metodom-top-down/>
2. Мангушев Р. А., Осокин А. И. Геотехника Санкт-Петербурга: Монография. – М.: Изд-во АСВ, 2010. – 264 с
3. Технология подземного строительства: выбор оптимального решения. Технология «TOP DOWN» // СВЕЗА–Лес. URL: http://elport.ru/articles/tehnologii_podzemnogo_stroitelstva_vyibor_optimalnogoresheniya_tehnologiya_top-down

УДК 624.012.4

Алексей Михайлович Смоляноко,
магистрант

Альфия Наильевна Нагманова,
канд. экон. наук, доцент
(Санкт-Петербургский государственный
архитектурно-строительный университет)

E-mail: a_smolyanko@mail.ru,
9500019142@mail.ru

Aleksei Mikhailovich Smolianko,
undergraduate

Alfiya Nailievna Nagmanova,
PhD in Sci. Ec., Associate Professor
(Saint Petersburg State University
of Architecture and Civil Engineering)

E-mail: a_smolyanko@mail.ru,
9500019142@mail.ru

**ОСОБЕННОСТИ ТЕХНОЛОГИИ «СТЕНА В ГРУНТЕ»
С ПРИМЕНЕНИЕМ УСИЛЕННЫХ АРМАТУРНЫХ КАРКАСОВ**

**FEATURES OF THE «SLURRY WALL» TECHNOLOGY
WITH THE APPLICATION OF REINFORCED REINFORCEMENT FRAMES**

В современных условиях урбанизации в крупных городах все активнее набирает обороты тенденция строительства зданий и сооружений с развитой подземной частью. Большинство новых жилых домов имеет как минимум один подземный этаж, отведенный под автостоянку. Возведение таких конструкций сопряжено с необходимостью устройства глубоких котлованов открытого типа, что нередко может являться проблемой в связи с плотностью окружающей застройки. Решением данной проблемы является применение железобетонной ограждающей конструкции «стена в грунте», выполняющей сразу несколько ролей. Усовершенствованный вариант конструкции, использующий усиленный арматурный каркас, позволяет сократить объем проводимых работ и сроки строительства в целом.

Ключевые слова: стена в грунте, ограждение котлованов, технологии строительства, подземные сооружения, арматурные каркасы.

In the modern conditions of urbanization in large cities, the tendency to build buildings and structures with a developed underground part is gaining momentum. Most new residential buildings have at least one underground floor reserved for a parking lot. The construction of such structures involves the need for the construction of deep open pits, which can often be a problem due to the density of the surrounding buildings. The solution to this problem is the use of a reinforced concrete barrier structure „wall in the ground,“ which performs several roles at once. An improved design using a reinforced reinforcement frame reduces the amount of work performed and the overall construction time.

Keywords: slurry wall, fencing of ditches, construction technologies, underground structures, reinforcement frames.

«Стена в грунте» – строительная технология, применяющаяся при строительстве фундаментов и подземных частей зданий и сооружений, а также подземных сооружений при глубине заложения оных от 4 до 50 и более метров. В основном ее используют на участках с водонасыщенными или слабыми грунтами, а также в условиях плотной городской застройки [1]. Она представляет собой устройство мощных железобетонных конструкций, выполняющих роль ограждения котлована и воспринимающих нагрузки от активного давления грунта, в узких траншеях большой глубины, разрабатываемых под защитой бентонитовой суспензии, предохраняющей вертикальные грунтовые стенки траншеи от обрушения внутрь под действием внешних сил.

Процесс возведения монолитной железобетонной «стены в грунте» включает в себя следующие обязательные процессы:

- устройство направляющей форшахты (кондуктора) по краям траншеи;
- откопку грунта траншеи под защитой бентонитового раствора до проектной отметки;
- монтаж стальных ограничителей захваток;
- очистку дна траншеи от осадков и замену загрязненного раствора;
- монтаж арматурных каркасов со сдачей-приемкой каждой секции по акту скрытых работ;
- подготовку автобетононасоса и монтаж бетонолитных труб;
- укладку бетонной смеси с устройством монтажных стыков между секциями;
- уход за уложенным бетоном.

Этапы возведения монолитной железобетонной ограждающей конструкции «стена в грунте» по последовательности выполнения технологических операций представлены на рис. 1.

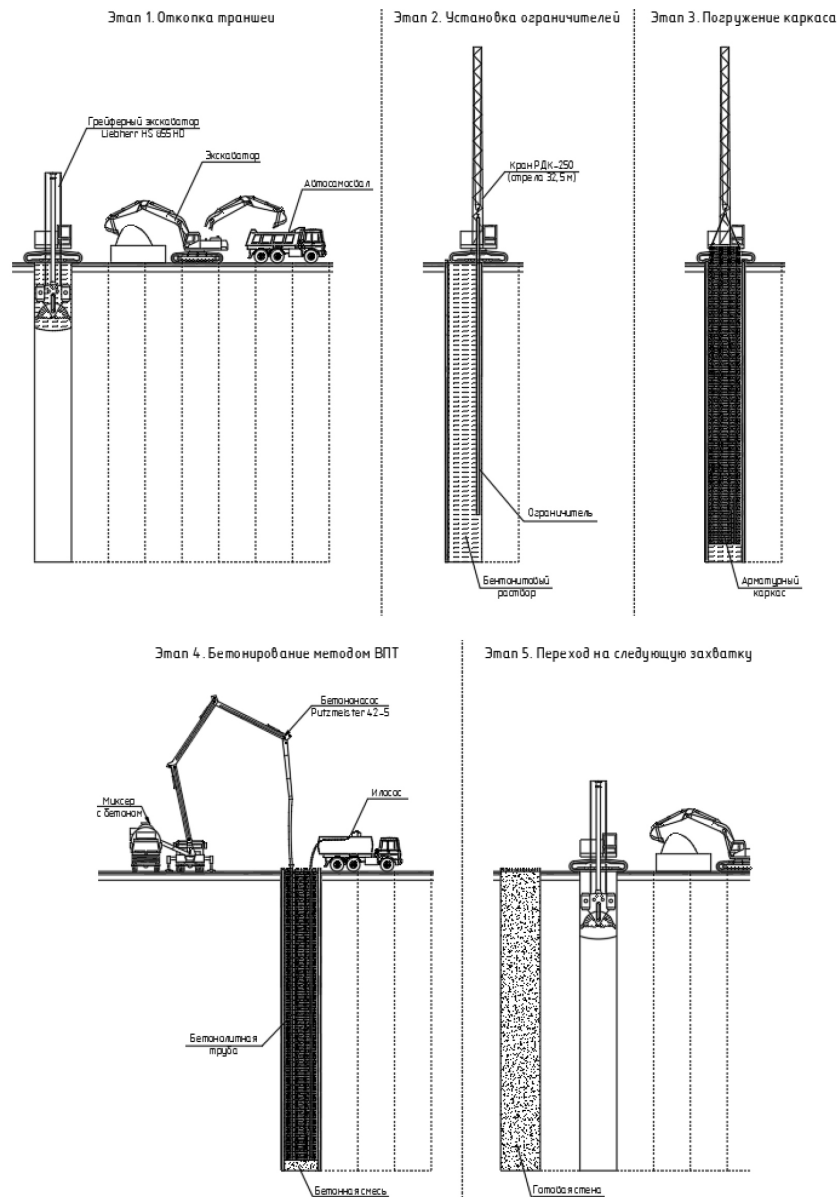


Рис. 1. Этапы возведения конструкции «стена в грунте»

Разработка грунта в траншее выполняется отдельными захватками последовательно через одну вдоль траншеи. Разработанный грунт с помощью экскаваторов погружается в автосамосвалы и вывозится в установленные проектом места.

Перед началом разработки грунта необходимо произвести ряд организационных мероприятий и подготовительных работ, а также выполнить монтаж и тестовый запуск установки для подачи бентонитового раствора. Во время разработки траншеи оснащенный грейферным оборудованием экскаватором необходимо обеспечить непрерывную подачу бентонитовой суспензии в траншею с поддержанием его уровня не ниже 20–30 см от верха форшахты с помощью добавления недостающего количества раствора.

После окончания разработки грунта захватки производится контроль соответствия отметки глубины траншеи отметке, заложенной проектом, и иных параметров, а также очистка траншеи от слоя осыпавшего грунта и замена загрязненного глинистого раствора очищенным.

Затем с помощью гусеничного крана по краям захватки монтируются стальные ограничители, выполняющие роль стыкового элемента. Перед установкой все элементы должны быть очищены от остатков бетона и смазаны разделительной смазкой.

Ограничители представляют собой сборную конструкцию, наращиваемую из отдельных типовых элементов по мере погружения в траншею. Сборка производится из ножевой секции длиной 6 м, рядовой секции той же длины и необходимого для достижения дна траншеи числа дополнительных секций длиной 1–2 м.

Нижний элемент ограничителя должен быть заглублен под действием собственного веса, либо с кратковременным применением вибраторов, в дно траншеи не менее, чем на 30–50 см.

По окончании установки в проектное положение ограничитель крепится на конструкцию форшахты верхней концевой пластиной с превышением уровня верха форшахты.

Армирование конструкции осуществляется усиленными пространственными каркасами заводского изготовления [2]. Арматурные каркасы выполняют на секцию-захватку. Ширина арматурного каркаса принимается на 10–15 см уже траншеи для обеспечения необходимого защитного слоя арматуры.

Арматурный каркас состоит из элементов-секций высокой заводской готовности, объединяемых в готовую конструкцию на строительной площадке непосредственно перед погружением в траншею при помощи электродуговой сварки. Сварка выпусков продольной арматуры должна производиться с обеспечением условия равнопрочности. Длина блоков принимается такой, чтобы стыки не попадали в зоны максимальных расчетных усилий. При этом число типоразмеров блоков арматурных каркасов должно быть минимально возможным.

В качестве рабочей арматуры принимаются стержни ребристого профиля диаметром 28 мм из стали класса А-III. Для поперечной арматуры, диаметром 8 мм, применяется сталь класса А-I. Расстояние между стержнями рабочей арматуры принимают равным 200 мм, между стержнями распределительной арматуры так же – 200 мм. Процесс подачи и сварки элементов арматурного каркаса показан на рис. 2.

Для установки бетонолитных труб в армокаркасах предусматривают устройство вертикальных полостей, огражденных направляющими из продольных гладких стержней во избежание зацепления труб при их подъеме и опускании.

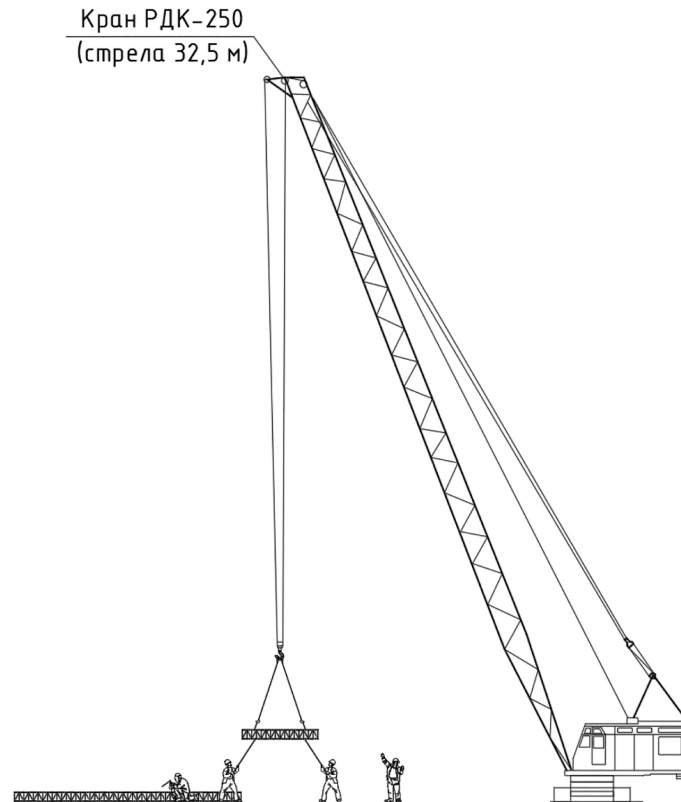


Рис. 2. Подача и сварка элементов арматурного каркаса

Арматурный каркас, подготавливаемый для установки в захватку, должен иметь паспорт и сертификат качества, что проверяется при входном контроле. При необходимости выполняется контроль соответствия элементов каркаса рабочим чертежам.

При погружении каркаса необходимо вести постоянный контроль за правильностью его положения и обеспечением соответствия защитного слоя арматуры заложенной проектом толщине.

Арматурные каркасы, погружаемые в траншею, должны не доходить до ее дна на 25–30 см. Для достижения этого, устанавливаемые в захватку каркасы крепятся за верхнюю часть форшахты при помощи инвентарных балок или труб.

Бетонирование захваток «стены в грунте» производится под защитой бентонитового раствора при помощи автобетононасоса с применением метода вертикально перемещаемой трубы (ВПТ). Одновременно с бетонированием производится откачка вытесняемого бентонитового раствора в резервуар. Процесс бетонирования должен быть произведен не позднее, чем через 4 часа после погружения арматурных каркасов [3].

Бетонирование захватки производится с помощью сборно-разборной бетонолитной трубы диаметром 159 мм. При установке трубы необходимо следить, чтобы ее низ был на уровне низа арматурного каркаса и не доходил до дна траншеи на 0,2–0,3 м.

При бетонировании захватки необходимо обеспечивать постоянную заполненность бетонолитной трубы бетонной смесью по всей ее длине. Также необходимо следить, чтобы нижний конец трубы был всегда заглублен в бетонную смесь не менее, чем на 1,5 м. По окончании бетонирования верхний слой бетонной смеси, загрязненный бентонитовым раствором, удаляется.

Работы на промежуточной захватке можно начинать только после того, как на прилегающих к ней захватках будут завершены все работы и бетон в них не наберет необходимую прочность (1,5 МПа и выше). Для проведения контроля набранной бетоном прочности перед началом бетонирования траншеи необходимо взять пробу из подготовленной партии бетонной смеси для приготовления стандартных кубических образцов, изготавливаемых в соответствии с ГОСТ 10180-2012.

Ограничители захваток следует извлечь из траншеи через 1–3 часа после окончания бетонирования до начала их сцепления с бетоном.

Транспортирование бетонной смеси на строительную площадку следует производить при помощи автобетоносмесителей. Максимальное время транспортировки бетона принимается в соответствии с ГОСТ 7473-2010 и не должно превышать в среднем 1,5–2 ч.

Строительная организация, производящая работы, должна обеспечить высокое качество и надежность сооружаемой «стены в грунте» путем ведения контроля на всех стадиях сооружения «стены в грунте».

Контролем качества строительно-монтажных работ должна заниматься специальная служба, оснащенная необходимыми для проведения контроля техническими средствами, позволяющими обеспечить необходимую полноту и достоверность производимого контроля, и выполняющая работы от лица строительной организации.

Производственный контроль качества работ включает в себя входной контроль, операционный контроль и приемочный контроль. Входной контроль, в свою очередь, подразделяется на контроль за полнотой и комплектностью рабочей документации и на контроль за строительно-монтажными материалами, изделиями и оборудованием.

Особое внимание следует уделить работам, проведение контроля за которыми становятся невозможным при начале выполнения последующих работ.

Входной контроль рабочей документации призван обеспечить комплектность документации, а также достаточность для производства строительно-монтажных работ содержащейся в ней технической информации.

Входной контроль строительных материалов, изделий и оборудования включает в себя визуальный осмотр с целью подтверждения соответствия их количества заявленному и соответствия оных требованиям государственных стандартов и иных нормативных документов, а также проверку наличия соответствующих сертификатов качества, паспортов и иной сопроводительной документации.

Результаты, полученные после проведения входного контроля, вносятся в журнал входного контроля.

Операционный контроль производится в процессе выполнения строительных процессов и операций. Он призван обеспечить своевременное выявление дефектов конструкции, а также принятие соответствующего комплекса мер по их устранению и предупреждению.

По окончании производства строительно-монтажных работ проводится приемочный контроль, призванный обеспечить соответствие качества законченных работ требованиям проектной и нормативной документации.

При устройстве «стены в грунте» следует проводить постоянный контроль качества разрабатываемой траншеи и следить за правильностью установки ограничителей захваток и арматурных каркасов.

Особое внимание при проведении контроля следует уделить качеству бентонитового раствора и бетонной смеси. Он должен отвечать требованиям, представленным в табл. 1.

Таблица 1

Технические требования к качеству бентонитового раствора

№ п/п	Технические требования	Предельные отклонения	Контроль (метод и объем)
1	Число пластичности	$\geq 0,2$	Измерительный, 1 проба на 500 м ³ раствора
2	Содержание частиц размером, мм:		
	> 0,05	$\leq 10\%$	
	< 0,005	$\geq 30\%$	
	< 0,001	$\geq 10\%$	

При проведении оценки качества бентонитового раствора следует отбирать несколько проб – с его поверхности, с середины глубины траншеи и у дна траншеи. Оценка качества проводится на каждой захватке.

Перед началом укладки бетонной смеси следует проверять:

- объем доставленной бетонной смеси;
- соответствие ее консистенции требованиям ГОСТ;
- ее однородность.

В случае расслоения бетонной смеси ее необходимо дополнительно перемешать до однородного состояния.

По окончании работ по устройству «стены в грунте» производится геодезическая съемка ее размеров и расположения осей, по результатам которой составляется акт приемки геодезической разбивочной основы.

Вывод

В статье были рассмотрены технологические особенности устройства конструкции «стена в грунте» с применением усиленных арматурных каркасов. Данная модернизация позволяет сократить трудоемкость возведения «стены», что положительно сказывается на сроках и стоимости работ.

Литература

1. Ильичев В. А., Мангушев Р. А. Справочник геотехника. Основания, фундаменты и подземные сооружения: 2-е изд. доп. и перераб. // под общ. ред. В. А. Ильичева, Р. А. Мангушева. – Москва: Издательство «АСВ», 2016. – С. 509–536.
2. Смолянок А.М., Нагманова А.Н. Технология усиления конструкции «стена в грунте» на основе применения усовершенствованных арматурных каркасов // Символ науки. 2020. № 12–1. С. 73–76.
3. СП 45.13330.2017. Земляные сооружения, основания и фундаменты.

УДК 624.05

Дарья Ивановна Кулакова, аспирант
(Санкт-Петербургский государственный
архитектурно-строительный университет)
E-mail: mn7701092@yandex.ru

Darya Ivanovna Kulakova, postgraduate student
(Saint Petersburg State University
of Architecture and Civil Engineering)
E-mail: mn7701092@yandex.ru

**ОЦЕНКА ПОКАЗАТЕЛЯ «СТЕСНЕННОСТИ» СТРОИТЕЛЬНОЙ
ПЛОЩАДКИ ПРИ ПРОИЗВОДСТВЕ ДЕМОНТАЖНЫХ РАБОТ**

**DEMOLITION WORKS IN CONFINED SPACES
OF THE CONSTRUCTION SITE**

В данной работе рассматривается влияние градостроительных норм застройки на заключительный этап жизненного цикла здания – демонтаж. Проанализирована нормативная документация, рассмотрены ограничения, вызванные уплотнительной застройкой. Рассмотрены объекты капитального строительства, расположенные в плотно застроенной городской территории. В статье дана оценка показателя “стесненности” строительной площадки, применяемого при выборе организационно-технологических решений и технико-экономическом обосновании выполняемых демонтажных работ. Обозначены мероприятия, принимаемые для уменьшения негативного воздействия от демонтажных работ на близлежащие застроенные территории.

Ключевые слова: демонтаж, строительная документация, стесненность, строительные машины.

This article examines the impact of urban planning regulations on the final stage of the building's life cycle – demolition. The analysis of regulatory documentation and existing city restrictions is carried out. Capital construction projects located in a densely populated urban area are considered. The article provides an assessment of the conditions of the “tightness” factor of the construction site, which is used in the selection of organizational and technological solutions and the feasibility study of the dismantling works performed. The measures taken to reduce the negative impact of demolition work on nearby built-up areas are indicated.

Keywords: demolition, engineering documentations, work in confined spaces, construction machines

При выполнении организационно-технологических мероприятий на демонтажные работы приходится сталкиваться с различными ограничениями, которые влияют на выбор техники, технологии, организации стройплощадки.

Демонтаж здания, расположенного на плотно застроенной территории, процесс, требующий рационального подхода к выбору организационно-технологического решения. Среди различных условий [1], определяющих выбор технологии проведения демонтажных работ особый интерес представляет градостроительный фактор.

Градостроительный фактор характеризуется плотностью застройки, транспортной инфраструктурой, сетью подземных коммуникаций и воздушных линий. И степень его влияния зависит от градостроительных норм и правил, применяемых к застройке территории.

Можно отметить, что характерной особенностью застройки города в 18–19 веке была брандмауэрная периметральная застройка со средней высотой лицевых домов и дворовых корпусов (флигелей) в 5–6 этажей, расположение лицевых домов выполнялось по полной ширине участка по красной линии без отступа [2]. Строительные нормы после 40-х годов, указывают на такой параметр как разрыв между длинными сторонами зданий. Так, например, в СН 41-58 [3] этот параметр имеет четкую формулировку разме-

ра – 2 высоты здания, а в СП 42.13330.2011 [4] между длинными сторонами жилых зданий следует принимать расстояния: для жилых зданий высотой 2–3 этажа – не менее 15 м; 4 этажа – не менее 20 м.

Учитывая вышеизложенное, можно отметить, что параметр «стесненность» строительной площадки будет зависеть от условий сложившейся застройки.

Для того чтобы определить, какие условия строительной площадки характеризуются как стесненные, нужно обратиться к нормативно-техническим документам, которые регламентируют выполнение демонтажных работ (табл. 1):

В данных документах указываются рекомендации по работе в стесненных условиях, однако отсутствует определение термина «стесненность» и характеристики, формирующие его.

В СТО НОСТРОЙ 2.33.86-2013 «Промышленное строительство. Реконструкция зданий и сооружений» [8] рассматриваются такие понятия как внутренняя и внешняя стесненность строительной площадки.

Таблица 1

Характеристика условий стесненности строительной площадки в нормативно-технической документации на производство работ

Нормативный документ	Определение параметра «стесненности» строительного участка
СТО НОСТРОЙ 2.33.53-2011 Снос (демонтаж) здания и сооружений [5]	Указываются рекомендации по работе в стесненных условиях
СП 325.1325800.2017 Здания и сооружения. Правила производства работ при демонтаже и утилизации [6]	Указываются условия работ (стесненность, на действующем предприятии и т. п.).
МДС 12-64.2013 Типовой проект организации работ на демонтаж (снос) здания (сооружения) [7]	Указываются условия работ (стесненность, на действующем предприятии и т. п.). К особо опасным работам относят, например, работы строительных машин в стесненных условиях

Внутренняя стесненность объекта реконструкции определяется условиями организации рабочих мест, включающими ограничения на формирование фронта работ, использование строительных машин и механизмов, применение технологий производства работ, взаимоувязку работ во времени и пространстве. Внешняя стесненность выражается отношением свободной площади территории строительной площадки к площади, необходимой для размещения временной строительной инфраструктуры. Оба этих понятия указываются относительно строительных работ, но для демонтажных работ так же справедливы.

При выполнении экономического обоснования демонтажных работ руководствуются методикой определения сметной стоимости строительства, реконструкции, капитального ремонта, сноса объектов капитального строительства, работ по сохранению объектов культурного наследия (памятников истории и культуры) народов Российской Федерации на территории Российской Федерации, в которой стесненные условия характеризуются следующими параметрами:

- интенсивное движение городского транспорта и пешеходов в непосредственной близости (в пределах 50 м) от зоны производства работ;
- сети подземных коммуникаций, подлежащие перекладке или подвеске;
- расположение объектов капитального строительства и сохраняемых зеленых насаждений в непосредственной близости (в пределах 50 м) от зоны производства работ;
- стесненные условия или невозможность складирования материалов;
- ограничение поворота стрелы грузоподъемного крана в соответствии с данными проекта организации строительства.

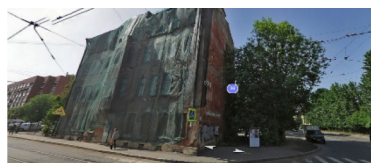

Таким образом, можно сделать вывод, что термин «стесненность» обобщенно применяется для строительных работ, работ по реконструкции, и в том числе для демонтажных.

Вместе с тем, выполнение работ по демонтажу объектов капитального строительства имеет ряд отличий.

Для более детального изучения особенностей выполнения демонтажных работ в условиях плотно застроенной территории и оценки влияния показателя «стесненности» на выбор ресурсно-технологической модели были рассмотрены два объекта расположенные в условиях плотной застройки и один объект, имеющий ограничения в виде сохранения конструктивного элемента здания (табл. 2).

Таблица 2

Характеристика объектов

	Объект № 1	Объект № 2	Объект № 3
Характеристика объекта	<p>Год стр-ва 1962 г Этажность – 4 этажа Высота здания – 13,2 м. Общий объем 3275,31 м³. Общая площадь 845,70 м².</p>	<p>Год стр-ва – 1902 г. Этажность – 4 (с подвалом и чердаком) С пристройкой 2–3 этажа, высота 6,9 м. Высота здания – 15 м. Общая площадь 1276,1 м² Площадь территории в границах землеотвода 1477 м²</p>	<p>Год стр-ва – 1934 г. Этажность – 3 этажа с одноэтажной кирпичной пристройкой, Высота здания 11,2 м. Размеры пристройки – 50,4×13,1 м. Общая площадь здания – 2637 м²</p>
Фото объекта			

При разработке технической документации по производству работ, стройгенплана, выборе техники и технологической последовательности демонтажа, были выявлены следующие внешние и внутренние ограничения строительной площадки (табл. 3):

**Внешние и внутренние ограничения строительной площадки,
влияющие на производство работ**

Ограничения	Объект № 1	Объект № 2	Объект № 3
Ограничения внешние	Жилая застройка, социальные объекты. Интенсивное движение пешеходов и автотранспорта	Жилая застройка. Интенсивное движение пешеходов. С двух сторон проходит проезжая часть с трамвайной линией	Близко расположенная набережная, движение пешеходов
Ограничения на строит площадке	Подземные и воздушные сети Крышки колодцев. Зеленые насаждения, попадающие в зону разборки здания	Подземные и воздушные сети Крышки колодцев. Зеленые насаждения, попадающие в зону разборки здания. Наличие у демонтируемого здания подвала	Подземные и воздушные сети Зеленые насаждения, попадающие в зону разборки здания. Сохраняемая стена

Выявленные внешние и внутренние ограничения строительной площадки указывают на необходимость разработки следующих дополнительных мер безопасности и требований к производству демонтажных работ:

1. Для снижения производственных рисков:

1.1. Со стороны тротуара и наиболее интенсивного движения автоспорта установка металлических лесов с металлической тканной или синтетической сеткой;

1.2. Ручная разборка здания до проектной отметки;

1.3. Защита крышек колодцев деревянными щитами;

1.4. Поочередная работа экскаваторов (разрушение конструкций и погрузка в автотранспорт разрушенных конструкций).

2. Для снижения экологических рисков:

2.1. Снижение уровня шума путем применения звукоизолирующих кожухов, экранов, глушителей;

2.2. Уменьшение пылеобразования разбираемых конструкций с помощью полива;

2.3. Защита сохраняемых деревьев деревянными щитами.

Выявленные ограничения, вызванные стесненностью площадки, затрудняют производство работ, влияют на увеличение времени организации и выполнения технологических операций, на время, которое затрачивается на использование техники на объекте.

Анализируя ограничительные мероприятия, принятые при выполнении демонтажных работ рассматриваемых объектов, можно отметить следующие не учтенные характерные признаки стесненности, позволяющие более емко оценить недостаточность свободного места на строительной площадке при производстве работ:

1. Возможное падение элементов и, как следствие, для снижения высоты демонтируемых элементов применяется ручная разборка до проектной отметки.

2. Не возможность пребывания, на начальной стадии демонтажа объекта, одновременно 2-х экскаваторов для непрерывного выполнения работ (одновременная работа экскаватора-разрушителя, экскаватора, собирающего бой в контейнеры).

3. Отсутствие территории для накопления, сортировки и дробления материалов демонтажа.

4. Необходимость борьбы с пылеобразованием.

5. Наличие подвала у здания значительно затрудняет демонтажные работы и увеличивает сроки проведения, т. к. наезд техники на не засыпанный подвал запрещен.

Таким образом, показатель „стесненности“ площадки при демонтажных работах выражается в большем количестве условий, определяющих фактор стесненности, что предполагает более тщательный подход к вопросу планирования и проведения демонтажных работ.

Современный подход к демонтажу зданий, расположенных в застроенной городской территории, должен основываться на сведении к минимуму неудобств для населения, обеспечению максимальной безопасности жителей и рядом расположенных зданий. Своевременный учет всех, наиболее важных факторов, влияющих на оценку стесненности площадки, позволит выбрать эффективные методы выполнения демонтажа, экономически обосновать их и минимизировать экологические риски.

Литература

1. Константинов А. С. Разработка организационно-технологических решений демонтажа строительных конструкций: дис. канд. техн. наук: 05.23.08. Харьков, 2013.
2. Головина, С. Г. История развития конструкций зданий жилой исторической застройки на примере Санкт-Петербурга: учеб. пособие / сост. С. Г. Головина, С. В. Семенцов; СПбГАСУ. – СПб., 2012 – 39 с.
3. СН 41-58. Правила и нормы планировки и застройки городов. М.: Государственное издательство литературы по строительству и строительным материалам, 1959.
4. СП 42.13330.2011 Градостроительство. Планировка и застройка городских и сельских поселений. Актуализированная редакция СНиП 2.07.01-89*. М: ЦНИИП Градостроительства, 2011.
5. СТО НОСТРОЙ 2.33.53-2011 Снос (демонтаж)здания и сооружений М.: ООО «ЦНИОМТП», 2012.
6. СП 325.1325800.2017 Здания и сооружения. Правила производства работ при демонтаже и утилизации. М.: Минстрой России, 2017.
7. МДС 12-64.2013 Типовой проект организации работ на демонтаж (снос) здания (сооружения). М.: ЗАО «ЦНИИОМТП», 2013.
8. СТО НОСТРОЙ 2.33.86-2013 «Промышленное строительство. Реконструкция зданий и сооружений». М: ООО «ЦНИОМТП», 2015.

УДК 69.057

Антон Евгеньевич Кубасевич,
аспирант
Мкртич Мкртичевич Тонакян,
аспирант
(Санкт-Петербургский государственный
архитектурно-строительный университет)
E-mail: antunemio@yandex.ru,
tonakanian93@mail.ru

Anton Evgenevich Kubasevich,
postgraduate student
Mkrtich Mkrtichevich Tonakanyan,
postgraduate student
(Saint Petersburg State University
of Architecture and Civil Engineering)
E-mail: antunemio@yandex.ru,
tonakanian93@mail.ru

**ВЛИЯНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ФАКТОРОВ НЕГЕОМЕТРИЧЕСКОГО
ХАРАКТЕРА НА ПОЯВЛЕНИЕ И РАЗВИТИЕ УСТАЛОСТНЫХ ТРЕЩИН
В ЗОНЕ СЖАТОГО ПОЯСА ПОДКРАНОВЫХ БАЛОК**

**INFLUENCE OF TECHNOLOGICAL FACTORS OF A NON-GEOMETRIC
CHARACTER ON THE APPEARANCE AND DEVELOPMENT OF FATIGUE CRACKS
IN THE ZONE OF THE COMPRESSED BELT OF CRANE BEAMS**

Кратко изложены факторы негеометрического характера, оказывающие влияние на появление и развитие усталостных трещин в стальных подкрановых балках, изложена методика определения характера влияния усталостных трещин на напряженно-деформированное состояние стенки подкрановой балки. Разработан алгоритм определения напряженно-деформированного состояния балки с трещиной и несовершенствами в виде погибей.

Ключевые слова: подкрановая балка, усталостная трещина, технологичность, трудоемкость, дефекты не геометрического характера, изготовление конструкций, монтаж балок, особенности монтажа, местная устойчивость, начальные несовершенства.

The non-geometric factors influencing the appearance and development of fatigue cracks in steel crane girders are briefly outlined, a method for determining the nature of the influence of fatigue cracks on the stress-strain state of the crane girder wall is presented. An algorithm has been developed for determining the stress-strain state of a beam with a crack and imperfections in the form of deflections.

Keywords: crane girder, fatigue crack, manufacturability, labor intensity, non-geometric defects, fabrication of structures, installation of beams, installation features, local stability, initial imperfections.

В настоящее время на металлургических комбинатах и других производствах с мостовыми кранами тяжелого или весьма тяжелого режима работы, подкрановые балки эксплуатируются с усталостными трещинами в стенке. Все усталостные трещины, возникающие в подкрановых балках, по месту их геометрического расположения можно разделить на два типа:

1. Недопустимые: трещины в поясах;

2. Допустимые: горизонтальные трещины в стенке в уровне сжатого пояса (доля этих трещин составляет около 90 % от общего количества трещин [1]); наклонные трещины в стенке под коротким ребром жесткости; трещины в швах крепления ребер жесткости к стенке и в швах крепления ребер жесткости к верхнему поясу.

Многие трещины, образовавшиеся на поверхности подкрановых балок, являются результатом неточности монтажа. Исследования данных конструкций во время многолетней эксплуатации говорят о дефектах. Самый распространенный случай – это разновыровненный монтаж подкрановых балок.

Подкрановая балка с усталостной трещиной в зоне сжатого пояса будет находиться в предельном состоянии, когда трещина достигнет такой длины, что возникнут одно или несколько из следующих возможностей исчерпания несущей способности балки:

- потеря местной устойчивости стенки;
- появление пластических деформаций в сечении балки, ведущих к ненормативных деформациям, затрудняющим эксплуатацию балки;
- потеря устойчивости сжатого пояса;
- появление недопустимого прогиба балки.

Наступление предельного состояния из-за потери местной устойчивости стенки является наиболее вероятным, что обуславливается изменением условий закрепления стенки в отсеке по мере роста трещины [2]. В данной статье исследуется причина происхождения усталостных трещин, а также их влияние на местную устойчивость стенки подкрановой балки с учетом начальных несовершенств в виде погибей стенки балки.

Для определения характера влияния усталостных трещин на напряженно-деформированное состояние балки необходимо разработать оптимальный алгоритм решения задачи по нахождению критических параметров напряжений отсеков балки, провести расчеты отсеков балки с учетом начальных несовершенств (например, в виде погибей стенки балки), вывести возможные зависимости критических параметров напряжений от величины начальных погибей, длины трещины и положения трещины в отсеке. Для этого необходимо точно понимать причину их появления и дальнейшего развития.

Общая расчетная схема подкрановой балки и её характерное сечение с условиями закреплениями представлено на рис. 1.

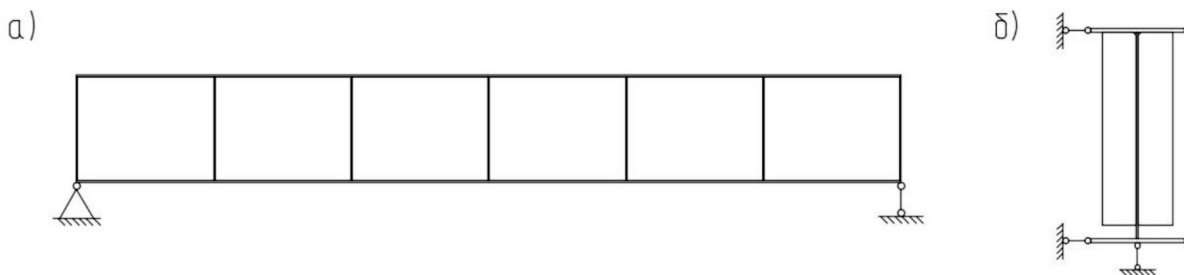


Рис. 1. а) Расчетная схема балки; б) Характерное сечение балки

В настоящее время четкой зависимости между местом появления трещины в балках и их длиной – не выявлено. Например, в работе [3] указывается на то, что наибольшее количество трещин в балках встречается в приопорных отсеках балок, в работе [4] автор на основании результатов обследований подкрановых балок отмечает, что трещины часто встречались в средних отсеках балок, в сборнике [5] подчеркивается, что расположение трещин по длине балки носит неравномерный характер. В связи с этим для определения напряженно-деформированного деформирования состояния конструкции в зоне трещины предлагается отдельно выделить отсек балки с трещиной с приложением усилий в виде напряжений по торцам отсеков. Возможные варианты положения трещины представлены на рис. 2. Характеристики напряженно-деформированного состояния балки в других случаях положения трещины в отсеке предлагается определять аппроксимацией между характерными положениями трещин, приведенными на рис. 2.

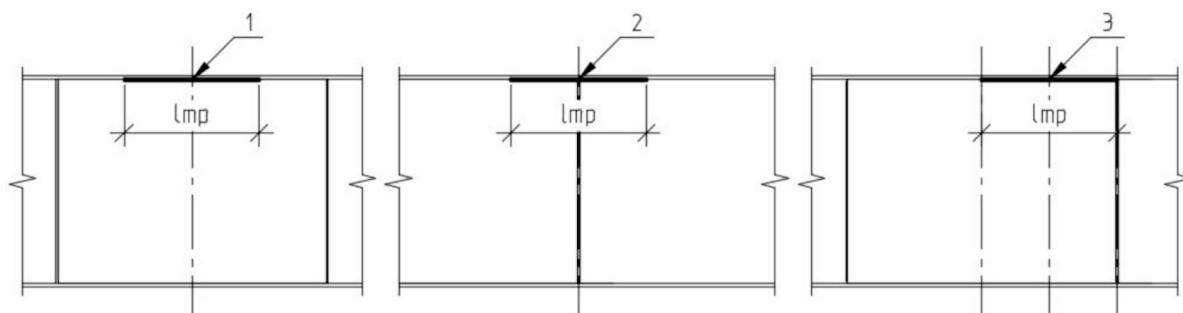


Рис. 2. Расчетная схема конструкции с возможными вариантами положения трещины в отсеке:
1 – трещина посередине отсека; 2 – трещина над ребром; 3 – трещина посередине

Алгоритм определения напряженно-деформированного состояния балки с трещиной и несовершенствами в виде погибей включает следующие этапы:

- Моделирование расчетной схемы одного-двух отсеков подкрановой балки с горизонтальной трещиной в стенке (длина трещины: $1/4a_{\text{отс}}$, $1/2a_{\text{отс}}$ и т. д.).
- Решение бифуркационной задачи устойчивости отсеков с трещиной.
- Задание начальных несовершенств стенки балки в виде погибей f_0 (принимаемых в зависимости от толщины стенки: $1/2t_w$, t_w и т. д.) в соответствии с первой (как самой критичной) формой потери местной устойчивости стенки.
- Определение критических параметров нагрузки при чистом изгибе, чистом сдвиге, при воздействии сосредоточенной нагрузки, а также совместного действия этих факторов. Предельные параметры усилий фиксируются при достижении предела упругости в любой точке стенки.

Следует отметить, что при монтаже подкрановых балок, как и любых конструкций в принципе, основной задачей является задача определения собираемости конструкции, особенно это актуально, когда процесс изготовления конструкций происходит в условиях строительной площадки. Соединение в таком случае должно быть максимально технологичным, простым в изготовлении, надежным и безопасным, также трудоемкость изготовления конструкций с болтовыми соединениями гораздо выше, нежели сварных. Что касается монтажа стальных конструкций – в данном процессе эти типы соединений находятся в обратной пропорциональной зависимости параметрам изготовления. Поэтому при расчете следует обратить на это внимание.

Технологичность

Технологичность – один из основных факторов, учитываемых при расчетах собираемости конструкций, в данной статье – подкрановых балок.

Разделяют технологичность на три основных составляющих компонента, во время каждого из основных циклов строительства металлических конструкций (изготовление, транспортировка и монтаж). В некоторых случаях фактор транспортировки не актуален, так как возможно провести процессы изготовления и монтажа в одном месте, а строительной площадке. Обобщенное свойство монтируемых подкрановых балок, которое определяет соответствие требованиям технологии и позволяет при данных условиях изготовления осуществлять монтаж сборочных элементов с наименьшими затратами труда и рациональным использованием ресурсов, характеризует параметр технологичности монтажа.

Монтажная технологичность, в свою очередь, может быть абсолютной или относительной.

К числу показателей монтажной технологичности могут относиться и показатели конструктивной и технологической преемственности, рациональности используемого материала; уменьшения объемов и сложности сборочных и подгоночных операций и т. п.

Преемственность конструкций может варьироваться в зависимости от коэффициентов применяемости, повторяемости, унификации и стандартизации, которые считаются индивидуально, и правильной будет их считать относительно трудоемкостей элементов (рис. 3).

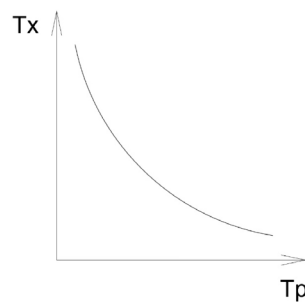


Рис. 3. Зависимость технологичность от трудоемкости технологических процессов:
Тх – технологичность: Тр – трудоемкость

Трудоемкость

Трудоемкость – это параметр, характеризующий сложность технологических процессов изготовления или монтажа подкрановых балок. Принятие правильных конструктивных и технологических решений напрямую влияет на трудоемкость.

На трудоемкость влияют следующие факторы:

1. Геометрические размеры конструкции. Такие параметры, как вес, длина, габариты конструкций определяют выбор того или иного решения поставленной задачи (рис. 4).

2. Способ и условия производства технологических процессов изготовления и монтажа конструкций.

3. Точность изготовления металлопроката. Различные отклонения и неточности в изготовлении металлопроката способствуют увеличению трудоемкости изготовления. Данный дефект очень часто оказывает неблагоприятное влияние на работу подкрановых балок. С увеличением трудоемкости также увеличивается и стоимость работ по изготовлению конструкций (рис. 5).

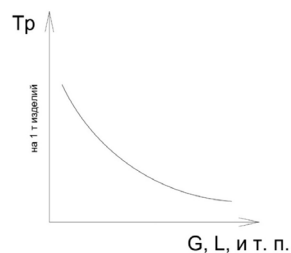


Рис. 4. Трудоемкость изготовления 1 т конструкций в функции основных параметров:
Тр – трудоемкость: G, L и т. п. – основные параметры конструкций

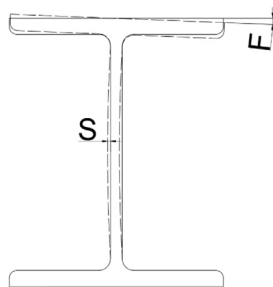


Рис. 5. Отклонения в изготовлении металлопроката: данные отклонения (показаны схематично) способствуют увеличению трудоемкости в процессе стыковки и последующей зачистке сварных швов стыкуемых элементов

Также установлено, что трудоемкость изготовления конструкции в функции ее массы является выпуклой кривой (рис. 6). Изменяемым параметром является степень сложности монтажа и наличие оборудования, на графике отражается изменение угла наклона.

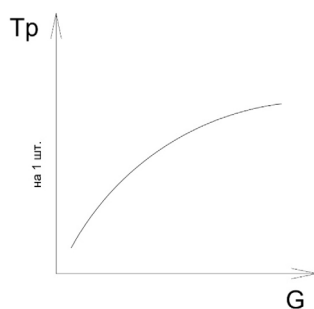


Рис. 6. Трудоемкость изготовления 1 шт. конструкции в функции веса:
Тр – трудоемкость; G – вес

Опираясь на данную теоретическую часть, нами были проведены расчеты, исходя из которых можно сделать следующие выводы:

1. Учет вышеизложенных факторов в той или иной степени влияет на технологические процессы изготовления и монтажа подкрановых балок, соответственно, их следует учитывать и при расчетах

2. Отклонения сборочных элементов проектируемой конструкции должны удовлетворять не только геометрическим допускам, описанным в действующих нормативных документах, но и учитывать вышеперечисленные параметры и их зависимости. Это приведет к повышению технологичности и оптимизации конструкций, а также к снижению трудоемкости, продолжительности отдельно взятых технологических процессов, а соответственно, конечной стоимости.

3. При положении трещины посередине отсека ($l_{тр} = 1/2a_{отс}$) и при больших значениях начальных погибей влияние изгибающего момента на местную устойчивость стенки уменьшается, влияние поперечной силы на местную устойчивость стенки увеличивается.

4. При больших начальных погибях абсолютные значения критических параметров от действия изгибающего момента и поперечной силы уменьшаются.

Литература

1. Патрикеев А. Б. О механизме разрушения верхних участков стальных подкрановых балок // Промышленное строительство. М: Стройиздат, 1971. № 5. С. 38-43.
2. Железнов А. А. Местная устойчивость стенок сварных подкрановых балок: дис ... канд. техн. наук. Новосибирск: Новосибирская гос. академия наук, 1996. 144 с.
3. А. И. Кикин, А. А. Васильев, Б. Н. Кошутин и др. Повышение долговечности металлических конструкций промышленных зданий / Под ред. А. И. Кикина. 2-е изд., перераб. и доп. М.: Стройиздат, 1984. 301 с.
4. Бабкин В. И. Оценка циклической трещиностойкости сварных подкрановых балок тяжелого режима работы: автореф. дисс ... канд. техн. наук. М: ЦНИ-ИПСК, 1986. 13 с.
5. Варианты типовых решений по усилению подкрановых конструкций / Альбом И-22-83. Новокузнецк: ГПИ «Сибпроектстальконструкция», 1983. С. 121–127.
6. СП 16.13330.2017. Стальные конструкции. Актуализированная редакция СНиП II-23-81*. Изд. официальное. М.: ФГУП ЦПП, 2017. 147 с.

УДК 692.231.2

Рамазан Дмитриевич Александров, студент
(Санкт-Петербургский государственный
архитектурно-строительный университет)
E-mail: buch149@mail.ru

Ramazan Dmitrievich Alexandrov, student
(Saint-Petersburg State University of
Architecture and Civil Engineering)
E-mail: buch149@mail.ru

**СОВЕРШЕСТВОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИИ ВОЗВЕДЕНИЯ ОГРАЖДЕНИЙ
ЗЕМЕЛЬНЫХ УЧАСТКОВ**

**IMPROVEMENT OF TECHNOLOGY CONSTRUCTION
OF FENCES OF LAND AREAS**

В данном исследовании рассматриваются организационно-технологические и конструктивно-технологические методы возведения ограждений земельных участков, обеспечивающие соблюдение требований по охране труда, сокращение сроков производства работ, снижение трудозатрат, экономию ресурсов и повышение качества готовых конструкций. В результате работы были выявлены, структурированы, обобщены и описаны особенности технологии, требующие обязательного выполнения и соблюдения специальных мероприятий при возведении ограждающих конструкций.

Ключевые слова: монтаж ограждающих конструкций земельных участков, особенности технологии возведения ограждений земельных участков, технические решения.

This article discusses the organizational and technological features and improvement of structural and technological methods for the construction of fences of land plots, ensuring compliance with labor protection requirements, reducing the time of work, reducing labor costs, saving resources and improving the quality of finished structures. As a result of the work, the features of the technology that require mandatory implementation and compliance with special measures during the construction of enclosing structures were identified, structured, generalized and described.

Keywords: construction of fences of land plots, features of technology construction of fences of land plots, technical solutions.

Крепостные стены, изгороди, частоколы, заборы существуют столько, сколько существует цивилизация. Человек начал огораживать свое жилье и организовывать личное, приватное пространство еще в доисторические времена, чтобы препятствовать проникновению в свой дом лихих людей и диких животных. Ограждения дворов, садов, усадеб, поселений, городов позволяли чувствовать себя в безопасности, выстраивать для себя и своих близких защищенные, упорядоченные, автономные миры. Хрестоматийным примером сохранившегося до наших дней ограждения является Великая Китайская стена, более шести тысяч километров в длину, построенная примерно за двести лет до нашей эры. Самые знаменитые примеры из отечественной практики – это белокаменные и краснокирпичные кремлевские стены в Москве, Пскове, Новгороде, Казани и других городах. В Новое время, начиная с XVI в., ограждения стали выполнять не только защитные, но и символические функции. Ими начали обозначать конкретные контуры участка, причем так, чтобы разделение земель на «свои» и «чужие» было максимально понятным для окружающих и работало на статус владельца территории, как парадный атрибут. Наконец, примерно в этот же период ограждения превратились и в важнейший эстетический элемент, композиционное средство завершения и обобщения комплексов функционально взаимосвязанных строений. В России XVIII – начала XX в. сплошные

ограждения практически отсутствовали. При обустройстве городских и загородных усадеб, а также при формировании рядовой застройки заказчики и исполнители были самыми заинтересованными лицами в раскрытии прекрасных архитектурных доминант, в удачной подаче, аранжировке зданий и прилегающих к ним парков, садов и палисадныхиков. Оптимальными для этих целей стали решётки и живые изгороди. Возведение глухих заборов считалось отсталостью и дурным вкусом и встречалось разве что у купцов и мещан.

Строительство ограждений в России и за рубежом на современном этапе. Необходимо подчеркнуть, что ограждения, как и люди, имеют национальность, характер, отражающий особенности, глубоко укорененные в традиционной культуре той или иной местности. Жители каждой страны претворяют в данном виде сооружений конкретные представления об утилитарной целесообразности, функциональности и эстетике, связанные к тому же с доминирующими тенденциями в строительстве.

В данной работе рассматриваются варианты крепления и виды ограждений, а также дальнейшее развитие данного направления.

Широко распространены заборы и ограждения из металлических профилированных листов (профлиста). Это весьма популярные конструкции, способные не только закрывать участок с домом от любопытных посторонних глаз, но и обеспечивать продолжительный срок службы, благодаря наличию у них полимерного и/или оцинкованного покрытия. Профнастил это холодногнутые листы из оцинкованной стали, обладающие высоким уровнем жесткости и прочности. Для их изготовления используют металл только высокого качества (рис. 1) [1].

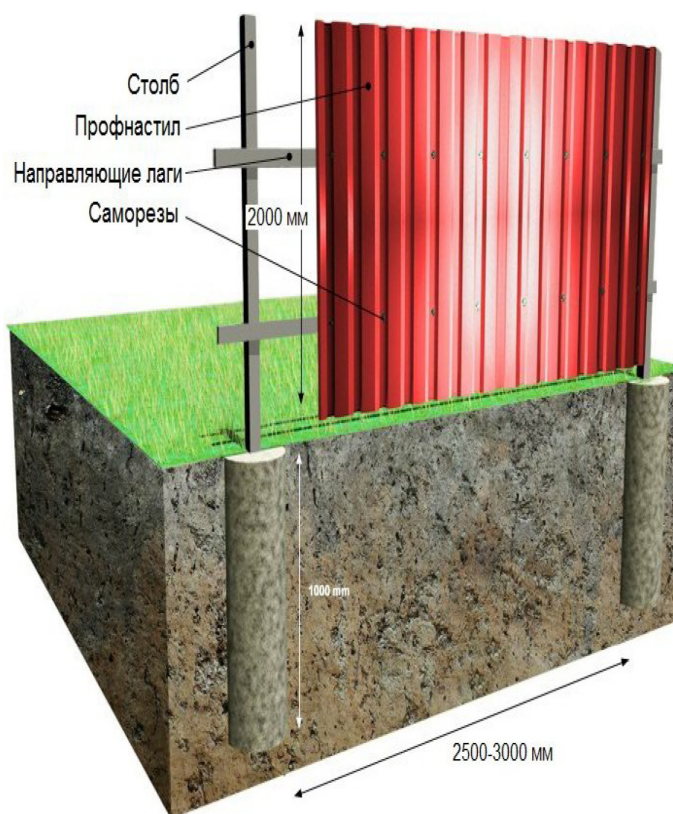


Рис. 1. Металлопрофильное ограждение

Для их приготовления пользуют лишь только металл высокого качества. Профлист отлично сопротивляется прогибам, что освобождает от необходимости ставить при строительстве забора вспомогательные опоры. Но данный материал владеет обилием позитивных свойств, ему характерны мало высочайшие декоративные качества. В следствии этого огораживания из него делают большей частью на промышленных объектах. Заборы, возводимые с внедрением железных профилированных листов, имеют не только выдающиеся качества простого металлопрофиля, но и коррозионную стойкость и достаточно роскошную цветовую гамму, спасибо которой системы готовы гармонически совмещаться с разными участками. Огораживания из профилированных листов на протяжении множества лет охраняют личный начальный наружный вид, не требуя, этим образом, повторяющейся окрашивания. Установка забора из профлиста подразумевает погружение в бетон железных столбов, между которыми соблюдается расстояние приблизительно 2,5 м. Эти системы при строительстве не настоятельно просят большущих денежных расходов, собственно, что считается ещё одним большущим плюсом в их пользу. В проекте эстетических и эксплуатационных качеств забора из профлиста никак не уступают огораживания из железного штакетника. Например, как похожие системы пропускают сквозь себя свет и воздух, они не дают возможность делать эффект закрытого места. Цена заборов из металлоштакетника имеет возможность варьироваться в достаточно большем спектре, но в целом стоимости на их повыше, чем на огораживания из профлиста. Для приготовления железного штакетника как правило пользуют качественную сталь, которая имеет возможность владеть одно- или же обоестороннее полимерное покрытие [2].

Пластиковые ПВХ заборы, Поливинилхлорид - (сокращенное заглавие – ПВХ, интернациональное обозначение - PVC; термопластичный полимер, пластик белоснежного цвета, пластмасса) прочная и морозоустойчивая ткань, стойкий к влиянию воды, кислот, щелочей, спирта, бензина, керосина, жиров, смесей солей, атмосферы и грибков. Ткань владеет неплохими диэлектрическими качествами, трудногорюч, не окисляется, устойчив к механическим повреждениям, содержит неплохую крепкость на извив и излом, превосходящую крепкость дерева. ПВХ раз из более популярных пластиков, из коих производят выше 3000 обликов материалов, применяемых в нетяжелой, пищевой, электротехнической индустрии, а еще в машиностроении, кораблестроении, медицине и строительстве. Спасибо собственным исключительным качествам, ПВХ профиль применяется при производстве строй материалов.

Из пластика производится сайдинг, линолеум, панели ПВХ, оконные профили, пленка для натяжных потолков, декоративные пластмассовые огораживания для клумб и садов, пластмассовые загородные заборы и огораживания, пластмассовые декоративные решетки, перила и садовые системы. ПВХ профили производятся методом экструзии – литья под давлением. Разработка изготовления ПВХ профиля, применяемого для приготовления заборов и огораживаний, подобна производству оконных ПВХ профилей, отлично показавших себя на протяжении больше, чем 15 лет в критериях русского климата [3].

У данного вида ограждающей конструкции из положительных сторон можно увидеть, легкость монтажа конструкции, утонченный визуальный вид данного ограждения могут повесить привлекательность вашего участка, стоимость пвх ограждений очень

конкурентно способная, так же стоит учесть простоту в уходе, деревянные и профлистовые ограждения требуют сезонного ухода, красить лаком или краской, чтоб в последствие ограждение не деформировалось по истечению определенного количества времени.

Из недостатков можно выделить очень важную особенность данного ограждения, низкая механическая прочность. Можно смонтировать на армированном каркасе, но это уже трудозатранно, увеличивается смета проекта, и так же может появиться ржавчина если не ухаживать за ограждением (рис. 2).



Рис. 2. Пластиковые ПВХ ограждения

Стоит уделить особенное внимание не только самим ограждениям, но и их деталям, благодаря которым они обретают функционал, который позволит получить новые технологические возможности и преимущества над аналогами.

Основными крепежами и комплектующими для ограждений из профнастила являются кронштейны X, Y-образной формы. Казалось бы, на первый взгляд это просто элемент конструкции ограждения, который позволяет исключить применение сварочного аппарата, специально обученного персонала. Монтаж технологически прост и производится в любое время года (рис. 3).



Рис. 3. X-образный кронштейн

Крепления позволяют упростить монтажные работы при устройстве забора, обеспечивая высочайшее качество соединений, надежность и долговечность. Изготовленные из стали, они владеют высокой прочностью, это позволяет конструкции ограждения долгое время выносить постоянные и временные нагрузки.

X-образный кронштейн используется для крепления поперечных балок к вертикальным столбам. Этот узел имеет крестообразную форму, у которой края отогнуты в различные стороны. Производится такая деталь из стали, покрытой цинком толщиной 1,5–2 мм путем холодного штампования. Может быть окрашена в любой цвет. Выполняется по шаблону, впоследствии чего, получают одинаковые детали, содержащие отверстия для крепления к столбам. Эти изделия используются на различных видах заборов: из профлиста, сварной сетки и других. Еще их возможно применить для установки калиток, ворот. Описанное выше соединение позволяет проводить установку забора без сварочных операций, что удешевляет установку, а также разрешает выполнить работы автономно.

В исследовании рассмотрены основные принципы технологии возведения ограждений из профлиста. Самым типовым решением для монтажа ограждения является конструкции с элементами в виде металлических креплений. Их эффективность в том, что монтаж производится с применением быстросборных комплектующих, что позволяет увеличить срок эксплуатации соединений. Крепления имеют высокие эксплуатационные свойства, что подтверждается расчетом, и дает возможность сделать вывод о высокой прочности таких соединений, аналогичных сварке. Тем самым, сокращаются сроки производства работ, что в свою очередь, положительно сказывается на стоимости проекта.

Литература

1. Кутырев В. Г. Эстетика российского ЗАБОРа: к постановке проблемы // Образование и наука в современном мире. Инновации. 2019. №. 6. С. 80–87.
2. Зонн И. С., Жильцов С. С. Заборно-стенная дипломатия-фактор пограничной безопасности // Проблемы постсоветского пространства. 2018. Т. 5. №. 4. С. 351–368.
3. Металлические конструкции: учебник для вузов / под. ред. Е. И. Беленя. М.: Стройиздат, 1986. 560 с.

УДК 624.03/ 624.05

Ахмед Аль Дебият, магистрант
(Санкт-Петербургский государственный
архитектурно-строительный университет)
E-mail: ahmed1991aldebyat@gmail.com

Ahmed Aldebyat, undergraduate
(Saint Petersburg State University
of Architecture and Civil Engineering)
E-mail: ahmed1991aldebyat@gmail.com

ФАКТОРЫ, ВЛИЯЮЩИЕ НА УСПЕХ СТРОИТЕЛЬНОГО ПРОЕКТА

FACTORS INFLUENCING THE SUCCESS OF THE CONSTRUCTION PROJECT

Провал строительного проекта в первую очередь определяется как разочарование либо в одном, либо в сочетании затрат, времени, качества и управления. Это исследование представляет собой попытку определить критические факторы успеха (CSF) и взаимосвязь между различными атрибутами успеха проекта. Предварительное всестороннее изучение литературы предыдущих исследовательских работ послужило основой для CSF, которые будут определяющими факторами для прогнозирования вероятности успеха проекта. В конце исследования будет установлен вклад каждого критического фактора успеха в успех проекта.

Ключевые слова: строительные проекты; критические факторы успеха; управление рисками проекта; успех проекта; управление требованиями.

Failure of a construction project is primarily defined as a disappointment in either one or a combination of cost, time, quality and management. This study is an attempt to identify critical success factors (CSFs) and the relationship between various attributes of project success. A preliminary comprehensive study of the literature of previous research papers served as the basis for the CSF, which will be the determining factors for predicting the likelihood of project success. At the end of the study, the contribution of each critical success factor to the success of the project will be established.

Keywords: construction projects; critical success factors; project risk management; project success; requirements management.

Введение

Предварительное исследование критических факторов успеха (CSF) и взаимосвязи между различными атрибутами существенно необходимо для определения успеха проекта. Важные критические факторы успеха будут иметь прямое влияние на строительный проект. Сегодня все отрасли динамичны, и строительная отрасль не исключена. Фактически, строительные проекты связаны с одной из самых ярких и сложных сред. Возрастающая неопределенность в технологии, бюджете и процессе разработки создает динамичную строительную отрасль [1].

Десятый план по Сирии (2011–2015 гг.) Сосредоточен на обеспечении достаточного количества крупных строительных проектов, которые включают строительные работы, жилые и нежилые проекты [2]. Ожидается, что большинство игроков будут активно участвовать в достижении поставленных целей. Проекты, которые не могут достичь поставленных целей, будут иметь негативные последствия для клиентов, подрядчиков и других лиц.

В развивающихся странах, таких как Сирия, строительная промышленность прямо или косвенно связана с большей частью экономики.

Строительная отрасль играет важную роль в экономике, поскольку ее доля в валовом внутреннем продукте (ВВП) и ее взаимодействие с другими секторами экономи-

ки [4]. Когда проект завершается вовремя, в рамках бюджета и достигает поставленных целей, это считается успехом [3]. Однако есть несколько проектов, которые не были завершены в срок. Следовательно, организациям, участвующим в строительных проектах, необходимо разработать стратегии, как вести проект до тех пор, пока он не станет успешным в будущем.

В строительной отрасли; время, стоимость и качество долгое время считались основными критериями и факторами измерения успеха. Однако у разных исследователей появилось несколько других идей. Прежде всего, в структуре этого документа будет рассмотрен успех проекта и его определение в строительной отрасли. Затем следует введение концепции критических факторов успеха в строительных проектах. Последний раздел завершает статью и резюмирует литературный обзор предыдущих исследователей.

Факторы, влияющие на успех строительного проекта

Успех проекта. Успех строительных проектов – важный вопрос для большинства правительств, пользователей и сообществ. В современных строительных проектах как для клиентов, так и для подрядчиков возникают серьезные проблемы, связанные с успешной реализацией проекта из-за возрастающей сложности проектирования и участия заинтересованных сторон [5]. В литературе по управлению проектами многие исследователи широко обсуждают успех проекта. Большинство исследований успеха проекта было сосредоточено на измерениях и других конкретных факторах, влияющих на успех проекта [6]. Для архитектора проект – это успех, основанный на эстетических характеристиках, а для подрядчика проект считается успехом, когда подрядчик получает прибыль от проекта [7].

Проект будет считаться успешным, если он будет завершен вовремя, в рамках бюджета и качеством будет удовлетворено всеми [7]. Успех также можно определить как гораздо лучшие результаты, чем ожидаемые или обычно получаемые, с точки зрения затрат, графика, качества и безопасности. Само значение «успеха» претерпело множество изменений из-за вовлечения стольких заинтересованных сторон в сложную в настоящее время среду проекта [7]. Концепция успеха проекта разработана с критериями и стандартами, чтобы помочь участникам проекта завершить проекты с наиболее желаемыми результатами [8]. Однако эта концепция остается в некоторой степени загадкой, поскольку нет согласия относительно того, что должно быть критическим критерием успеха в строительных проектах, несмотря на несколько исследований [9]. Проект считается общим успехом, когда проект достигает технических характеристик и задач, а также обеспечивает высокий уровень удовлетворенности результатами проекта среди организации, команды проекта и пользователей [10]. Успешное достижение целей по затратам, времени и качеству рассматривалось как успех управления проектом, который непосредственно; Успех проекта связан с конечными целями проекта [11].

Критические факторы успеха (CSF). Многочисленные списки и модели критических факторов успеха (CSF) были предложены в литературе многими исследователями [12]. С 1950-х годов проблемы планирования проектов основывались на предположении, что разработка более совершенных методов планирования приведет к лучшему управлению, и, таким образом, успешное завершение проектов было сосредоточено на большей части работы по управлению проектами [12].

Есть четыре отдельных аспекта успеха проекта CSF [13]. Первое измерение В СТО НОСТРОЙ 2.33.86-2013 «Промышленное строительство. Реконструкция зданий и сооружений» [8] рассматриваются такие понятия как внутренняя и внешняя стесненность строительной площадки. – это соответствие целям дизайна, что относится к контракту, который был подписан с клиентом. Второе измерение – это выгода для конечных пользователей, то есть выгода для клиентов от конечных продуктов проекта. Третье измерение – это выгода для развивающейся организации и относится к выгоде, полученной развивающейся организацией в результате выполнения проекта. Последнее измерение – это выгода для национальной технологической инфраструктуры, а также для технологической инфраструктуры фирмы, которая участвовала в процессе развития. Сочетание всех этих параметров дает общую оценку успеха проекта [13].

Были изучены четыре аспекта успеха с указанием временных рамок ожидаемых результатов [14]. Первое измерение имеет краткосрочную цель эффективности проекта, которая заключается в достижении целей по затратам времени. В то время как второе измерение имеет среднесрочную цель успеха клиента, которая соответствует техническим спецификациям, функциональная производительность, решение проблемы клиента, которая привела к правильным результатам проекта. Третье измерение имеет долгосрочную цель успеха в бизнесе, коммерческого успеха и увеличения доли рынка, что в случае проектов помощи могло бы вызвать доверие, удовлетворение, а также влияние. Наконец, четвертое измерение имеет очень долгосрочную цель подготовки к будущему в разработке новых инструментов, методов, продуктов, рынков и т. д. [14].

Анализ факторов показывает девять основных кластеров, а именно: (i) безопасность и качество; (ii) прошлое спектакль; (iii) окружающая среда; (iv) управленческие и технические аспекты; (v) ресурс; (vi) организация; (vii) опыт; (viii) размер / тип предыдущих проектов; и (ix) финансы [15]. Такие факторы, как история оборота, политика качества, адекватность трудовых и производственных ресурсов, удаление отходов, размер прошлого завершенного проекта и имидж компании являются наиболее значительными факторами, влияющими на успех проекта. Таким образом, эта статья предназначена для изучения критериев успеха и их факторов успеха, которые влияют на эти критерии для достижения успеха проекта [15].

Успех проекта делится на четыре измерения, зависящие от времени [16]. Первое измерение – это период во время выполнения проекта и сразу после его завершения, например, своевременное завершение и бюджет. Второй аспект можно оценить через короткое время, когда проект был доставлен заказчику, и он больше ориентирован на удовлетворение, функциональность продукта и технические характеристики. В то время как третье измерение может быть оценивается после достижения значительного уровня продаж в течение одного-двух лет, и показывает результаты деятельности организации. Последнее измерение можно оценить только через три–пять лет после завершения проекта, это касается подготовки к будущему [16].

Другой ракурс и с другим способом показать критерии успеха можно найти в статье «Критерии успеха проекта: предварительная повторная проверка», успех проекта следует рассматривать с разных точек зрения с разных точек зрения – отдельного владельца, разработчика, подрядчика, пользователя и т. д. и широкая общественность [17].

Критерии успеха проекта делятся на две категории, такие как микро- и макро-точки зрения. Микроточка зрения измеряется по времени, стоимости, качеству, производительности и безопасности, тогда как макро-точка зрения измеряется по времени, удовлетворенности, полезности и работе [17].

В технической статье «Атрибуты успеха проекта» были представлены инструменты, которые позволили бы членам команды и персоналу клиентов формализовать способ оценки успеха проекта [18]. Признаки успеха проекта в статье рассматриваются вопросы управления вещами и людьми. Управление вещами достигается за счет затрат по бюджету, графика по времени, качества и объема по мере необходимости и т. д. Управление человеческими проблемами связано с производительностью, сотрудничеством, ответственностью и удовлетворенностью клиентов [18].

Изучение успеха проекта и критических факторов успеха (CSF) считается средством повышения эффективности проекта. Оценка факторов успеха была разделена на пять основных групп, а именно: действия по управлению проектами; проектные процедуры; факторы, связанные с проектом; факторы, связанные с человеком; и внешняя среда [8]. Пять основных групп факторов успеха обсудили стоимость, время, качество, управление, технологии, безопасность, организацию и окружающую среду в строительном проекте [8].

Критерии успеха строительного проекта – это не только оценка стоимости, времени и качества как факторов успеха, но также включая успешность управления проектом, организационный успех и удовлетворенность клиентов [19]. Другая точка зрения заключалась в важности усилий организации по планированию, приверженности руководителя проекта и мер предосторожности для завершения строительного проекта с соблюдением затрат, своевременным соблюдением сроков, точным соблюдением графика и соблюдением качества, необходимого для обеспечения успеха проекта [1]. Обзор соответствующей литературы показывает, что разные критерии были предложены разными исследователями [7]. Обзоры литературы различных исследователей обобщены и представлены в таблице 1.

Таблица 1

Обзор факторов успеха предыдущими исследователями

Автор	Критические факторы успеха (CSF)									
	Стоимость	Время	Качественный	Удовлетворение	Управление	Безопасность	Технологии	Организация	Среда	Ресурсы
Sadeh et.al. (2000)	X	X	X	X	X		X			
Пол Стейнфорт (2007)	X	X	X	X	X		X	X		
Альзахрани и Эмсли (2013)	X	X	X		X	X	X	X	X	X
Шенхар и др. (2001)	X	X	X	X			X	X		

Автор	Критические факторы успеха (CSF)									
	Стоимость	Время	Качественный	Удовлетворение	Управление	Безопасность	Технологии	Организация	Среда	Ресурсы
Лим и Мохамед (1999)	X	X	X	X						
Доктор Парвиз (2003)	X	X	X		X	X	X		X	
Чан и др. (2004)	X	X	X		X			X		
Сигуруп (2009)	X	X	X		X			X		

Примечание: «X» относится к заключению CSF, сделанному предыдущими исследователями.

Обсуждение

Есть много факторов, которые могут сделать проект успешным или стать причиной его провала. В табл. 1 приведена сводка критериев оценки проекта предыдущими исследователями. В табл. 2 показан процент критических факторов успеха, найденный на основе обзора литературы. Почти все исследователи указали, что стоимость, время, качество и менеджмент являются критическими факторами успеха в своем обзоре литературы. Из резюме обзора литературы мы можем сделать вывод, что проект является успешным, когда он завершается с соблюдением затрат, своевременностью встреч, точным соблюдением графика, соблюдением необходимого качества и управляется лучшими членами команды. Технологии также были одним из критических факторов успеха, способствующих успеху строительного проекта (табл. 2).

Таблица 2

Процент критических факторов успеха

№ п/п	Критические факторы успеха (CSF)	Всего	%
1	СТОИМОСТЬ	8	16.3
2	ВРЕМЯ	8	16.3
3	КАЧЕСТВЕННЫЙ	8	16.3
4	УДОВЛЕТВОРЕНИЕ	4	8.2
5	УПРАВЛЕНИЕ	6	12.2
6	БЕЗОПАСНОСТЬ	2	4.1
7	ТЕХНОЛОГИИ	5	10.2
8	ОРГАНИЗАЦИЯ	5	10.2
9	СРЕДА	2	4.1
10	РЕСУРСЫ	1	2.0
	Всего	49	100

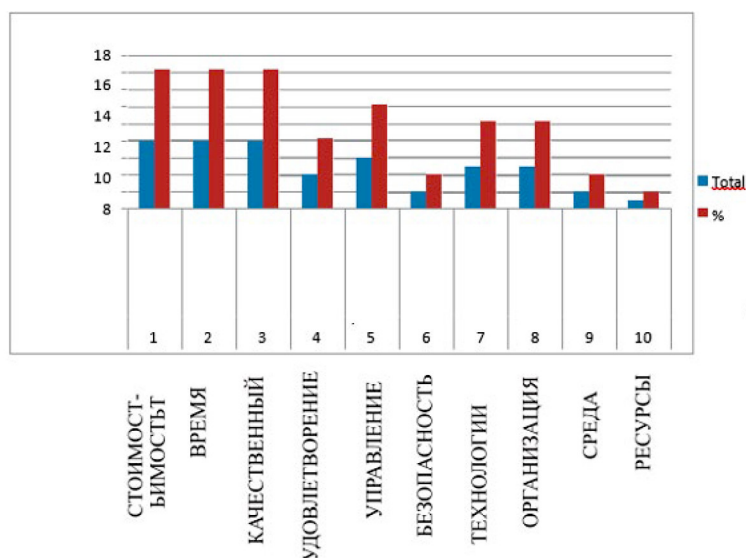


Рис. 1. Процент и сумма критических факторов успеха

Выводы

Успех проекта – это тема, которая давно обсуждается в сфере управления строительством. Из резюме критериев оценки проекта, сделанного предыдущими исследователями, становится ясно, что успех необходимо исследовать с различных точек зрения. Обзор одиннадцати ведущих журналов об успехе проекта показывает, что стоимость, время, качество и менеджмент являются четырьмя основными факторами измерения успеха и наиболее важными из критических факторов успеха в успехе строительных проектов. Другие меры, такие как безопасность, технология, удовлетворенность и т. д. привлекают все большее внимание. Согласно табл. 1, большинство исследователей заявили, что стоимость (бюджет), время, качество и управление являются главными критическими факторами успеха (CSF) в успехе проекта. Автоматически, когда строительный проект завершен с точным сроком, бюджетом и качеством, проект становится успешным. Следовательно, эти критические факторы успеха (CSF) должны использоваться в качестве руководящих факторов для прогнозирования вероятности успеха проекта в будущем.

Литература

1. Саллех Р. Критические факторы успеха управления проектами строительных проектов в Брунее: улучшение показателей проекта. 2009. С.35.
2. EPU (2010). Десятый план Малайзии, 10MP. Prime Minister. Путраджая, Отдел экономического планирования. [Online] Available from: <http://www.utusan.com.my/utusan/SpecialCoverage/RMK10/english/Chapter21.pdf>.
3. Шенхар А. Дж., Двир. Д, Леви. О, Мальц. А. К. Успех проекта: многомерная стратегическая концепция, Журнал долгосрочного планирования. 2001. Том 34, выпуск 6, С. 699–725.
4. Адам Дж. Р., Брандт С. Э. Поведенческие последствия жизненного цикла проекта в Д. И. Кле-ланд. & W.R King. (Ред.), Справочник по управлению проектами 1983. Нью-Йорк: Van Nostrand Reinhold Co С. 183–204.
5. Долой, Х. Анализ предквалификационных критериев при выборе подрядчика и их влияния на успех проекта. Управление строительством и экономика. 2009. 27. С. 1245–1263.
6. Ван Х., Хуанг Дж. Взаимосвязь между производительностью проекта ключевыми

заинтересованными сторонами и успехом проекта: восприятие китайских инженеров по надзору за строительством. *Международный журнал управления проектами*. 2006. 24. С. 253–260.

7. Чан А. П., Скотт Д. и Лам Е.В.М. Рамки критериев успеха для проектирования / строительства проектов. *Журнал ASCE по менеджменту в инженерии*, июль 2002а. С. 120–128.

8. Чан, А.Р.С., Чан, А.Р.Л. Ключевые показатели эффективности для измерения успешности строительства. *Бенчмаркинг: Международный журнал*. 2004. 11 (2), С. 203–221.

9. Ахадзи, Д.К., Притчи, Д.Г., Оломолае, П.О. Критические критерии успеха для проектов массового жилищного строительства в развивающихся странах. *Международный журнал управления проектами*. 2008. 26. С. 675–687.

10. Уайт А. Измерение успеха проекта. *Международный журнал управления проектами*. 1988. 6 (3). С.164–170.

11. Пхенг, Л., Чуан, К. Факторы окружающей среды и эффективность работы руководителей проектов в строительной отрасли. *Международный журнал управления проектами*. 2006. 24. 24–37.

12. Беласси В., Тукель О. И. Новая структура для определения критических факторов успеха / неудач в проектах. *Международный журнал управления проектами*. 1996. 14; 3; С. 141–151.

13. Садех А., Двир Д. и Шенхар А. Роль типа контракта в успехе оборонных проектов НИОКР в условиях возрастающей неопределенности. *Журнал управления проектами*, сентябрь 2000 г. 31; 3; С. 14-21.

14. Стейнфорт, П. и Уокер (2007). Критические факторы успеха в управлении проектами в глобальном масштабе и то, как они могут быть применены для оказания помощи проектам. В сборнике Д. Баккарини (ред.) Труды РМОZ «Достижение совершенства» - 4-я ежегодная конференция по управлению проектами в Австралии, Брисбен, Австралия, 28–31 августа 2007 г.

15. Альзахрани, М. В. Эмсли Влияние характеристик подрядчиков на успех строительного проекта: оценка после строительства, *Международный журнал управления проектами* 31. 2013. 313-322.

16. Шенхар А.Дж., Двир. Д, Леви. О, Мальц. А. К. Успех проекта: многомерная стратегическая концепция, *Журнал долгосрочного планирования*. 2001. Том 34, выпуск 6, С. 699-725.

17. Лим С.С. и Мохамед М.З. Критерии успеха проекта: поисковая перепроверка. *Международный журнал управления проектами*, 1999; 17; 4. С. 243-248.

18. Парвиз Ф. Рад. Атрибуты успеха проекта. *Journal of Cost Engineering*, апрель 2003 г.; 45; 4; С. 23–28.

19. Сигурусан, С.Ф. Критический фактор успеха в управлении проектами: этическая перспектива 2009.

УДК 692.231.2

Вадим Вадимович Арнаут, студент
(Санкт-Петербургский государственный
архитектурно-строительный университет)
E-mail: pem666@mail.ru

Vadim Vadimovich Arnaut, student
(Saint Petersburg State University
of Architecture and Civil Engineering)
E-mail: pem666@mail.ru

**ПРОИЗВОДСТВО РАБОТ И КОНТРОЛЬ ИХ КАЧЕСТВА
ПРИ ПРИМЕНЕНИИ ТЕХНОЛОГИИ УНИВЕРСАЛЬНОЙ ПАНЕЛИ**

**PRODUCTION OF WORKS AND THEIR QUALITY CONTROL
WHEN USING THE UNIVERSAL PANEL TECHNOLOGY**

В данной статье рассматриваются особенности проведения работ, при устройстве универсальной панели, особенности производства, транспортировки и монтажа. Будут рассмотрен процесс производства и виды существующих панелей, имеющие ряд особенностей, ориентируемые на различное назначение и требования к зданиям и сооружениям. Рассмотрен процесс производства работ, предложены варианты применения на территории Российской Федерации, с учетом требований нормативной документации. Значительное внимание уделяется вопросу контроля качества проведения работ для предложенных вариантов монтажа. Рассмотрены наиболее перспективные направления применения данной технологии, а также сделан вывод какие проблемы могут возникнуть при применении данной технологии, а также возможные пути решения.

Ключевые слова: монтаж панелей, контроль качества, виды панелей, область применения, функциональная особенность.

This article discusses the features of the work, the device of the universal panel, the features of production, transportation and installation. The production process and types of existing panels will be considered, which have a number of features, are oriented to different purposes and requirements for buildings and structures. The process of production of works is considered, variants of application in the territory of the Russian Federation are offered, taking into account the requirements of regulatory documentation. Considerable attention is paid to the issue of quality control of the work for the proposed installation options. The most promising areas of application of this technology are considered, and it is concluded what problems may arise when using this technology, as well as possible solutions.

Keywords: panel installation, quality control, types of panels, scope of application, functional feature.

Суть данной технологии заключается в особенности монтажа конструкции, при котором панель становится не только частью стеновой конструкции, а также является частью опорной колонны, замоноличенной внутри панели. В результате чего, внутри стеновых панелей создается монолитный каркас, связывающий все элементы и обеспечивающий единство всей конструкции (рис. 1).

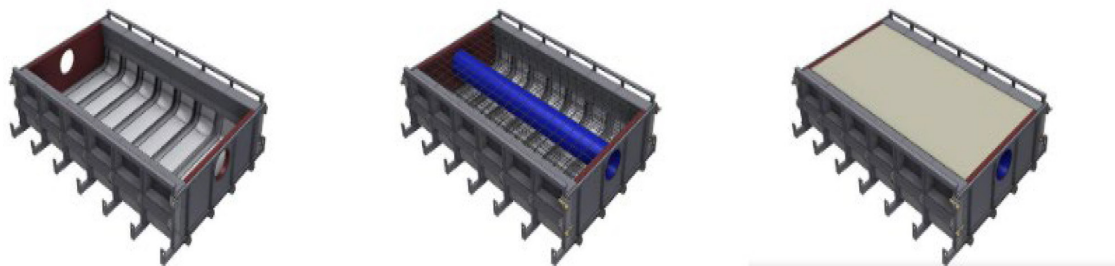


Рис. 1. Этапы изготовления панели

В процессе производства панелей можно применять различные материалы и добавки для придания определенных свойств панелей, а также внешний вид панели, который зависит от формы опалубки, опалубка для внешней формы изготавливается из пластмассы, благодаря современным компьютерным технологиям, панели можно придать разнообразные виды, а также она довольно дешево обходится в изготовлении, в результате чего данные формы можно менять и перерабатывать довольно часто, что не сильно скажется на стоимости самой панели.

Для удобства монтажа и из технологических соображений можно производить панели различной пустотности, для повышения теплоизоляции и уменьшения веса конструкции, что в свою очередь влечет за собой снижение расходов на устройство фундамента, ведь с уменьшением веса самой конструкции нагрузка на фундамент так же уменьшается (рис. 2).

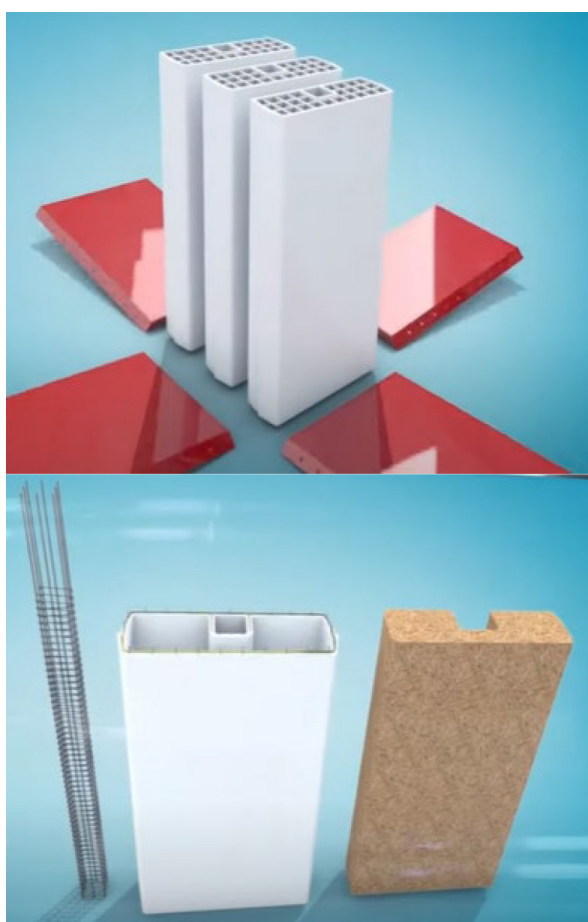


Рис. 2. Панели различной пустотности

Уменьшение веса приводит к экономии материалов, в результате чего повышается тепло-эффективность здания, уменьшаются расходы на технику благодаря уменьшению веса конструкции.

Что же касается отверстий под колонны, в зависимости от назначения здания, повышения количество этажей или при повышенной сейсмической активности, можно изменять сечение и количество колонн их форму и размеры для более равномерного распределения нагрузки.

В процессе заливки колонны, следует использовать специальные добавки, с помощью которых, можно повысить теплоизоляционные свойства опорной колонны, для более равномерного сохранения тепла и предотвращения возникновения мостика холода.

Процесс производства панелей как правило включает в себя:

Подготовку специальной формы, препятствующей смешению различных растворов.

Далее, с помощью лопастного миксера в соответствующие пустоты заливаются различные смеси, формирующие форму панели, а также внешний защитный декоративный слой панели с помощью цементных растворов для повышения устойчивости внешнего слоя отделки к воздействию окружающей среды и других различных факторов, провоцирующих разрушение данного слоя.

После чего, форма извлекается и контейнер отправляется на просушку

затем панель извлекается из формы и отсекаются дефекты, формируются ступеньки и пазы для упрощенного монтажа при проведении строительных работ

Помимо проверки документации при проведении входного контроля, следует визуально осмотреть панель на наличие смещений и дефектов, ведь смещение панели может свидетельствовать о повреждении пазов и краев панелей, а также проверить соответствие внешнего вида панели требуемому, наличие видимых дефектов, формы и количества отверстий под колонны, а также их диаметр.

Однако, есть довольно серьезный аспект, для возможности применения данной технологии на территории Российской Федерации.

Согласно ГОСТ 18105-2018 «Бетоны. Правила контроля и оценки прочности», а также СП 435.1325800.2018 «Конструкции бетонные и железобетонные монолитны [1, 2]. Правила производства и приемки работ», необходимо осуществлять проверку прочности монолитных конструкций, что идет в разрез и идеей замоноличивания колонны внутри панели.

Однако есть несколько вариантов применения данной технологии с учетом все необходимых норм и правил на территории Российской Федерации.

Во-первых, разработка специальных пунктов и дополнений, которые позволят оформить данные колонны как скрытые работ с соответствующими актами.

Преимущества данного подхода состоит в том, что идея и задумка технологии останется неизменной, не будет увеличена стоимость и сроки, а счет аренды опалубки и иных работ.

Следует отметить, что данный подход позволит уменьшать погрешность при проведении монолитных работ и избежать отклонений от проектного положения.

Проверку прочности можно будет произвести в месте расположения колонны с помощью ультразвукового метода, так как остальные косвенные методы определяют прочность на поверхности конструкции.

Если, все-таки, не удастся применить данный подход, есть возможность производить работы в соответствии с современными строительными нормами и правилами, что, несомненно, скажется на стоимости и сроках строительства и возможно качестве работ [3].

Второй способ заключается в том, чтобы сначала возвести монолитные колонны необходимой формы и сечения.

В данном случае, необходимо будет предусмотреть дополнительные пазы, для более точной фиксации панели, а также небольшое увеличение диаметра отверстия в панели для удобства ее монтажа [4].

Следует учесть тот момент, что смесь для колонн должна содержать добавки, в том же количестве и вида, как и панели. Бетон же лучше брать большего класса, с учетом того, что процесс твердения бетона происходит не в заводских условиях, в отличие от панелей [5].

Контроль качества монтажных работ, следует производить во время монтажа, контроль положения плиты в соответствии с проектом, а также зазор между колонной и отверстием под нее и уровень отклонения, ведь при достаточном отклонении одной панели, последующие, укладываемые на нее будут иметь еще больший уклон, в результате чего на одну часть здания будет приходиться нагрузка, сильно превышающая проектную, что может привести к образованию трещин, сколов и других дефектов, что в свою очередь может повлечь разрушение здания или сооружения..

Если же рассматривать стык двух панелей, например, в углу, тогда для повышения прочности соединения следует подготовить пазы для устройства арматуры, что позволит укрепить самое слабое место панели, а именно стык панели (рис. 3).

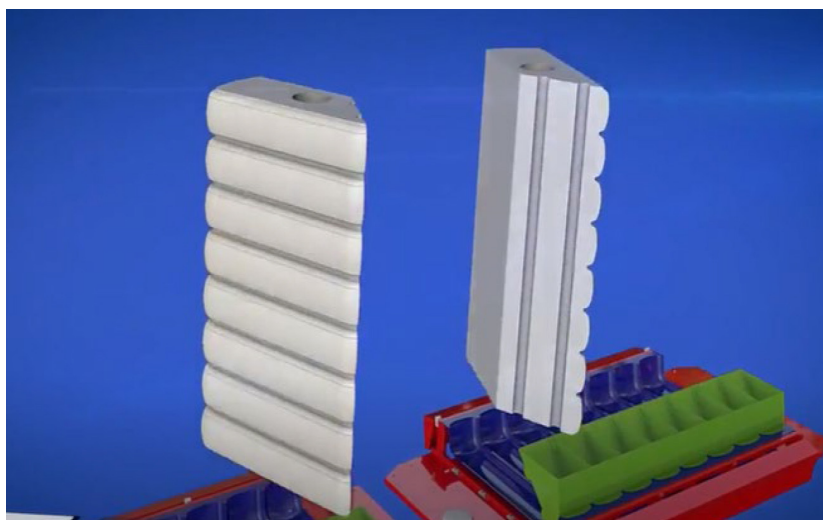


Рис. 3. Пазы для стыка панелей

Важным аспектом данной технологии, является возможность придания фасаду практически любого вида, за счет пластиковых форм, используемых для его формирования.

Благодаря чему можно возводить зданий и сооружений с учетом стилистики определенного района или города, также производить замену отдельных частей здания или сооружения, а за счет возможности уменьшения веса панелей, можно сохранить или даже уменьшить нагрузку на существующий фундамент, особенно уже применимо для надстройки этажей или же формированию мансардного этажа. В данных случаях вес конструкции является один из наиболее значимых факторов успеха реализации проекта. Довольно сложно точно сказать в каком состоянии находится существующий фундамент и грунт под ним, можно, конечно, провести исследования, но нельзя исключить вероятность того, что-то было упущено. В результате появиться возможность уменьшить вес конструкции, обеспечив при этом комфортные условия проживания, что важнее снизив риск просадки или уже наклона здания [6, 7].

Возможность придавать фасадом различный вид также может быть использована в случае вынужденного сноса здания исторической застройки или же в случае достиже-

ние зданием аварийного состояния, если по расчетам дешевле возвести новое, чем пытаться сохранить и поддержать существующее (рис. 4).



Рис. 4. Варианты фасадов

Вывод: для применения и реализации данных методов необходимы, в первую очередь, испытания по результатам, которых можно будет сделать вывод о том, достаточно ли точны предлагаемые методы, возможно ли внести изменения в существующую документацию.

Также необходима достаточно широкая электронная база данных, с различными вариантами панелей, и в случае невозможности внесения изменений, расчет удорожания производства работ.

Литература

1. ГОСТ 18105-2018 «Бетоны. Правила контроля и оценки прочности».
2. СП 435.1325800.2018 «Конструкции бетонные и железобетонные монолитные. Правила производства и приемки работ».
3. Достоинства монолитного строительства и некоторые проблемы его совершенствования / А. Ф. Юдина // Вестник гражданских инженеров. – 2012. – № 1 (30).
4. Технологии возведения зданий / Казаков Ю. Н. и др. СПб, Лань. 2019.
5. Исследование панельной жилой и общественной застройки 1950–80-х годов и возможности ее реконструкции и реновации в современных условиях (на примере застройки Санкт-Петербурга). Научно-исследовательская работа / Под общей ред. С. Г. Головиной // СПб.: 2016. 228 с.
6. Зотеева Е. Э. Системы сборно-монолитных зданий: зарубежный опыт строительства // Аллея науки, 2017. с. 286–291
7. Бадьин Г. М., Сычёв С. А., Макаридзе Г. Д. Технологии строительства и реконструкции энергоэффективных зданий. СПб.: БХВ-Петербург, 2017.

УДК 658.562

Анна Владимировна Аронская, студент
(Санкт-Петербургский государственный
архитектурно-строительный университет)
E-mail: aronskiia@list.ru

Anna Vladimirovna Aronskaia, student
(Saint Petersburg State University
of Architecture and Civil Engineering)
E-mail: aronskiia@list.ru

**СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ КОНТРОЛЯ КАЧЕСТВА ПРИ ПРОВЕДЕНИИ
СВАРОЧНЫХ РАБОТ В СТРОИТЕЛЬСТВЕ (ОКОНЧАНИЕ)**

**IMPROVING QUALITY CONTROL DURING WELDING OPERATIONS
IN CONSTRUCTION (FINAL PART)**

Рассмотрены мероприятия из состава входного, операционного и приемочного контроля в части их информативности и применительно к возможности автоматизации оценки их результатов с применением современных информационных технологий. Рассмотрены факторы, оказывающие влияние на разработку аппаратно-программных средств контроля качества при проведении сварочных работ. Рассмотрены существующие методы и системы, применяемые при контроле наличия дефектов сварных соединений. Сделаны выводы о правильности, перспективности и целесообразности выбранного направления работы в том числе в рамках развития прикладных наук и поисковых исследований по одному из приоритетных направлений развития науки, технологий и техники Российской Федерации.

Ключевые слова: автоматическая классификация дефектов, качество сварки, классификация дефектов, контроль качества при проведении сварочных работ, предупреждение появления дефектов, сварные соединения, системы контроля наличия дефектов.

The measures of incoming, operational and acceptance inspection in terms of their informativeness and in relation to the possibility of automating the evaluation of their results using modern information technology are considered. Factors influencing the development of quality control hardware and software during welding operations are considered. Existing methods and systems used to monitor the presence of defects in welded joints are considered. Conclusions are made about the correctness, prospects and feasibility of the chosen direction of work, including in the development of applied sciences and exploratory research in one of the priority areas of development of science, technology and engineering of the Russian Federation.

Keywords: automatic fault classification, defect monitoring systems, fault classification, prevention of defects, quality control during welding operations, welded joint, welding quality.

В продолжение первой статьи на тему совершенствование контроля качества при проведении сварочных работ в строительстве представим расширенный анализ состояния контроля качества сварочных работ в строительстве.

В настоящее время в соответствии с СП 48.13330.2019 Организация строительства СНиП 12-01-2004 производственный контроль сварочных работ включает в себя следующие этапы:

а) Входной контроль. Применяется к технологической документации, конструкции подлежащих сварке соединений, применяемому оборудованию, а также вспомогательным приспособлениям и инструментам.

б) Операционный контроль. Операционному контролю подлежат сварочные процессы, технологические операции. Проверяются правильность их выполнения. Также в операционный контроль входит проверка использования оборудования и соблюдение правил безопасности.

в) Приемочный контроль. Приемочному контролю подлежит качество выполненных сварных швов и соединений.

Рассмотрим подробнее содержание указанных этапов применительно к решению задач контроля качества при проведении сварочных работ.

Этап входного контроля

На данном этапе в обеспечение надлежащего качества сварных соединений осуществляется

- входной контроль рабочей документации;
- входной контроль применяемых строительных материалов, изделий, конструкций, полуфабрикатов и оборудования в необходимом объеме согласно действующей НД, положениям договора с застройщиком (техническим заказчиком).

В ходе входного контроля может осуществляться разрушающий контроль сварных соединений, необходимость проведения которого регламентирована ГОСТ 33857-2016 (металлографические исследования, испытания на стойкость к межкристаллитной коррозии, механические испытания, контроль содержания ферритной фазы).

На данном этапе могут быть оценены факторы, влияющие на качество сварочных работ и сварных соединений:

- рациональность спроектированной конструкции;
- качество технической документации;
- качество основного металла;
- качество вспомогательных сварочных материалов (электродов, электродной проволоки, флюсов, защитных газов);
- конструкция и состояние средств, применяемых при сборке деталей под сварку;
- конструкция и состояние сварочного оборудования.

Этап операционного контроля

Осуществляется операционный контроль в части процессов сварки в ходе выполнения работ в полном объеме согласно действующей нормативной документации, в том числе контроль соблюдения требований охраны труда.

На этом этапе проверяются (СП 48.13330.2019 Организация строительства СНиП 12-01-2004):

- соответствие выполняемых производственных операций организационно-технологической и нормативной документации, распространяющейся на данные производственные операции;
- соблюдение технологических режимов, установленных организационно-технологической документацией;
- соблюдение требований охраны труда при выполнении соответствующих производственных операций;
- соответствие показателей качества выполнения операций и их результатов требованиям проектной и организационно-технологической документации, а также распространяющейся на данные технологические операции нормативные документы.

Для выполнения операционного контроля качества в составе организационно-технологической документации (в том числе проектов производства работ и технологических карт) должны разрабатываться разделы, содержащие:

- перечень операций или процессов, которые подлежат проверке по показателям качества;
- чертежи конструкций с указанием допускаемых отклонений в размерах, требуемой точности измерений, параметров стандартных образцов, а также применяемых материалов;
- места выполнения контроля, их частота, методы, исполнители, средства измерений и формы записи результатов.

Этап приемочного контроля

Осуществляется приемочный контроль качества выполненных сварных швов и соединений.

По результатам контроля на основе установленных критериев принимается решение о годности результатов выполнения работ.

Приемочный контроль законченного сварного соединения (сварной конструкции) включает неразрушающий контроль качества сварных соединений (ГОСТ 3242-79 Соединения сварные. Методы контроля качества); также может включать разрушающий контроль сварных соединений, необходимость проведения которого регламентирована ГОСТ 33857-2016.

Таким образом, контроль качества при проведении сварочных работ в строительстве представляет собой комплекс мероприятий, в ходе проведения которых необходим систематический контроль качества и целенаправленные воздействия на условия и факторы, влияющие на качество продукции, это касается как процессов оценки качества собственно сварных соединений, так и качества технической документации.

Рассмотрим указанные выше мероприятия из состава входного, операционного и приемочного контроля, в части их информативности и применительно к возможности автоматизации оценки их результатов с применением современных информационных технологий (табл. 1–4).

Таблица 1

Этап входного контроля

Мероприятие	Возможность автоматизированной оценки с применением информационных технологий	Примечание
1. Входной контроль рабочей документации	Низкая	Оценка проводится квалифицированными специалистами
2. Входной контроль применяемых строительных материалов, изделий, конструкций, полуфабрикатов и оборудования	Выше средней	Высокая возможность автоматизированной оценки с применением информационных технологий в части входного контроля сварочных и наплавочных материалов при проверке качества сварочных материалов перед их использованием в производстве путем испытания образцов, изготовленных из металла шва контрольных сварных соединений или наплавленного металла (исследования по ГОСТ 33857-2016). Низкая возможность автоматизированной оценки наличия сертификатов или иных документов с проверкой полноты приведенных в них данных и их соответствия установленным требованиям.

Таблица 2

Этап операционного контроля

Мероприятие	Возможность автоматизированной оценки с применением информационных технологий	Примечание
1. Соответствие выполняемых производственных операций организационно-технологической и нормативной документации, распространяющейся на данные производственные операции	Низкая	
2. Соблюдение технологических режимов, установленных организационно-технологической документацией	Низкая	
3. Соблюдение требований охраны труда при выполнении соответствующих производственных операций	Низкая	
4. Соответствие показателей качества выполнения операций и их результатов требованиям проектной и организационно-технологической документации, а также распространяющейся на данные технологические операции нормативные документы.	Низкая	Низкая возможность оценки именно показателей качества и их соответствия установленным требованиям. Однако высокая возможность автоматизированной оценки с применением информационных технологий в части наличия дефектов, возможных к выявлению неразрушающими методами контроля.

Таблица 3

Этап приемочного контроля

Мероприятие	Выявляемые дефекты (информативность)	Возможность автоматизированной оценки с применением информационных технологий	Примечание
Неразрушающий контроль качества сварных соединений по ГОСТ 3242-79 Соединения сварные. Методы контроля качества (по видам контроля)			
Технический осмотр	Поверхностные дефекты	Выше среднего	Возможность визуализации и обработки изображений системами машинного зрения
Капиллярный	Дефекты (несплошности), выходящие на поверхность	Выше среднего	Возможность визуализации и обработки изображений системами машинного зрения

Мероприятие	Выявляемые дефекты (информативность)	Возможность автоматизированной оценки с применением информационных технологий	Примечание
Неразрушающий контроль качества сварных соединений по ГОСТ 3242-79 Соединения сварные. Методы контроля качества (по видам контроля)			
Радиационный	Внутренние и поверхностные дефекты (несплошности), а также дефекты формы соединения	Выше среднего	Возможность визуализации и обработки изображений системами машинного зрения
Акустический	Внутренние и поверхностные дефекты (несплошности)	Выше среднего	Возможность визуализации и обработки изображений системами машинного зрения
Магнитный	Поверхностные и подповерхностные несплошности	Выше среднего	Возможность визуализации и обработки изображений системами машинного зрения
Течеискание (по методам контроля)			
Радиационный	Сквозные дефекты	Низкий	
Масс-спектрометрический	Сквозные дефекты	Низкий	
Манометрический	Сквозные дефекты	Низкий	
Галоидный	Сквозные дефекты	Низкий	
Химический	Сквозные дефекты	Низкий	
Акустический	Сквозные дефекты	Низкий	
Капиллярный	Сквозные дефекты	Низкий	
Наливом воды под напором	Сквозные дефекты	Низкий	
Наливом воды без напора	Сквозные дефекты	Низкий	
Поливанием струей воды под напором	Сквозные дефекты	Низкий	
Поливанием рассеянной струей воды	Сквозные дефекты	Низкий	
Пузырьковый	Сквозные дефекты	Низкий	
Вскрытие	Внутренние дефекты	Выше среднего	Разрушающий метод контроля. Возможность визуализации и обработки изображений системами машинного зрения.
Технологическая проба	Внутренние и поверхностные дефекты	Выше среднего	Разрушающий метод контроля. Возможность визуализации и обработки изображений системами машинного зрения.

По результатам рассмотрения данных табл. 1–4 представляется целесообразным выполняемой работе к дальнейшему рассмотрению принять мероприятия № 2 (табл. 1), №№ 1 – 5 и №№ 18, 19 (табл. 3), как обладающие достаточной информативностью, так и имеющие возможность автоматизированной оценки с применением информационных технологий, в том числе систем машинного зрения и искусственных нейросетей.

Рассмотрим классификацию дефектов по установленным в соответствии с ГОСТ Р ИСО 6520-1-2012 шести основным группам, по которым возможна разработка алгоритмов и аппаратно-программных комплексов, способных обнаруживать и классифицировать дефекты сварки.

- Группа № 1: трещины (микротрещина, продольная трещина, поперечная трещина, радиальная трещина, кратерная трещина, разрозненные трещины, разветвленная трещина);

- Группа № 2: полости (полость, газовая полость, газовая пора, равномерная пористость, скопление пор, линейная пористость, вытянутая полость, свищ, поверхностная пора, поверхностная пористость, усадочная раковина, междендритная усадка, кратерная усадочная раковина, незаваренный кратер, микроусадка, междендритная микроусадка, транскристаллическая микроусадка);

- Группа № 3: твердые включения (твердое включение, шлаковое включение, флюсовое включение, оксидное включение, оксидная пленка, металлическое включение);

- Группа № 4: несплавление и непровар (несплавление, непровар, непровар в корне сварного шва, шипы);

- Группа № 5: отклонение формы и размера (неправильная форма, подрез, непрерывный подрез, прерывистый подрез, подрез корня шва, межваликовый подрез, единичный подрез, превышение выпуклости (стыковой шов), превышение выпуклости (угловой шов), превышение проплава (местное и протяженное), избыточное проплавление, неправильный угол перехода шва к основному металлу, неправильный радиус перехода шва к основному металлу, натек на лицевой стороне сварного шва, натек в корне шва, линейные смещения (листов, труб), угловые смещения, протечи, прожоги, незаполненная разделка кромок, асимметрия углового шва, неравномерная ширина шва, неровная поверхность шва, вогнутость корня шва, корневая пористость, плохое повторное возбуждение дуги, коробление, неправильные размеры сварного шва, превышение толщины сварного шва, превышение ширины сварного шва, занижение толщины углового шва, превышение толщины углового шва);

- Группа № 6: прочие дефекты (ожог дугой, брызги металла, вольфрамовые брызги, поверхностные задиры, риска, забоина, утонение металла, дефект от прихватки шва, смещение осей двухсторонних валиков, цвета побежалости, изменение цвета, окисленная поверхность, остаток флюса, остаток шлака, неправильный зазор в корне угловых швов, вздутие).

Для обнаружения дефектов и с целью алгоритмизации их обнаружения предполагается применять различные методы неразрушающего контроля, установленные нормативно-технической документацией для обеспечения контроля качества сварных соединений.

Такая задача не выглядит неразрешимой, учитывая отечественный и мировой опыт создания подобных систем.

Проанализируем опыт создания систем автоматизированного контроля качества сварных соединений.

Имеется информация о видеокomпьютерной системе автоматической классификации дефектов сварных соединений (материалы диссертации «Разработка видеокomпьютерной системы автоматической классификации дефектов сварных соединений» (по специальностям 05.13.01 – Системный анализ, управление и обработка информации в технических системах, 05.02.11 – Методы контроля и диагностики в машиностроении).

Основной целью диссертационной работы явилась разработка, исследование и реализация алгоритмов цифровой обработки изображений в системе автоматического контроля сварных соединений по данным видеомониторинга. В соответствии с задачами исследований проведен анализ способов получения цифровых изображений протяженных сварных соединений, исследованы типовые структуры систем технического зрения и алгоритмы цифровой обработки изображений, разработаны принципы распознавания дефектов сварных швов по изображениям протяженных сварных соединений, разработана алгоритмическая и программная реализация автоматической системы распознавания дефектов. Выполнено моделирование функционирования системы детектирования дефектов по изображениям сварных соединений.

Анализ указанной диссертационной работы позволяет сделать вывод о возможности эффективного решения задач научно-исследовательской работы, в том числе в части совершенствования путем обеспечения возможности цифровизации и обработки результатов других известных методов неразрушающего контроля (см. раздел 7 табл. 1).

Имеется информация о разработанном практическом образце автоматизированной рентгенографической системы контроля наличия дефектов сварки трубопроводов (публикация Automatic inspection of gas pipeline welding defects using an expert vision system – H. I. Shafeek*, E. S. Gadelmawla**, A. A. Abdel-Shafy** and I. M. Elewa**), рис. 1.

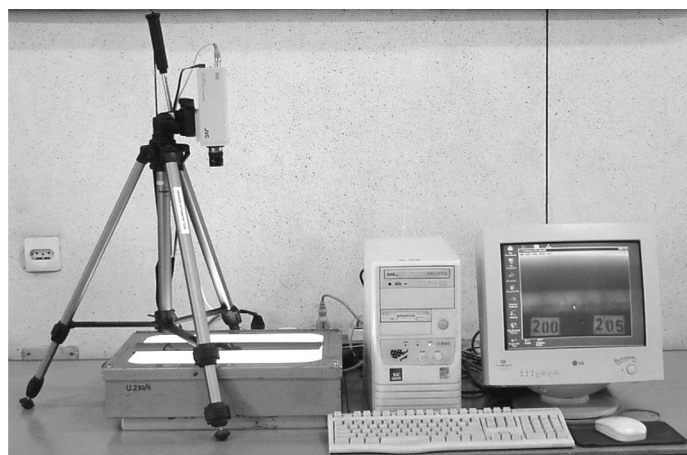


Рис. 1. Практический образец автоматизированной рентгенографической системы контроля наличия дефектов сварки трубопроводов

В статье рассмотрены принципы работы системы, обоснованы алгоритмы и принципы, позволяющие обнаруживать дефекты, производить оценку формы, ориентации, расположения дефектов. Подтверждены практически цифровые алгоритмы принятия решения по распознаванию дефектов, в том числе в случаях зашумления изображений.

Имеется информация о разработанной программной системе автоматического распознавания и классификации дефектов. (публикация Automatic Inspection System of Welding Radiographic Images Based on ANN Under a Regularisation Process).

В статье представлена система контроля наличия и классификации дефектов сварки, фиксируемых на рентгенографических изображениях, на основе искусственной нейронной сети.

Показаны возможности обработки изображений – фильтрация шумов, контрастирование, установка пороговых значений, пороговая обработка полутоновых изображений с выделением групп пикселей – с целью определения сварного шва и возможных имеющих дефектов.

Далее с помощью нейронной сети на основе анализа характерных геометрических особенностей осуществляется выбор именно дефекта из наличествующих артефактов изображения. Показана возможность обнаружения и классифицирования основных групп дефектов сварных соединений с применением контурирования бинарных изображений.

Имеется информация о методах автоматического контроля дефектов сварных швов с помощью радиографии в реальном времени (публикация *Automatic inspection techniques by real-time radiography for weld defects*) рассмотрены и проанализированы текущие состояния развития технологий обработки рентгеновских изображений. Описаны методы предварительной обработки изображений, применяемые в обеспечение реализации улучшения изображений (пороговая обработка полутоновых изображений, контрастирование, контурирование). Обозначена проблема необходимости уменьшения корреляционной связей элементов изображения.

Имеется информация о методе фотоакустической микроскопии для определения дефектов сварного шва (публикация *Destructive Inspection of Weld Defect and its Nondestructive Evaluation by Photoacoustic Microscopy*) Приведена оценка метода фотоакустической микроскопии для определения дефектов сварного шва.

Результаты определения дефекта методом фотоакустической микроскопии показаны в сравнении с результатами прямого измерения дефекта методом конфокальной микроскопии (конфокальная лазерная сканирующая микроскопия).

Подтверждено, что измерение внутреннего дефекта неразрушающим методом контроля с применением фотоакустической микроскопии позволяет эффективно обнаруживать внутренние дефекты сварочного шва.

Представленная выше информация позволяет сделать вывод о правильности, перспективности и целесообразности выбранного направления работы.

Представляется целесообразным, по результатам проработки литературных источников, при использовании современных информационных технологий применять в том числе математические модели, реализующие так называемые искусственные нейронные сети.

Отдельное внимание необходимо уделить проблемам обработки и оптимизации цифровых изображений с целью получения оптимальных изображений с точки зрения возможности определения искомых дефектов сварки математическими автоматизированными методами без участия наблюдателя.

Создаваемые результаты работы могут быть применимы в рамках развития прикладных наук и поисковых исследований по одному из приоритетных направлений развития науки, технологий и техники Российской Федерации

Литература

1. О порядке организации и проведения государственной экспертизы проектной документации и результатов инженерных изысканий (с изменениями на 26 октября 2020 года). – ПП РФ от 05.03.2007 № 145. [Электронный ресурс]. – Режим доступа <http://docs.cntd.ru/document/902030917>.

2. Организация входного контроля строительных материалов. – [Электронный ресурс]. – Режим доступа <http://docs.cntd.ru/document/677018629>
3. ГОСТ 33857-2016 Арматура трубопроводная. Сварка и контроль качества сварных соединений. Технические требования. – [Электронный ресурс]. – Режим доступа <http://docs.cntd.ru/document/1200146358>
4. ГОСТ 3242-79 Соединения сварные. Методы контроля качества. – [Электронный ресурс]. – Режим доступа <http://docs.cntd.ru/document/1200003545>
5. ГОСТ 19521-74 Сварка металлов. Классификация. – [Электронный ресурс]. – Режим доступа <http://docs.cntd.ru/document/1200004665>
6. РД 34.15.132-96 Сварка и контроль качества сварных соединений металлоконструкций зданий при сооружении промышленных объектов. – [Электронный ресурс]. – Режим доступа <http://docs.cntd.ru/document/1200005501>
7. СП 48.13330.2019 Организация строительства СНиП 12-01-2004. – [Электронный ресурс]. – Режим доступа <http://docs.cntd.ru/document/564542209>
8. Градостроительный кодекс Российской Федерации (с изменениями на 30 декабря 2020 года) (редакция, действующая с 10 января 2021 года). – [Электронный ресурс]. – Режим доступа <http://docs.cntd.ru/document/901919338>
9. ГОСТ Р ИСО 17640-2016 Неразрушающий контроль сварных соединений. Ультразвуковой контроль. Технология, уровни контроля и оценки (Переиздание). – [Электронный ресурс]. – Режим доступа <http://docs.cntd.ru/document/1200133735>
10. ГОСТ 15467-79. Управление качеством продукции. Основные понятия. Термины и определения (с Изменением № 1). – [Электронный ресурс]. – Режим доступа <http://docs.cntd.ru/document/gost-15467-79>
11. РД 24.200.04-90 Швы сварных соединений. Металлографический метод контроля основного металла и сварных соединений химнефтеаппаратуры. – [Электронный ресурс]. – Режим доступа <http://docs.cntd.ru/document/1200049019>
12. ГОСТ Р ИСО 6520-1-2012 Сварка и родственные процессы. Классификация дефектов геометрии и сплошности в металлических материалах. Часть 1. Сварка плавлением. – [Электронный ресурс]. – Режим доступа <http://docs.cntd.ru/document/1200103148>
13. Российская академия архитектуры и строительных наук (РААСН). – [Электронный ресурс]. – Режим доступа <http://www.raasn.ru/research/applied/>
14. Automatic inspection of gas pipeline welding defects using an expert vision system – H. I. Shafeek, E. S. Gadelmawla, A. A. Abdel-Shafy and I. M. Elewa. – [Электронный ресурс] <https://www.researchgate.net> (Дата обращения 10.2020-03.2021)
15. Automatic Inspection System of Welding Radiographic Images Based on ANN Under a Regularisation Process. – Juan Zapata Rafael Vilar Ramón Ruiz. – [Электронный ресурс] <https://www.researchgate.net> (Дата обращения 03.2021)
16. Automatic inspection techniques by real-time radiography for weld defects. - Dahai Ren, Zheng You, C.K. Sun, S.H. Ye. – [Электронный ресурс] <https://www.researchgate.net> (Дата обращения 10.2020-03.2021)
17. Destructive Inspection of Weld Defect and its Nondestructive Evaluation by Photoacoustic Microscopy. – Daijiroh Shiraishi, Ryosuke Kato, Haruo Endoh, and Tsutomu Hoshimiya. – [Электронный ресурс] <https://www.researchgate.net> (Дата обращения 10.2020-03.2021)
18. Jing Z., Benin D., Snezhko V., Vorona-Slivinskaya L., Aksenov I. Mechanical stresses in building structures and dry friction-ways to improve the durability of architectural structures. Journal of Advanced Research in Dynamical and Control Systems. 2020. Т. 12. № S2. С. 578–585.
19. Тет Аунг. – Разработка видеокomпьютерной системы автоматической классификации дефектов сварных соединений» (по специальностям 05.13.01 – Системный анализ, управление и обработка информации в технических системах, 05.02.11 – Методы контроля и диагностики в машиностроении). Автореферат на соискание степени кандидата технических наук. - [Электронный ресурс] <https://www.new-dissert.ru> (Дата обращения 10.2020-03.2021)

УДК 624.1

Анастасия Сергеевна Белоглазова, студент
(Санкт-Петербургский государственный
архитектурно-строительный университет)
E-mail: asiabel@mail.ru

Anastasya Sergeevna Beloglazova, student
(Saint Petersburg State University
of Architecture and Civil Engineering)
E-mail: asiabel@mail.ru

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ СТАЛЬНЫХ ШТУНТОВЫХ СВАЙ В ПОДЗЕМНЫХ КОНСТРУКЦИЯХ

USE OF STEEL SHEET PILES IN UNDERGROUND STRUCTURES

В статье рассматривается тема, которая очень актуальна в современном мире, особенно в спальных районах с большим автомобильным потоком. Устройство подземных конструкций поможет сократить время перемещений пешеходов, а также решить вопросы с пробками на дорогах. Строительство такой подземной конструкции очень длительный процесс, который ведет к продолжительному перекрытию дорожного движения. Описаны возможные варианты устройства подземных конструкций и более подробно рассмотрен метод с использованием шпунтовых свай, который в дальнейшем будут являться подпорными стенами данной конструкции. Метод с использованием шпунтовых свай выбран для дальнейшего исследования, так как он позволяет значительно сократить время перекрытия автомобильного движения.

Ключевые слова: стальные шпунтовые сваи, «открытый способ», вдавливающая установка, обварка стыков, металлические прокатные профили.

The article deals with a topic that is very relevant in the modern world, especially in residential areas with a large traffic flow. The installation of underground structures will help reduce the time for pedestrians to travel, as well as solve problems with traffic jams. The construction of such an underground structure is a very time-consuming process that leads to long-term road closures. Possible options for the arrangement of underground structures are described, and the method using sheet piles, which in the future will be retaining walls of this structure, is considered in more detail. The method using sheet piles was chosen for further research, as it can significantly reduce the time of road traffic closure.

Keywords: steel sheet piles, «open method», pressing unit, welding of joints, metal rolling profiles.

В современном мире очень остро стоит вопрос мобильности и сокращения времени на дорогу. В связи с этим растет потребность в подземных пешеходных переходах (в дальнейшем подземных конструкциях), которые способствуют как сохранению автопотока на дорогах, так и бесперебойного перемещения людей. Так же такие конструкции будут способствовать более безопасному движению людей и не влиять на архитектурный облик городских улиц.

Устройство таких подземных конструкций очень дорогостоящий и длительный процесс. Один из самых широко применяемых методов возведение таких конструкций – это устройство «открытым способом». Данный способ включает в себя откопку котлована, затем устройство конструктивной части. Конструктивная часть может быть, как монолитной, так и из сборных готовых блоков (рис. 1).

Этот метод хорош тем, что широко применяем и подробно изучен. Но при данном методе есть необходимость в довольно длительном перекрытии движения машин, что принесет немало трудностей и большие затраты. Поэтому необходим метод устройства

подземных конструкций, который будет способствовать перекрытию дорожного потока на минимальный промежуток времени и будет выгоден с экономической точки зрения [1].

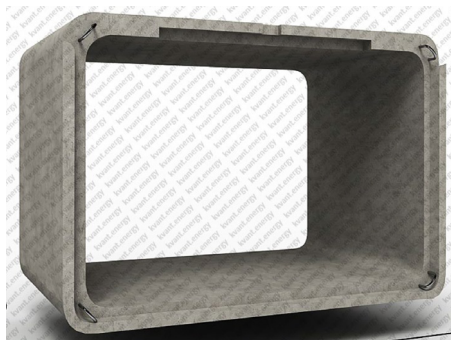


Рис. 1. Готовый объемный железобетонный блок

На данный момент разработана технология, которая позволит сохранять практически полный дорожный трафик на время строительства. Одной из последних технологий стала проходка двухпутных тоннелей метрополитена с применением тоннельно проходческого механизированного комплекса (ТПМК) с грунтопригрузом $\varnothing 10620$ мм (рис. 2).

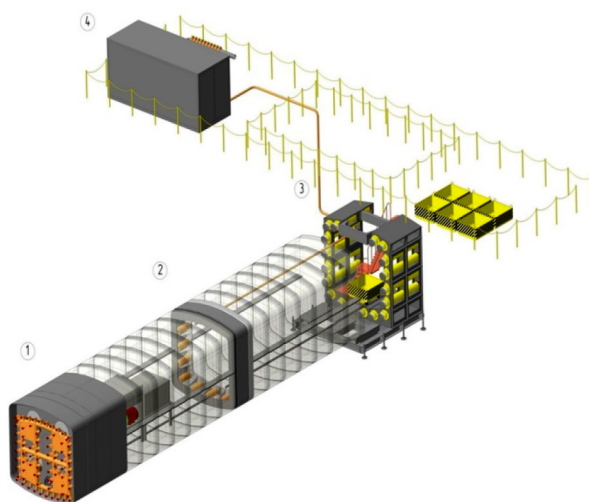


Рис. 2. Общий вид комплекса КСВП:

- 1 – головная секция; 2 – промежуточная домкратная станция;
3 – домкратная станция; 4 – контейнер со вспомогательным оборудованием

Используя проходческий комплекс с активным пригрузом забоя и установкой отделки методом продавливания из стартового котлована, осадки земной поверхности будут снижены до минимума, что позволит вести проходческие работы, не останавливая движение транспорта [2].

Конструкция комплекса и технологические процессы проработаны так, что для производства работ необходим стартовый котлован минимальных размеров – 6×8 м – это позволит сооружать подземные пешеходные переходы без выноса инженерных сетей. Одним из важных моментов в организации работ при сооружении пешеходного перехода в условиях плотной застройки мегаполисов является компактность строительной площадки для минимального перекрытия проезжей части в зоне строительства [3].

Но данная технология не рентабельна с экономической точки зрения, так как оборудование довольно дорогостоящее.

Необходим такой метод, который будет сочетать в себе кратковременное перекрытие движения или же его частичное сохранение и экономически выгоден. Одним из таких может быть применение металлических шпунтовых свай в подземных конструкциях.

Зарубежный и отечественный опыт применения металлических шпунтовых свай позволил выявить области их эффективного использования в качестве постоянных элементов подземных (заглубленных и полузаглубленных) зданий и сооружений. Шпунтовые сваи на данный момент широко применяют в гражданском и промышленном строительстве, так как имеют ряд преимуществ перед традиционными способами аналогичных сооружений:

- отсутствует необходимость выемки грунта и, соответственно, его транспортировки
- сокращаются сроки строительства за счет применения элементов, которые сразу готовы к монтажу и обладают легкой стыковкой друг с другом
- удобство стыковки с другими конструкциями при помощи сварки
- при помощи обварки стыков можно избежать протечек и легко выполнять ремонт.
- рабочий процесс практически не зависит от погодных условий

Таким образом, при применении стальных шпунтовых свай при устройстве подземных конструкций можно сократить сроки перекрытия автомобильного движения [4].

Возведение подземных конструкций при помощи шпунтовых свай включают в себя следующие этапы:

1. Подготовка территории – частичное перекрытие дорожного движения (работы по устройству подземной конструкции будут вестись в две захватки (рис. 3)), устройство ограждений строительной площадки, снятия дорожного покрытия для подготовки к земляным работам.

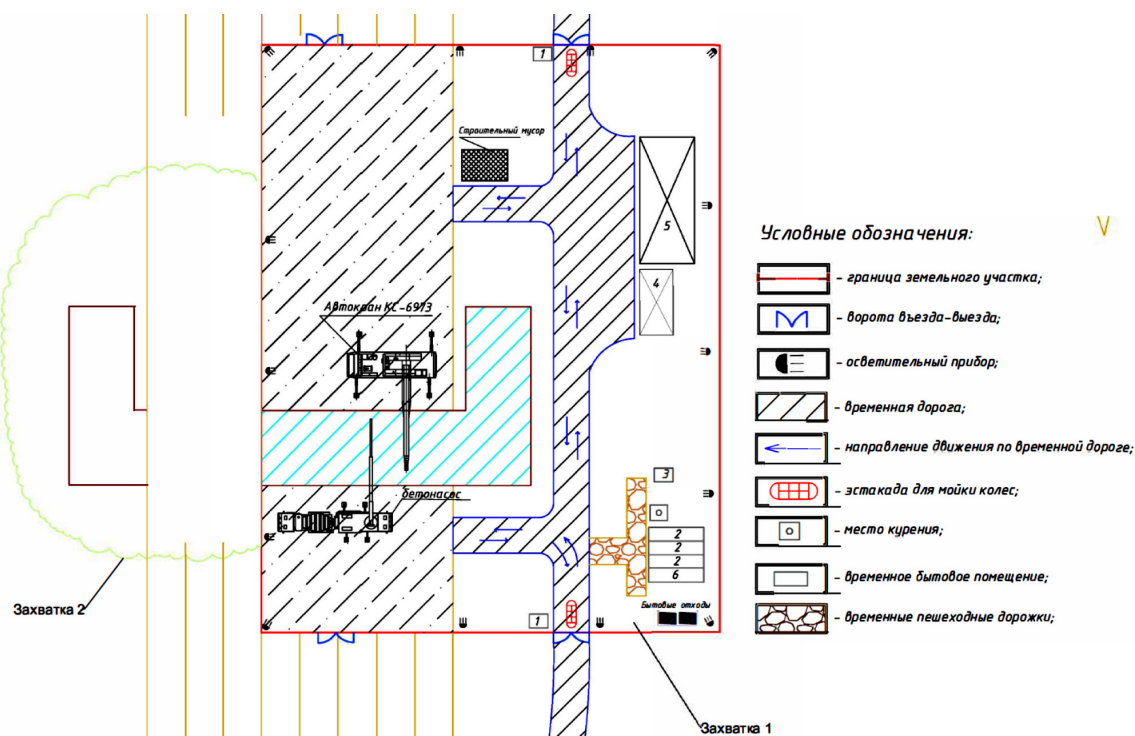


Рис. 3. Строительный план площадки с двумя захватками

2. Устройство шпунтовых свай с помощью, вдавливающей установка GIKEN GP-150 (рис. 4) для меньшего воздействия на окружающую застройку, потому что устройство ведется уже в существующей городской среде. Шпунтовые свай в дальнейшем будут служить наружной стеной, а также фундаментом.

Для устройства шпунтовых стен используются металлические прокатные профили, различающиеся формой поперечного сечения, устройством замка и его расположением относительно самого профиля. Металлические прокатные профили имеют небольшую толщину и относительно высокий момент сопротивления по отношению к площади поперечного сечения.

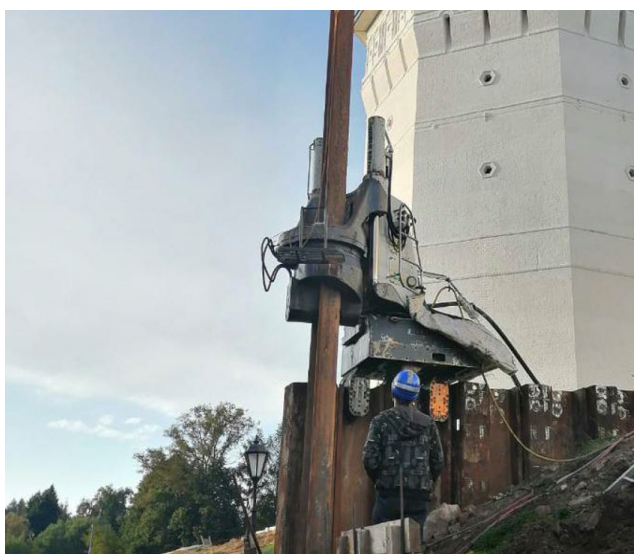


Рис. 4. Вдавливающей установка GIKEN GP-150

3. Для обеспечения водонепроницаемости подземной конструкции на весь период эксплуатации необходимо обварить все стыки элементов специальной сваркой. (рис. 5).

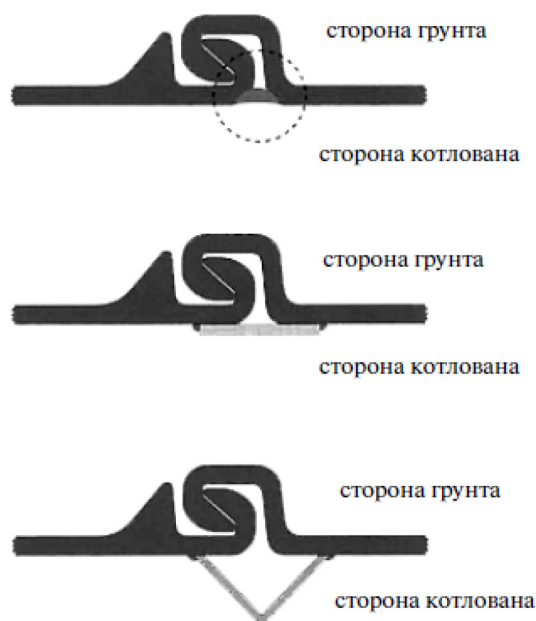


Рис. 5. Варианты обварки замковых соединений шпунтовых свай

4. Устройство монолитных железобетонных плит покрытия. Для их устройства применяются типовые узлы для устройства плит покрытия из сборных железобетонных элементов, что существенно сокращает сроки строительства (рис. 6).

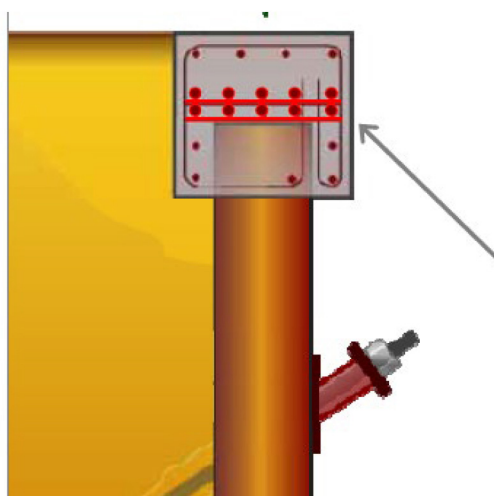


Рис. 6. Вариант узла крепления плит покрытия к шпунтовым сваям

5. В дальнейшем можно переходить к восстановлению дорожного движения и продолжать работы по откопке шпунтовых свай под защитой монолитных сборных плит покрытия. Откопка происходит сбоку при трапецевидной форме дорожной насыпи [5].



Рис. 7. Откопка подземной конструкции под защитой покрытия с ограждением из шпунтовых свай

6. Следующим этапом будет проведение отделочных работ подземной конструкции. Лицевая поверхность шпунтовых свай обязательно должна быть огрунтована и окрашена.

Заключение

Данный метод актуален в настоящее время из-за широкого применения шпунтовых свай в строительстве. Благодаря быстрым срокам монтирования шпунтовой стены, движение транспорта перекрывается на минимальный срок, что является одним из главных преимуществ перед традиционными методами устройства подземных конструкций. Также плотность застройки не даёт возможности строительства традиционными способами. Применение шпунтовых стен позволяет использовать намного меньше материалов для внутренней отделки, так как достаточно окрасить лицевую часть шпунтин, что значительно влияет на экономическую составляющую часть данного метода. Все эти факторы способствуют выбору шпунтовых свай как постоянных подпорных стен в подземных конструкциях.

Литература

1. Верстов В. В., Гайдо А. Н., Иванов Я. В. Технологии устройства ограждений котлованов в условиях городской застройки и акваторий . – 2014.
2. Технология устройства свайных фундаментов. Учеб. пособие / В. В. Верстов, А. Н. Гайдо; СПбГАСУ. – СПб., 2010 г. – 175 с.
3. Технологические процессы в строительстве: учебник для студ. учреждений высш. образования / А. Ф. Юдина, В. В. Верстов, Г. М. Бадьин. – 2-е изд., стер. – М.: Издательский центр «Академия», 2014. – 304 с. – (Сер.Бакалавриат).
4. Стандарт организации ООО «Карст». СТО 48937526-001-2012. Применение стальных шпунтовых свай в подземных конструкциях зданий и сооружений массового строительства в обычных условиях эксплуатации, подпорных стенах и транспортных тоннелях – 2012.
5. ТТК. Строительство пешеходного перехода (тоннеля) под автомобильной дорогой открытым способом <http://docs.cntd.ru/document/450702523#>

УДК 69.059.35

Ян Игоревич Бинецкий, студент
(Санкт-Петербургский государственный
архитектурно-строительный университет)
E-mail: timeyantime@gmail.com

Ian Igorevich Binetskii, student
(Saint Petersburg State University
of Architecture and Civil Engineering)
E-mail: timeyantime@gmail.com

ПРИМЕНЕНИЕ ТЕХНОЛОГИЙ РЕВЕРСИВНОГО ИНЖИНИРИНГА В ПРОИЗВОДСТВЕ РЕСТАВРАЦИОННЫХ РАБОТ

APPLICATION OF REVERSE-ENGINEERING TECHNOLOGIES IN PRODUCTION OF RESTORATION WORKS

В статье детально описывается применение технологии реверсивного инжиниринга, в частности, лазерного сканирования при реставрации объектов и воссоздании отдельных элементов декора. Рассмотрен экспериментально процесс изготовления элемента от съемки облака точек до отливания из гипса отдельного элемента. Описываются результаты эксперимента, анализируются оптимальные и альтернативные методы исследуемого подхода с использованием различных материалов и оборудования. Значительное внимание уделяется преимуществам предоставляемым современным ПО для работы с облаком точек и необходимости незамедлительного применения. В заключение раскрываются перспективы использования реверсивного инжиниринга в реставрации ближайшем будущем.

Ключевые слова: реверсивный инжиниринг, воссоздание элементов, лазерное сканирование, 3D печать, объект культурного наследия (ОКН), mash-поверхности.

The article describes in detail the use of reverse engineering technology, in particular, laser scanning in the restoration of objects and the recreation of individual decorative elements. The process of manufacturing an element from shooting a cloud of points to casting a separate element from gypsum is considered experimentally. The results of the experiment are described, the optimal and alternative methods of the investigated approach using various materials and equipment are analyzed. Considerable attention is paid to the benefits provided by modern point cloud software and the need for immediate implementation. In conclusion, the prospects for the use of reverse engineering in restoration in the near future are revealed.

Keywords: reverse engineering, element recreation, laser scanning, 3D printing, object of cultural heritage, mash-spaces.

За последние двадцать лет наблюдается экспоненциальное развитие применения реверсивных технологий для реставрации, особенно лазерного сканирования для защиты памятников, их консервации и сохранения архитектуры в виде компьютерных моделей. Использование таких высокопроизводительных инструментов увеличило возможность записи невероятно большого количества данных с такой легкостью, что один оператор может легко выполнить съемку в одиночку за короткий срок [1].

Лазерный сканер – это инструмент, способный измерять положение тысяч точек в пространстве, которые будут определять поверхность отсканированного объекта. В результате процесса сканирования мы получаем то, что называется «облаком точек», очень плотную группу точек, размещенных в пространстве в соответствии с координатами XYZ, которые впоследствии будут выровнены в специальном программном обеспечении для воссоздания трехмерной модели [2].

Более того его достоинством является то, что мы можем иметь высококачественную виртуальную копию любого архитектурного элемента или части этого элемента, кото-

рая позволяет исследователям изучать, изменять, осуществлять контроль качества или так называемую «обратную инженерию», которая представляет собой обратный процесс воссоздания объекта, который позволяет нам понять, как здание, было сконструировано, какие элементы декора и объемы оно имело.

Данные 3D-сканирования дают возможность виртуально, заранее просмотреть поврежденные и отсутствующие детали. Сложная геометрия и mesh-поверхности требуют от профессионалов создания оригинальных масштабированных моделей для 3D-сканирования и обработки данных для цифровых моделей [1, 2]. 3D-печать, как быстрый и точный метод, снижает зависимость от длительной, повторяющейся и утомительной ручной реставрации, а именно, моделирования элементов лепного декора. Для воссоздания отдельных элементов лепного декора или недостающих фрагментов существует определенная последовательность действий необходимых для получения готового продукта. В данной статье экспериментально рассмотрен процесс изготовления, начиная с обработки облака точек, заканчивая отливкой формы готового гипсового декора. Также анализируются альтернативные варианты использования и изготовления.

Для практического эксперимента было использовано облако точек объекта культурного наследия, а именно его интерьера и частично экстерьера (фасадов). Сканирование производилось с помощью наземного лазерного сканера от компании «FARO» модели FOCUS M70 на дальности до 10 м от поверхностей при скорости съемки 122 тыс. точ./сек. Технические характеристики, взятые из техпаспорта оборудования, в соответствии с моделью сканера и условиями использования, приведены в таблице 1.

Таблица 1

Технические характеристики FARO FOCUS M70

Диапазон при отражающей способности	90 % (белый)	10 % (тёмно-серый)	2 % (чёрный)
Дальность измерений (м)	0.6–70	0.6–70	0.6–50
Отражающая способность поверхности объекта	При дальности 10м.		
	Без фильтрации	Фильтрация шумов	
90 % (белый)	0.7	0.4	
10 % (тёмно-серый)	0.8	0.4	
2 % (чёрный)	1.5	0.8	
Точность измерения расстояния	±3 мм		
Скорость измерения	122 000 точек в секунду		

Сканирование производилось в целях определения объемов работ по восстановлению ОКН. После, отдельные фрагменты (снимки) сшивались в единое облако с использованием программы AUTODESK «ReCap PRO». Результат соединения фрагментов съемки представлен на (рис. 1).

Следующим этапом была работа непосредственно с облаком и конвертация точек в единую поверхность с корректировкой, и приведению модели к исходному виду реального элемента. Для этого была извлечена группа точек декоративного элемента типа,

который можно отнести к «светильникам» [3], представляющий собой объемный, декоративный, многолепестковый цветок. Данный элемент был выбран, как наиболее удобный для дальнейшего эксперимента.

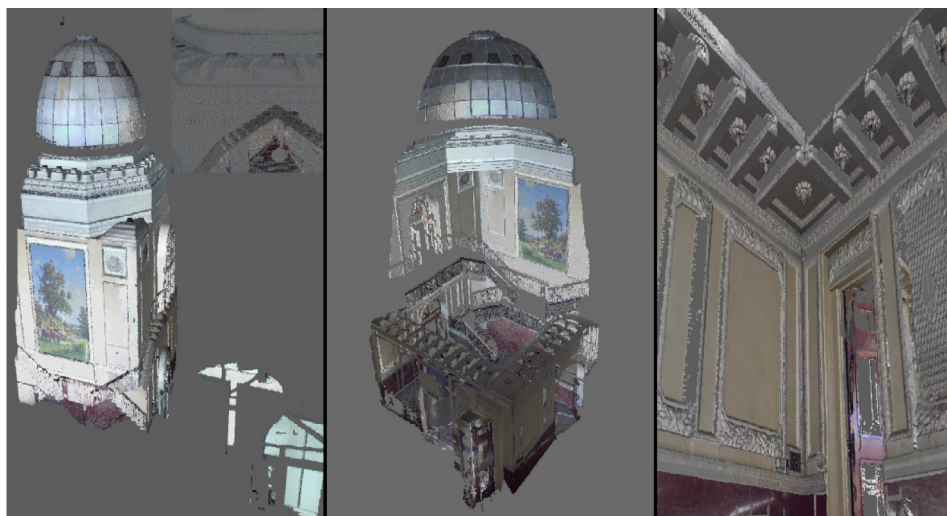


Рис. 1. Облако точек объекта в программе AUTODESK ReCap

Вычленение необходимого количества точек производилось в программе Autodesk «ReCap Pro» (рис. 2). Программа поддерживает несколько форматов, но для дальнейшей работы единственным форматом, который можно использовать с программами вне среды ПО Autodesk является формат (.PTS).

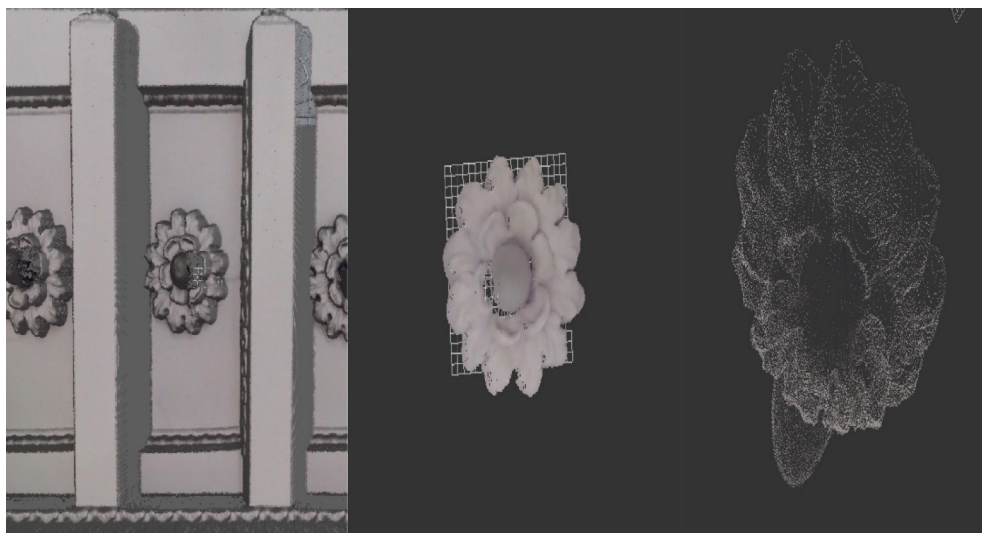


Рис. 2. Извлечение элемента в программе AUTODESK «ReCap Pro»

Для уточнения количества точек необходимо использовалось другое программное обеспечение «Geomagic Wrap». Этот инструмент относится к другому классу программ, которые используются для работы непосредственно с точками и их расположением относительно друг друга с преобразованием в поверхности.

Конвертация набора точек выполняется с помощью триангуляции, что позволяет автоматически соединить координаты точек в плоскую геометрию и выдать готовую

поверхность элемента. Сложность конвертации заключается в нехватке данных точек геометрии объектов. Первая причина – это стационарное размещение оборудования наземного сканирования и невозможность сканирования отдельных частей сложной геометрии. Второй причиной является точность инструментов и небольших размеров сложной геометрии декора.

Решить такие сложности позволяет современное программное обеспечение и их особые алгоритмы. В данном эксперименте использовалось все то же ПО «GeoMagic Wrap», что позволило получить точную поверхность лепного светильника (рис. 3). Необходимо было восстановить отверстия, сгладить острые шипы, создать ровную подрезку плоскости и увеличить количество сетки полигонов.

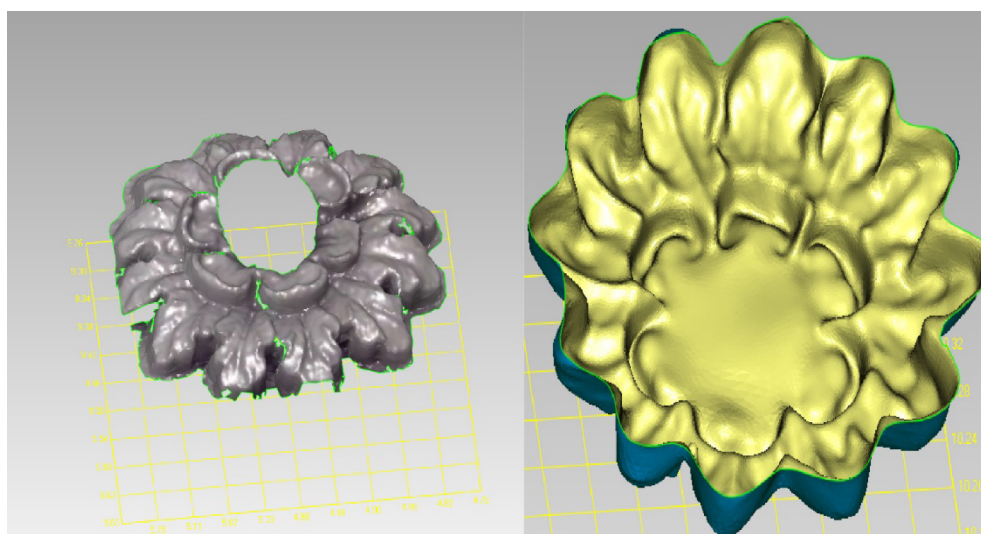


Рис. 3. Восстановление поверхности с помощью GeoMagic Wrap

Для изготовления элемента необходимо перевести объект из поверхности в твердое тело. Для такой операции идеально подходит «3Ds Max» среды Autodesk (рис. 4).

Следующим этапом является 3d печать. Для подготовки модели к печати следует перевести ее в формат стереолитографии STL (stereolithography format). Существует большое количество программ позволяющих конвертировать модели в такой формат. Для удобства, в данном эксперименте был использован GeoMagic Wrap.

Также стоит заранее определиться с пластиком, который может использоваться для изготовления подобных форм. Выбор пластика зависит от диаметра струи при изготовлении образца, типа принтера, гибкости и прочности конечного продукта, качества печати, стоимости исходного сырья. Возможно использование не сколько технологий. Первая это литье в пластиковую форму. В данном случае необходимо использовать гибкие пластики Flex и определенные настройки принтера. Во втором случае это печать самого элемента и затем отливка силиконовой формы, а уже потом литье гипса. Цены на оба варианта высокие, но дешевле чем моделирование лепного декора вручную.

Было проведено несколько экспериментов с использованием различных видов пластика для 3D печати. Первым экспериментом было использование «ABS» пластика с обработкой ацетоном в контейнере в течении 1 часа при комнатной температуре. Пластик стал более пластичным, но эффект оказался незначительным и извлечь гипсовую фор-

му было невозможно. Также отмечено, что качество печати оказалось посредственным и не подходит для гипсовых изделий.

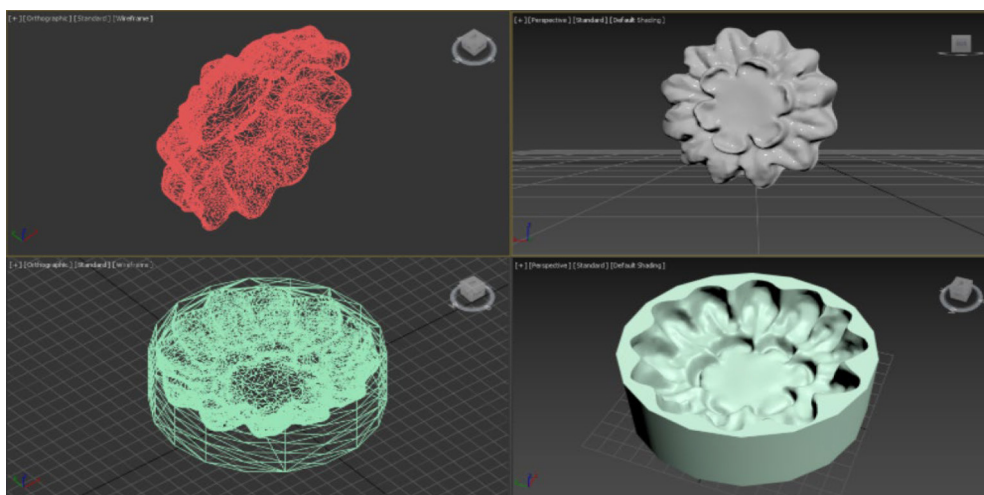


Рис. 4. Создание модели декора светильника и формы шаблона в 3ds Max

Следующим экспериментом стала 3D печать пластиком «PETG», также обработанным раствором метилена хлористого (дихлорметан) в закрытом контейнере в течении 30 мин. Качество печати заметно подросло, но пластик потерял свои пластические свойства в течении последующих 2-х часов, что сказалось на невозможности выемки гипсового изделия. Причиной оказалось то, что при обработке восковой разделительной смазкой, вещество впиталось в пластик и не образовало ровную разделительную пленку.

Все данные экспериментов, их условия, материал и результаты приведены в табл. 2.

Таблица 2

№ н/н	Пластик	Темп. печ., t°С	Темп.сто-ла, t°С	Обдув струи	Раствор	Смазка	Плотность, гр/см ³	Пригодность для использования
1	ABS	190	50	Закрытая камера	ацетон	ВС-М	1,02	непригоден (низкое качество, запах, одноразовый)
2	PETG	220	60	Выполнялся	CH ₂ Cl ₂	ВС-М	1,38	непригоден (не пластичен, дорогой)
3	eFLEX	210	60	Выполнялся	нет	ВС-М	1,12	пригоден

Удачным, но дорогостоящим экспериментом стал пластик «eFlex» средней твердости. После обработки смазкой и отливки формы, изделие легко извлеклось и после перетирки, получило необходимый вид, готовый для монтажа (рис. 5). Уменьшить стоимость изделия можно за счет: увеличения расстояния между ребрами жесткости модели; изменения формы шаблона с цилиндрической на коническую; используя мягкий пластик с меньшей плотностью; использовать промышленные принтеры; оптовая закупка пластика.



Рис. 5. Результат использования формы из «PETG» и «eFlex» пластика

Перспективы реверсивного подхода в реставрации

Главная тенденция последних лет – это внедрение мобильного лидарного сканирования (Mobile LiDAR Systems MLS), которое используется технологическими корпорациями по всему миру для совершенствования картографических сервисов. LiDAR датчики устраивают на автомобили, поезда, дроны, беспилотные самолеты. Последние пару лет лидарные системы встраиваются в смартфоны. Такие модули встраивают корпорации: Apple Inc.; Shenzhen Zhixin New Information Technology Co; Google LLC и др. Компании разрабатывают ПО для таких систем, что позволяет уже сейчас использовать такую в инженерных целях [4]. Точность сканирования достаточна для использования в лазерном сканировании фасадов и отдельных его элементов. Из года в год эта технология развивается и совершенствуется, более того, становится доступной для потребителя и организаций.

Кроме того, использование такого подхода позволяет отказаться от коэффициентов, применяемых при изготовлении формы, и коэффициентов по характеру архитектурно-лепной декор, приведенных в реставрационных нормах и правилах Российской Федерации [5], за счет автоматического расчета площади и объема в программных комплексах.

С другой стороны, технология применима при реставрации дубовых интерьеров. Такие интерьеры включают в себя деревянные щиты как основу и большое количество деревянного декора по поверхности стен и потолка. Воссоздавать такой интерьер вручную это трудоемкий процесс, для этого прибегают к использованию ЧПУ станков [6], но, в таком случае, для создания элемента необходима 3d модель каждого отдельного элемента. Лазерное сканирование позволит упростить реставрацию объектов с деревянными интерьерами, воссоздать их в исходном виде и снизить стоимость работ по восстановлению.

Облачные технологии позволяют собирать и обрабатывать большие объемы информации, а также синхронизировать работу всех специалистов не выходя из офиса, что поможет исключить нагрузку на государственные органы по охране культурного наследия. Синхронизация в облаке всех данных по каждому элементу декора дает возможность по

оперативному выполнению работ, без ожидания государственных служащих и авторского надзора со стороны проектных организаций.

Данные, собранные в облако, смогут предоставляться эксплуатирующим объекты организациям. Такой доступ необходим в случае утраты отдельных элементов фасада или интерьеров. Станет возможным оперативное изготовление форм, декора и, следовательно, монтаж элемента.

Применение 3D печати также играет большую роль. Последние годы происходит удешевление процедуры 3D печати за счет: роста конкуренции, снижения стоимости исходного сырья, увеличения скорости печати, наращивания промышленных мощностей компаний, оказывающих такие услуги [7]. Главным преимуществом данной технологии является отказ от ручного труда при изготовлении моделей, а также отказ от использования силикона при литье форм.

Еще одним перспективным направлением является 3D печать гипсом, но пока точность оборудования и стоимость изготовления моделей остается высокой, поэтому пришлось отказаться от такого варианта при проведении эксперимента в виду его нерациональности.

Архитектурные обмеры представляют собой трудоемкие процедуры с привлечением специалистов с опытом работы в реставрации и требуют оптимизации. С лазерным сканированием все проще, поскольку нет необходимости проведения работ на фасадах и в помещениях. Все работы могут быть выполнены в офисе и точность обмерных работ очевидно возрастает, что говорит о необходимости скорейшего внедрения такого подхода.

Заключение

Технологии реверсивного инжиниринга, в частности, лазерного сканирования являются перспективным направлением и в ближайшие годы могут составить серьезную конкуренцию традиционным методам. Преимуществами являются:

1. Снижение временных затрат на проведение архитектурных обмеров, в большей степени на прорисовку декоративных элементов;
2. Возможный отказ от реставрационных коэффициентов форм и моделирования, в виду унификации трудозатрат на изготовление под архитектурные элементы любой сложности;
3. Получение облака моделей и использование (изготовление) на любом этапе жизненного цикла объекта;
4. Исключение ошибок при воссоздании сложных форм и утрат декора объектов культурного наследия;
5. Упрощение контроля качества работ со стороны государственных надзорных органов, строительного контроля и авторского надзора;
6. Работа с различными материалами архитектурного декора (древесина, гипс, камень)/

Тем не менее, существует ряд недостатков и препятствий в применении такого подхода к реставрации как объектов ОКН, так и объектов, которые наследием не являются:

1. Использование большого количества трудного в освоении программного обеспечения. Необходимость подготовки кадров организации;
2. Строгий контроль реставрационных работ со стороны надзорных органов, что затрудняет внедрение подобных технологий;

3. Стоимость 3D печати в данный момент снижается, а ее скорость изготовления моделей увеличивается, но этого недостаточно для массового потребителя/

Суммируя все вышесказанное, стоит отметить, что технологический прогресс не стоит на месте, и в ближайшем будущем технологии реверсивного инжиниринга при реставрационных работах будут применяться повсеместно.

Литература

1. Medvedeva N. V; Frolova E. V.; Shimanskaya I. Y; Rogach O. V.;Kabanova E. E. The directions and mechanisms of historic cultural heritage actualization. Revista Espacios Vol. 39 (№ 02) ISSN 0798 1015. 2017. P. 19.
2. Ana del Campo Sanchez, Miguel Moreno, Rocio Ballesteros and David Hernandez Lopez. Geometric Characterization of Vines from 3D Point Clouds Obtained with Laser Scanner Systems. MDPI. Remote Sens. 2019, 11, 2365; doi:10.3390/rs11202365.
3. Гельфельд Л. С. Реставрация лепного декора. Производство работ и оформление документации. Методические рекомендации. Спецпроектреставрация М. 1993.
4. Cheng WANG, Chenglu WEN, Yudi DAI, Shangshu YU, Minghao LIU. Urban 3D modeling using mobile laser scanning: A review. Virtual Reality & Intelligent Hardware, 2020, 2(3): 175–212. DOI: 10.1016/j.vrih.2020.05.003.
6. ТЕР-2001. Т. 2. Сб. № 12/М-во культуры Рос. Федерации. – Офиц. изд. – СПб.: Береста, 2003. (Нормативные документы в сфере охраны объектов культурного наследия).
7. Плотницкие работы. Методические рекомендации. Сост. Шинаев С. Я. – М., 1992.
8. Грахов В. П., Мохначев С. А., Бороздов О. В. Влияние развития 3D-технологий на экономику строительства // Фундаментальные исследования. – 2014. – № 11-12. – С. 2673–2676;
9. Сенаторов Н. Я., Коршунова А. П., Муштаева Н. Е. Лепные работы: Учебник для средних профтехучилищ. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Высш. школа, 1982. – 224 с/ (Профтехобразование. Архитектура).

УДК 693.557

Игорь Андреевич Бляшкин, магистрант
(Санкт-Петербургский государственный
архитектурно-строительный университет)
Email: Hudognik_96@mail.ru

Igor Andreevich Blyashkin, undergraduate
(Saint Petersburg State University
of Architecture and Civil Engineering)
Email: Hudognik_96@mail.ru

ОРГАНИЗАЦИОННО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ РЕШЕНИЯ ОПАЛУБОЧНЫХ РАБОТ В ГОРОДЕ ТЫНДА

ORGANIZATIONAL AND TECHNOLOGICAL SOLUTIONS FOR CONCRETING IN THE TYNDA CITY

В статье раскрыты основные аспекты опалубочных и бетонных работ в г. Тында, в том числе природно-климатические особенности участка строительства, технологическое оснащение, возможность привлечения профессиональных кадров. Рассмотрены виды термоактивной опалубки и их технические характеристики. Для опалубочных работ в условиях г. Тынды выбрана опалубка с трубчатыми греющими элементами, приведены рекомендации по хранению, обслуживанию и эксплуатации элементов опалубочной системы.

Ключевые слова: опалубочные работы, бетонные работы, термоактивная опалубка, зимнее бетонирование, организационно-технологические решения.

The article reveals the main aspects of formwork and concrete work in Tynda, including the climatic features of the construction site, technological equipment, the possibility of attracting professional personnel. The types of thermoactive formwork and their technical characteristics are considered. A formwork with tubular heating elements was selected for formwork work in the city of Tynda, recommendations for storage, maintenance and operation of the formwork system elements are given.

Keywords: formwork, concrete work, thermoactive formwork, winter concreting, organizational and technological solutions.

Исследование актуально, так как большую часть года температура в г. Тында и Тындинском районе отрицательная, что требует применения особых технических и организационно-технологических решений при выполнении опалубочных и бетонных работ. Развитие строительного комплекса г. Тынды, требования обеспечения экологической безопасности урбанизированных территорий, охрана окружающей среды и рациональное использование природных ресурсов, обеспечение качества жизни населения предполагает совершенствование опалубочных и бетонных работ, выбор НДТ [1–8].

1. Анализ условий работ в г. Тында

Центр Тындинского района расположен на севере Амурской области, на берегу р. Тынды и удален от ближайшего крупного города на 881 км. Площадь г. Тынды составляет 132,12 кв. км. [9].

Весна в г. Тынды и Тындинском районе начинается с конца второй недели апреля и продолжается до конца второй половины июня. Лето короткое: начинается со второй половины июня и заканчивается в середине августа. В отдельные годы заморозки ночью отмечались в июле. Осенний период начинается во второй половине августа, с ночными температурами, достигающими отметки $-3\text{ }^{\circ}\text{C}$. В период с сентября по октябрь характерны обильные осадки в виде мокрого снега. В начале октября происходит установление снежного покрова. Климат города – резко континентальный, с чертами муссонного.

Среднегодовая температура воздуха $-6,8^{\circ}\text{C}$, минимальная температура -51°C , максимальная $+34^{\circ}\text{C}$, температура воздуха наиболее холодной пятидневки -44°C , самый холодный месяц – январь, со средней температура $-28,9^{\circ}\text{C}$, самый теплый месяц июль – средняя температура $+17,6^{\circ}\text{C}$ (табл. 1) [9, 10].

Таблица 1

Температурный режим г. Тынды

Месяц	Макс. t, °C	Мин. t, °C	Средняя t, °C
Январь	-22	-35	-28,9
Февраль	-15	-32	-23,8
Март	-5	-23	-12,5
Апрель	5	-9	-0,8
Май	15	0	+7,8
Июнь	23	7	+15,7
Июль	25	11	+17,6
Август	22	7	+15,1
Сентябрь	14	0	+8,1
Октябрь	2	-13	-4,2
Ноябрь	-13	-27	-20,3
Декабрь	-22	-34	-29

В настоящее время в г. Тынды ведутся работы по строительству, ремонту и реконструкции:

- строительство путепровода на месте пересечения Амуро-Якутской автодороги и Байкало-Амурской железнодорожной магистрали;
- строительство автомобильного моста через реку Тынды;
- реконструкция и расширение федеральной автодороги А360 Лена;
- капитальный ремонт объектов жилищного фонда, находящихся в аварийном, непригодном или ограниченно работоспособном состоянии (в настоящее время в г. Тынды ремонту подлежат 24 объекта жилищного фонда) [9];
- строительство автодороги на участке Тынды-Соловьевск.

Все эти мероприятия проводятся круглогодично, что позволяет задуматься об использовании современных технических решений для опалубочных и бетонных работ.

Рациональным решением является применение термоактивной опалубки и привлечение квалифицированных бетонщиков с завода железобетонных изделий ООО «Мостовые конструкции». Также можно обучить специальную бригаду, работающую с этим видом опалубки в зимнее время, но этот вариант менее предпочтителен, так как бетонные работы в г. Тынды требуются не так часто, и вариант с привлечением работников предприятия в зимний сезон, когда продукция завода не востребована, является более предпочтительным.

2. Виды термоактивной опалубки и особенности ее применения

Термоактивной (греющей) опалубкой называются многослойные щиты, оснащенные нагревающими элементами, защищенными от внешней среды слоем теплоизоляции. Нагрев бетона происходит через внешние щиты опалубки, к которым напрямую (опалубка с греющим кабелем и опалубка с сетчатым нагревающим элементом) или на некотором расстоянии (опалубка с трубчатыми греющими элементами) подводят нагревающие элементы. Таким образом, теплота от нагревающих элементов попадает на щиты опалубки, а в дальнейшем передается на прилегающий слой бетона и рассеивается в его теле. С помощью таких конструкций можно проводить работы по бетонированию вплоть до $-40\text{ }^{\circ}\text{C}$. Основной спектр применения таких опалубок – это возведение тонкостенных и среднемассивных бетонных и железобетонных конструкций, а также заделка стыков, швов и трещин на имеющихся конструкциях. В теле опалубки нагревательные элементы находятся в защитных покрытиях, состоящих из пакета тонких полимерных пленок.

Перед началом использования опалубку проверяют на наличие повреждений нагревающих элементов и проводки. Также следует уделить внимание целостности щита опалубки, соприкасающегося с бетонной смесью, чтобы избежать попадания влаги и бетонной смеси в тело опалубки. Опалубка устанавливается в требуемое положение, в зависимости от размеров щита, вручную или с помощью крана. Щиты опалубки крепят между собой. После проверки опалубки и установки ее в проектное положение, элементы электропитания опалубки подсоединяют к электрической сети, состоящей из источника питания (электрогенератор или к городской электросети) через понижающий трансформатор (в случае, если это требуется).

Подключение опалубки к электросети происходит через специальные клеммные коробки, которые размещают на высоте не менее 0,5 м над верхней плоскостью опалубки. При бетонировании элементов каркаса клеммные коробки устанавливают на расстоянии 50–70 см от обогреваемого элемента с помощью струбцин [11].

Рассмотрим виды термоактивной опалубки.

А) Термоактивная опалубка с трубчатыми греющими элементами (рис. 1). Трубчатые электронагреватели состоят из трубок (стальных, медных, латунных) диаметром от 9 до 18 мм, в которых проложена нихромовая спираль. Внутренняя полость трубки заполнена кристаллическим оксидом магния. Так как трубчатые электронагреватели достигают температуры $300\text{--}600\text{ }^{\circ}\text{C}$, требуется оставлять воздушный зазор в 15–20 мм между нагревающим элементом и поверхностью опалубки, соприкасающейся с бетоном.

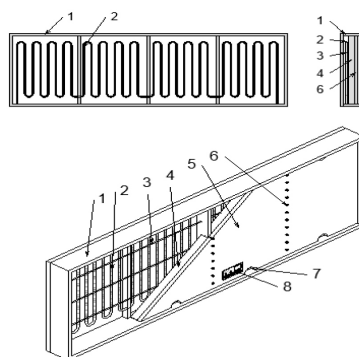


Рис. 1. Термоактивная опалубка с трубчатыми нагревательными элементами:

- 1 – каркас щита; 2 – нагреватель; 3 – прижимная планка; 4 – утеплитель (толщиной 40 мм);
- 5 – защитный кожух (фанера толщиной 3–4 мм); 6 – шпилька закрепления кожуха;
- 7 – вырез для установки соединительных элементов; 8 – вилочный разъем [11].

Трубчатые элементы крепят к внутренней стороне палубы щитов с помощью специальных фиксаторов и прижимных планок. Утеплитель предохраняется от повреждений защитным кожухом. Для соединения щитов опалубки между собой в защитном кожухе оставляют выемки в соответствии с положением крепежных отверстий [11].

Б) Термоактивная опалубка с нагревающими кабелями (рис. 2)

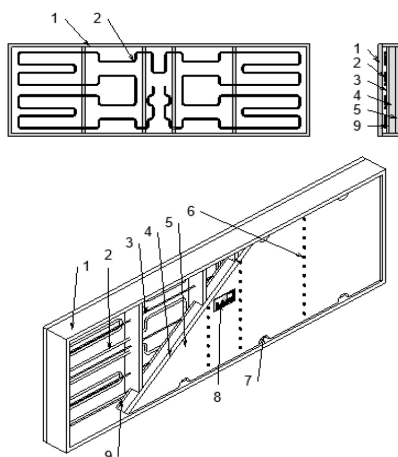


Рис. 2. Термоактивная опалубка с нагревающими кабелями:

- 1 – каркас щита; 2 – нагреватель; 3 – прижимная планка; 4 – утеплитель (толщиной 40 мм);
- 5 – защитный кожух (фанера толщиной 3–4 мм); 6 – шпилька закрепления кожуха;
- 7 – вырез для установки соединительных элементов; 8 – вилочный разъем; 9 – лист асбеста [11]

В качестве нагревательных кабелей применяют кабели типа КСОП или КВМС. Они состоят из константановой проволоки диаметром 0,7–0,8 мм, помещенной в термостойкую изоляцию. Поверхность изоляции защищена от механических повреждений металлическим защитным чулком.

Греющие провода (кабели) устанавливают с помощью крепежных планок и листовых пластин асбеста. Утеплитель предохраняется от повреждений защитным кожухом. Для соединения щитов опалубки между собой в защитном кожухе оставляют выемки в соответствии с положением крепежных отверстий [11].

В) Термоактивная опалубка с сетчатым нагревающим элементом (рис. 3)

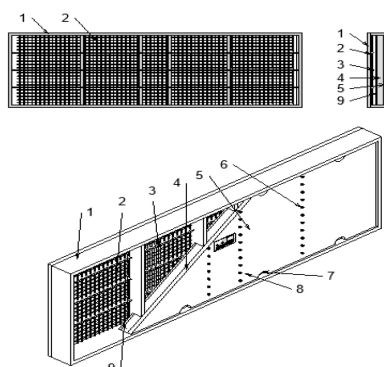


Рис. 3. Термоактивная опалубка с сетчатым нагревательным элементом:

- 1 – каркас щита; 2 – нагреватель; 3 – прижимная планка; 4 – утеплитель (толщиной 40 мм);
- 5 – защитный кожух (фанера толщиной 3–4 мм); 6 – шпилька закрепления кожуха;
- 7 – вырез для установки соединительных элементов; 8 – вилочный разъем; 9 – лист асбеста [11, 12].

Сетчатые нагревательные элементы выполняются из нихромовой проволоки диаметром 0,8–3 мм, намотанной на каркас из изоляционного материала. Такой нагревающий элемент ограждают от теплоизоляционного слоя с помощью асбестового листа. Этот вид нагревателей менее надежен, чем приведенные выше, так как нагревающий элемент сильно подвержен деформациям при погрузочно-разгрузочных работах и требует более аккуратного обращения. [11, 12]

3. Особенности использования термоактивной опалубки при проведении монолитных работ в г. Тынды

Анализ видов термоактивных опалубок позволяет рекомендовать к использованию опалубку с трубчатыми нагревательными элементами, так как она обеспечивает оптимальную температуру для застывания бетона в условиях г. Тынды. Конечно, возможны прерывания работ в январе и феврале при падении температур ниже $-40\text{ }^{\circ}\text{C}$, но такие температуры не типичны и бывают редко.

Для нормальной эксплуатации и обслуживания опалубки следует формировать бригаду из бетонщиков 2, 3 и 4 разрядов [13]. Для обучения работе с термоактивной опалубкой следует изучить техническую документацию приобретенной опалубки, провести пробное бетонирование на территории цеха завода железобетонных конструкций с замером внутренней температуры бетона при нагреве опалубки, как в условиях закрытого помещения, так и на прилегающей к заводу территории. В случае возникновения проблем с обучением следует обратиться к специалистам из ближайшего крупного города (например, г. Благовещенск), для получения консультации и возможности обмена специалистами.

Хранить опалубку следует на территории завода ж/б конструкций в складской зоне.

Для нормальной эксплуатации опалубки следует приобрести трехфазный бензиновый электрогенератор с напряжением 220 В и понижающий трансформатор с 220 В до 50 В, так как в зависимости от температуры окружающего воздуха и объема прогреваемого бетона, требуется различное напряжение для эффективного нагрева опалубки [12].

Транспортировку и установку щитов опалубки следует выполнять с применением автокрана грузоподъемностью 5 т и с длиной кузова не менее 3 м.

Бетонная смесь при подаче в опалубку должна иметь температуру не менее $5\text{ }^{\circ}\text{C}$. Прогрев ведется в зависимости от модуля поверхности при $35\text{--}60\text{ }^{\circ}\text{C}$ со скоростью подъема температуры $5\text{--}10\text{ }^{\circ}\text{C}/\text{ч}$. [12].

В процессе набора прочности бетон требуется укрыть полиэтиленовой пленкой или брезентом, для уменьшения теплопотерь и создания режима пропаривания. Также для исключения растрескивания бетона от резких температурных перепадов, следует оставлять бетон накрытым и после снятия термоактивной опалубки. [14]

После завершения бетонирования опалубку следует очистить от остатков бетонной смеси.

Выводы:

1. Проведение монолитных работ в г. Тынды осложняется суровым климатом, при котором период бетонирования в нормальных условиях составляет 5 месяцев со среднемесячной температурой больше $5\text{ }^{\circ}\text{C}$, с возможными резкими похолоданиями в эти периоды до нулевой или отрицательной температуры. В связи с этим принято решение

использовать специальные виды опалубки, позволяющие проводить бетонирование при температуре вплоть до $-40\text{ }^{\circ}\text{C}$.

2. Рассмотрены виды термоактивной опалубки, включая их технические характеристики и схемы.

3. Предложен оптимальный тип опалубки, приведены рекомендации по обучению рабочих, хранению и использованию опалубки. Приведены требования к дополнительному инвентарю для обеспечения работ и к машинам для транспортировки и подъема/подаче элементов опалубки.

4. Соблюдение предложенных требований позволит выполнять работы по бетонированию в любое время года, кроме тех дней, когда температура наружного воздуха ниже $-40\text{ }^{\circ}\text{C}$.

Литература

1. Yudina A., Oganyan R. (2017). Technology of winter concreting of monolithic constructions with application of heating cable. *Architecture and Engineering*, 2(2), pp. 43–48. URL: <http://aej.spbgasu.ru/index.php/AE/article/view/104/69>.

2. Дьячкова О. Н. Алгоритм принятия эффективных конструктивно-технологических решений жилых многоэтажных зданий // *Вестник гражданских инженеров*. 2009. № 1 (18). С. 43–47.

3. Дьячкова О. Н. Методы оценки эффективности показателей жизненного цикла жилых многоэтажных зданий // *Жилищное строительство*. 2009. № 3. С. 2–3.

4. Дьячкова О. Н. Системная оценка параметров технологий возведения жилых многоэтажных зданий: дисс. ... канд. техн. наук. Санкт-Петербург, 2009. 147 с.

5. Дьячкова О. Н. Системный подход к оценке эффективности жизненного цикла жилых многоэтажных зданий // *Промышленное и гражданское строительство*. 2008. № 11. С. 41–42.

6. Дьячкова О. Н. Системотехнические основы выбора эффективных конструктивно-технологических решений жилых многоэтажных зданий (на примере Санкт-Петербурга) // *Вестник гражданских инженеров*. 2008. № 3 (16). С. 61–68.

7. Дьячкова О. Н. Влияние загрязнения почвы на экологическую безопасность городской среды Санкт-Петербурга // *Геоэкология. Инженерная геология, гидрогеология, геокриология*. 2020. № 1. С. 67–71.

8. Дьячкова О. Н. Влияние состояния природных компонентов городской среды на здоровье населения // *Актуальные проблемы строительной отрасли и образования [Электронный ресурс]: сборник докладов Первой Национальной конференции – М.: МИСИ-МГСУ. 2020. С. 449–554. – Режим доступа: https://mgsu.ru/resources/izdatelskaya-deyatelnost/izdaniya/izdaniya-otkr-dostupa/2020/Sbornik_NK_2020_mal.pdf*.

9. Паспорт города Тынды [электронный ресурс] URL: <http://gorod.tynda.ru/informatsiya-o-gorode/pasport-goroda/>.

10. СП 131.13330.2018 «Строительная климатология». [электронный ресурс] URL: <http://docs.cntd.ru/document/554402860>

11. Бетонирование в термоактивной опалубке [электронный ресурс] URL: https://asv0825.ru/betonnye_raboty/49.html.

12. Методы прогрева опалубки [электронный ресурс] URL: <http://outbel.ru/belgorod/beton/129-metody-progreva-betona.html>.

13. Профессиональные стандарты и справочники должностей [электронный ресурс] URL: <https://classdoc.ru/etks/3/1/betonsik/>.

14. СП 435.1325800.2018 Конструкции бетонные и железобетонные монолитные. Правила производства и приемки работ. [электронный ресурс] URL: <http://docs.cntd.ru/document/554818837>

УДК 674

Богдан Дмитриевич Бойко, магистрант
(Санкт-Петербургский государственный
архитектурно-строительный университет)
E-mail: ew.y@yandex.ru

Bogdan Dmitrievich Boiko, undergraduate
(Saint Petersburg State University
of Architecture and Civil Engineering)
E-mail: ew.y@yandex.ru

**ТЕХНОЛОГИЯ МОНТАЖА МНОГОЭТАЖНЫХ ЗДАНИЙ
ИЗ ДЕРЕВЯННЫХ КОНСТРУКЦИЙ В УСЛОВИЯХ КРАЙНЕГО СЕВЕРА**

**TECHNOLOGY OF INSTALLATION OF MULTI-STOREY BUILDINGS
FROM WOODEN STRUCTURES IN THE CONDITIONS OF THE HARD NORTH**

В данной статье представляется технология монтажа многоэтажных зданий из деревянных CLT-панелей в условиях крайнего севера. Предложена конструктивная схема здания с ядром жёсткости из железобетона, основные узлы крепления панелей стен к перекрытию, панелей перекрытия к ядру жесткости. Выбран основной тип фундаментов для данного климатического района – буронабивные сваи. Применение бетона в данной конструктивной схеме необходимо для повышения жёсткости конструкции и экономии специальных стяжек, повышающих устойчивость конструкции и придающие ей геометрическую неизменяемость. CLT-панели доставляются на строительную площадку с высокой заводской готовностью и могут быть смонтированы прямо с колес или разгружены в штабеля аналогично как и с крупнопанельными блоками, без специального ухода.

Ключевые слова: CLT-панели, Крайний Север, ядро жёсткости, буронабивные сваи, высокая скорость монтажа, высокая заводская готовность.

This article presents a technology for assembling multi-storey buildings from wooden CLT panels in the Far North. A structural diagram of a building with a reinforced concrete stiffness core, the main nodes for attaching wall panels to the ceiling, floor panels to the stiffening core is proposed. The main type of foundations for this climatic region has been chosen - bored piles. The use of concrete in this structural scheme is necessary to increase the rigidity of the structure and to save on special screeds, which increase the stability of the structure and give it geometric invariability. CLT panels are delivered to the construction site with a high factory readiness and can be mounted directly from the wheels or unloaded in stacks in the same way as with large panel blocks, without special maintenance.

Keywords: CLT-panels, extreme North, core of stiffness, bored piles, high speed of installation, high factory readiness.

Для монтажа подобного здания на строительной площадке необходимо задействовать башенный кран с достаточным вылетом крюка, а грузоподъёмность такого крана берётся во внимание в последнюю очередь, так как место стоянки крана находится посередине здания, где расположено ядро жёсткости для которого необходим самый тяжёлый груз (бадья с бетоном), все остальные элементы (панели стен и перекрытия) имеют массу значительно меньше (рис. 1 и рис. 2) (для самой CLT плиты вес 150 кг/м^2 , в то же время для самой легкой ж/б плиты это значение уже 330 кг/м^2) [6].

Жесткость и пространственная устойчивость здания обеспечивается совместной работой поперечных стен, внутренних продольных стен и дисков перекрытий, а также яром жесткости.

Передача усилий осуществляется за счет жестких связей – болтовых соединений, «соединяя в зуб», элементов здания между собой:

- горизонтальных связей – между поперечными и продольными стенами поярусно, а также между плитами перекрытия и стенами;
- вертикальных – связывающих стены одного яруса с выше- и нижележащими ярусами.

Плиты перекрытия										Технические характеристики (расчетная ширина 1000 мм)						
										Площадь поперечного сечения продольных ламелей, см ²	Площадь поперечного сечения Брутто, см ²	Радиус инерции, см	Момент инерции, см ⁴	Момент сопротивления, см ³	Собственный вес плиты, кН/м ²	Сопротивление изгибу, Мпа
№	Слой	Толщина, мм	Конфигурация ламели, мм							A (net)	A (q)	i (y)	I (y)	W (u)	G	f (m,d)
1	3s	60	20	20	20	-	-	-	-	400	600	1,732	1800	600	0,3	9,65
2	3s	82	33	16	33	-	-	-	-	660	990	2,194	6247	1394,3	0,46	9,65
3	3s	99	33	33	33	-	-	-	-	660	800	2,858	8086	1633,5	0,495	9,65
4	3s	106	43	20	43	-	-	-	-	860	1060	3,06	9925	1872,67	0,53	11,54
5	3s	129	43	43	43	-	-	-	-	860	1290	3,724	17889	2773,5	0,645	9,65
6	5s	80	16	16	16	16	16	-	-	480	800	2,309	4267	1066,67	0,4	8,78
7	5s	97	16	16	16	16	33	-	-	650	970	2,8	7606	1568,17	0,485	9,69
8	5s	100	20	20	20	20	20	-	-	600	1000	2,887	8333	1666,67	0,5	8,78
9	5s	114	33	16	16	16	33	-	-	820	1140	3,291	12346	2166	0,57	10,34
10	5s	123	20	20	43	20	20	-	-	830	1230	3,551	15507	2521,5	0,615	9,76
11	5s	131	33	16	33	16	33	-	-	990	1310	3,782	18734	2860	0,655	11,57
12	5s	146	43	20	20	20	43	-	-	990	1480	4,27	28084	3698,5	0,74	10,47
13	5s	165	33	33	33	33	33	-	-	990	1650	4,763	37434	4537,5	0,825	9,38
14	5s	169	43	20	43	20	43	-	-	1290	1690	4,879	40223	4760,17	0,845	11,67
15	5s	195	43	33	43	33	43	-	-	1290	1950	5,629	61791	6337,5	0,975	10,24
16	5s	215	43	43	43	43	43	-	-	1290	2150	6,207	82820	7704,17	1,075	9,38
17	7s	232	43	20	43	20	43	20	43	1720	2320	6,697	104060	8970,67	1,16	11,44
18	7s	271	43	33	43	33	43	33	43	1720	2710	7,823	165854	12240,2	1,355	9,98
19	7s	301	43	43	43	43	43	43	43	1720	3010	8,689	227258	15166,7	1,505	9,11

* 14 Мпа для плиты шириной 1 метр; 20 Мпа для плиты шириной 3 метра. Промежуточные значения определяются интерполяцией.
 Модуль упругости E = 10 000 Мпа
 Размеры CLT плит: 3x9 м

Рис. 1. Сравнительная таблица веса CLT-плиты

Марка плит	Габаритные размеры			Марка бетона (класс) ρ=2400 кг/м ³	Объем бетона, м ³	Расход стали, кг	Вес изделия, тонн
	L, мм	B, мм	H, мм				
ПБ 2,2 69.12-8-K7п	6880	1197	220	B40	1,088	33,080	2,720
ПБ 2,2 69.12-10-K7п	6880	1197	220	B30	1,088	43,200	2,720
ПБ 2,2 69.12-12-K7п	6880	1197	220	B30	1,088	53,330	2,720
ПБ 2,2 72.12-8-K7п	7180	1197	220	B30	1,135	44,930	2,840
ПБ 2,2 72.12-10-K7п	7180	1197	220	B30	1,135	55,500	2,840
ПБ 2,2 72.12-12-K7п	7180	1197	220	B40	1,135	55,500	2,840
ПБ 2,2 75.12-8-K7п	7480	1197	220	B40	1,183	46,660	2,960
ПБ 2,2 75.12-10-K7п	7480	1197	220	B30	1,183	57,670	2,960
ПБ 2,2 75.12-12-K7п	7480	1197	220	B40	1,183	68,680	2,960
ПБ 2,2 78.12-8-K7п	7780	1197	220	B 30	1,230	59,850	3,075
ПБ 2,2 78.12-10-K7п	7780	1197	220	B 40	1,230	59,850	3,075
ПБ 2,2 78.12-12-K7п	7780	1197	220	B 40	1,230	71,300	3,075
ПБ 2,2 81.12-8-K7п	8080	1197	220	B 30	1,277	62,020	3,195
ПБ 2,2 81.12-10-K7п	8080	1197	220	B 40	1,277	73,910	3,195
ПБ 2,2 81.12-12-K7п	8080	1197	220	B 40	1,277	85,810	3,195
ПБ 2,2 84.12-8-K7п	8380	1197	220	B 40	1,325	66,000	3,315
ПБ 2,2 84.12-10-K7п	8380	1197	220	B 40	1,325	84,500	3,315
ПБ 2,2 87.12-8-K7п	8680	1197	220	B 40	1,372	80,950	3,430
ПБ 2,2 87.12-10-K7п	8680	1197	220	B 40	1,372	93,720	3,430
ПБ 2,2 90.12-8-K7п	8980	1197	220	B 40	1,420	83,560	3,550
ПБ 2,2 93.12-8-K7п	9280	1197	220	B 40	1,467	99,84	3,670
ПБ 2,2 96.12-8-K7п	9580	1197	220	B 40	1,515	102,890	3,790

Рис. 2. Сравнительная таблица веса железобетонный плиты

Для обеспечения своевременной подготовки и соблюдения технологической последовательности строительства проектом предусматривается два периода строительства: подготовительный и основной [3].

В подготовительный этап входят внутриплощадочные работы:

- сдачу-приёмку геодезической разбивочной основы для строительства и геодезические разбивочные работы на прокладку инженерных сетей, дорог;
- прокладку от ТП сетей электроснабжения по временной схеме;
- устройство временных и административно-бытовых помещений;
- устройство складского хозяйства;
- устройство временных дорог;
- прокладка временного водоснабжения.

В основной этап входит возведение надземной и подземной части здания.

Основные этапы работ аналогичны с классическим методом возведения

В северных климатических районах с постоянным промерзанием земляного основания возможно явление морозного пучения грунтов, которое свойственно глинистым и пылеватым почвам. Такое явление выпучивания замерзшего грунта может вызвать неравномерную осадку во время сезонного оттаивания верхнего слоя мерзлой почвы [1].

Поскольку объект строительства расположен на крайнем севере, разумным фундаментом являются свайные фундаменты, а именно классические для данных областей буронабивные сваи 159мм и глубиной 3м.

Соединение оголовков свай с вышележащими конструкциями, ригелями происходит зачёт специальных узлов с закладными элементами (рис. 3, 4) [8].



Рис. 3. Узлы соединения с буронабивными сваями

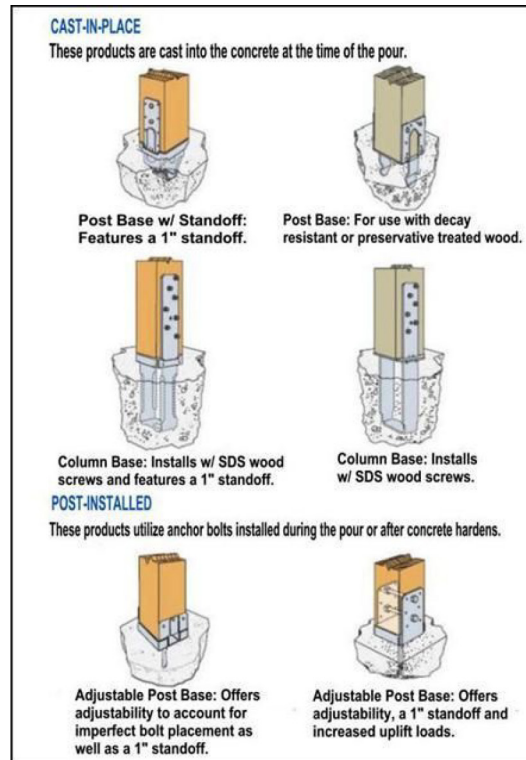


Рис. 4. Эскизы узловых соединений с буронабивными сваями

Монтаж надземной конструкции начинается с возведения ядра жесткости, опережающего рабочий горизонт на 2–3 этажа, в некоторых случаях ядро может возводиться сразу на всю высоту задания [7].

Монтажные узлы представляют собой «стакан», где нижняя панель имеет скана большего диаметра, а верхняя меньшего, так же присутствуют специальные штыри, упрощающие посадку плит перекрытия и их проектное положение (рис. 5), а также затяжки схожие по строению и функционалу с мебельными эксцентриковыми затяжками, повышающий жёсткость всей конструкции (рис. 6) [4].

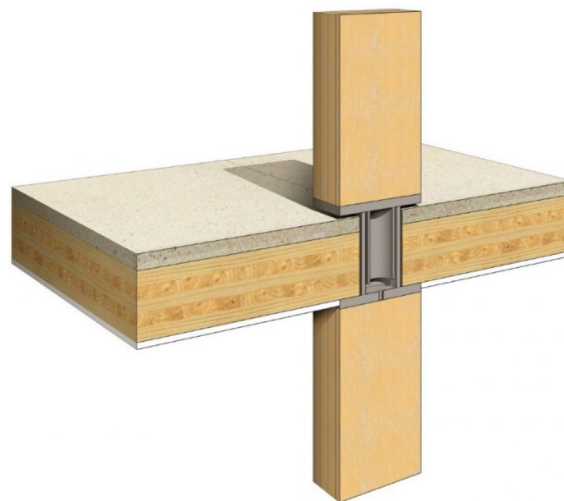


Рис. 5. Типовой узел крепления типа «стакан»



Рис. 6. Узел с элементом затяжки

Далее по мере необходимости на шаландах подвозят панели (рис. 7) и производят монтаж с колес или же складывают в штабеля подобно тому, как это делается с обычными ж/б плитами.



Рис. 7. Монтаж внешней стеновой CLT-панели

В обобщенном виде технология монтажа допускает метод свободной установки элементов с применением индивидуального монтажного оснащения и принудительный монтаж элементов с созданием жестких ячеек [2].

- монтаж панелей наружных стен;
- монтаж панелей внутренних стен;
- монтаж добора – перегородок, санитарно-технических кабин, вентиляционных и электротехнических блоков;
- монтаж лестничных маршей и площадок;
- монтаж панелей перекрытий.

Панели перекрытий (рис. 8) укладывают после установки и постоянного закрепления всех стеновых элементов на захватке и загрузки на монтируемый этаж необходимых

деталей и конструкций для достроечных работ. К месту укладки панели подают в горизонтальном положении. Если панели перекрытий на строительную площадку привозят в вертикальном или наклонном положении, то для их перевода в горизонтальное положение применяют грузозахватные приспособления с автоматическим кантователем или стационарные рамные кантовали.



Рис. 8. Монтаж панелей перекрытия

При натянутых стропях панель рихтуют, проверяют уровнем горизонтальность поверхности и положение панели по высоте. Для обеспечения проектного размера опорной площади панелей рекомендуется перед укладкой каждой панели перекрытия подгибать монтажные петли наружных и внутренних стеновых панелей. Это позволит каждую панель перекрытия по всему контуру укладывать на проектную ширину опоры.

После окончательной выверки и при отсутствии отклонений уложенной панели осуществляют ее раскрепку. Инвентарные петли-захваты вынимают из конусообразных отверстий после отцепки крюков.

На установку одной панели в среднем требуется около 20 минут.

Продолжительность строительства берётся по экспериментальным данным поскольку в СНиП 04.03-85* продолжительность строительства жилого здания по выбранной конструктивной схеме (CLT-панели) не предусмотрена (рис. 9).

Экспериментальным методом выяснилось, что, четыре строителя с подъёмным краном при своевременном подвозе материалов собирают здание в 8–10 этажей за 9–10 недель. Следовательно, за рабочую неделю бригада возводит 2 этажа [5].

Актуальность данной темы можно выразить в нескольких основных панках:

- Возведение здания происходит гораздо быстрее, что имеет существенное значение в суровых условиях севера.
- Применяемые грузоподъёмные устройства для монтажа CLT-плит могут быть менее мощными чем для классических желобленных плит.

- Из-за небольшого веса плиты могут транспортироваться в больших количествах что снизит затраты на количестве перевозок.
- Практически полное отсутствие мокрых процессов.
- Высокая заводская готовность панелей (заготовленные штробы под электропроводку, водоснабжение, готовые технологические отверстия).



Рис. 9. Процесс сборки

Литература

1. <https://www.pslcomp.ru/clt-tehnologiya-stroitelstva-derevyannyh-domov/derevyannye-paneli-dlya-mnogoetazhnogo-stroitelstva> (дата обращения 23.03.2021г).
2. Строительное производство: основные термины и определения: учебное пособие / Бадьин Г. М., Верстов В. В., Лихачев В. Д., Юдина А. Ф. – М.: Изд-во АСВ; СПб.: СПбГАСУ, 2011. – 297 с.
3. Ершов М. Н., Лapidус А. А., Теличенко В. И. Технологические процессы в строительстве в 10 книгах. – М.: АСВ, 2016. – 1072 с.
4. <https://maistro.ru/articles/building/mnogoetazhnoe-derevyannoe-stroitelstvo> (дата обращения 03.02.2021).
5. <http://norvex.pro/company/blog/treet-14-etazhnyy-zhiloy-dom-iz-drevesiny-stroitelstvo-derevyannykh-domov-dlya-sovremennogo-goroda/> (дата обращения 23.01.2021).
6. <https://www.hkarchitekten.at/de/projekt/student-residence-at-brock-commons/> (дата обращения 11.03.2021).
7. Казаков Ю. Н., Мороз А. М., Захаров В. П. Технология возведения зданий. – СПб.: Изд-во «Лань». 2018. – 256 с.
8. <https://archi.ru/world/56992/zhit-v-dereve> (дата обращения 22.10.2020).

УДК 693.546.3

Анастасия Геннадьевна Боровикова, студент
(Санкт-Петербургский государственный
архитектурно-строительный университет)
E-mail: anastasiyab1997@yandex.ru

Anastasiya Gennadijevna Borovikova, student
(Saint Petersburg State University
of Architecture and Civil Engineering)
E-mail: anastasiyab1997@yandex.ru

ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ СТРОИТЕЛЬСТВА МОНОЛИТНЫХ ЗДАНИЙ

INCREASING THE EFFICIENCY OF CONSTRUCTION OF MONOLITHIC BUILDINGS

Строительство – это важная отрасль в экономике нашей страны. Так как численность населения растет, то и потребность в жилье становится больше. Высотное строительство является хорошим решением для этой проблемы.

Многоэтажные здания в большинстве своем возводятся из монолита. Именно поэтому и были изучены технологические вопросы и опыт строительства зданий и монолитного железобетона.

Для повышения эффективности строительства и улучшения технико-экономических показателей необходимо автоматизировать технологические процессы с помощью применения современных технологий. Применение автоматического пистолета при вязке арматурной сетки сокращает продолжительность и стоимость строительства. Также сократить сроки возведения здания поможет использование муфтового соединения арматуры. Повысить эффективность подачи бетона можно с помощью бетононасоса и шахтного подъемника с распределительной стрелой.

Ключевые слова: монолитное домостроение, муфтовое соединение, автоматизация работ, шахтный подъемник, подача бетона, бетононасос.

Construction is an important industry in the economy of our country. As the population grows, the demand for housing is growing. High-rise construction is a good solution to this problem.

Most multi-storey buildings are erected from a monolith. That is why technological issues and experience in the construction of buildings and monolithic reinforced concrete were studied.

To increase the efficiency of construction and improve technical and economic indicators, it is necessary to automate technological processes using modern technologies. The use of an automatic gun when knitting reinforcing mesh reduces construction time and cost. Also, the short terms of the construction of the building will be helped by the use of a coupling connection of the reinforcement. It is possible to increase the efficiency of concrete delivery using a concrete pump and a mine hoist with a distribution boom.

Keywords: monolithic housing construction, coupling connection, work automation, mine hoist, concrete supply, concrete pump.

Эффективность использования ресурсов повышает автоматизация строительного производства, помимо организационных и технологических вопросов. Это проявляется в строительстве многоэтажных зданий с монолитными железобетонными конструкциями. В России впервые технология монолитного домостроения была применена в 1881 году, но более широкое распространение получила во второй половине 1920 года. Сам процесс монолитного домостроения достаточно сложен, как и многие другие факторы, влияющие на него. А это, в свою очередь, требует решения ряд организационных и технологических проблем от проектировщиков и строителей. Поскольку эти проблемы не решены, стоимость строительства в России высока, а длительность может превышать нормативные показатели.

Таким образом, для всех участников строительства остается актуальным снижение стоимости строительства за счет своевременного ввода объекта в эксплуатацию, а также улучшение организации строительно-монтажных работ, и данные проблемы должны быть решены путем применения современных методов и технологий в строительстве. Строительство высотных зданий из монолитного железобетона широко распространено в крупных городах нашей страны, в таких как г. Москва и г. Санкт-Петербург. Конструктивные решения и места расположения возводимых зданий различны. Исследования и практика показывают, что для более эффективного строительства высотных зданий из монолитного железобетона необходимо использовать специальную строительную технику, механизмы и материалы.

С этой целью были изучены технологические вопросы и опыт строительства высотных зданий из монолитного железобетона. Основная цель исследования заключалась в сокращении количества технологических перерывов за счет снижения стоимости армирования железобетонных конструкций и повышения эффективности подачи бетонной смеси на место производства работ с применением современных технологий.

В результате изучения монолитного домостроения были выявлены как достоинства, так и недостатки использования данного материала. Из положительных моментов можно отметить следующее:

- возможность строительства объектов с различной планировкой и архитектурой, большими пролетами и перекрытиями;
- нет ограничений по высоте и этажности зданий, так как масса монолитных зданий на 15–20 % меньше аналогичных кирпичных;
- швы отсутствуют, поверхность герметична;
- увеличение объемов свободного пространства, значительное снижение стоимости строительства, снижение нагрузки на фундамент за счет уменьшения толщины монолитного перекрытия по сравнению со стандартными железобетонными плитами;
- возможность возведения конструкций сложных геометрических форм;
- прогнозируемый срок службы монолитных домов в 2 раза больше, чем панельных и в 1,4 раза больше кирпичных.

Кроме того, монолитные железобетонные конструкции имеют следующие недостатки:

- технологические перерывы, затрачиваемые на твердение бетона и набора необходимой прочности;
- большие трудозатраты на создание строительной площадки;
- без специальных добавок невозможно использовать бетон в северном климате, так как вода кристаллизуется и расширяется, что приводит к появлению трещин на конструкции. Появляется необходимость в проведении мероприятий по прогреву бетонной конструкции;
 - продолжительность строительства дольше панельных зданий;
 - необходимость утепления и вентиляции бетонных конструкций.

В настоящее время оценка технологии производства монолитной конструкции происходит путем сравнения технико-экономических показателей «эталонной» конструкции с другим вариантом такой же конструкции. Сравнение показателей во многих проектных и строительных организациях производится по единичным размерам конструкции (1 м³ конструкции, 1 м² плиты и так далее) [1]. Оцениваются следующие показатели:

- трудозатраты на создание конструкции;
- расход материалов;
- прогнозируемая стоимость строительства;
- закупочная цена – сумма затрат на единицу готовой продукции.

Хотя существует множество различных конструктивных, архитектурных и планировочных решений, технологии монолитного домостроения аналогичны. В ходе проведенных исследований было установлено, что в среднем 1 м^3 монолитной железобетонной конструкции затрачивается 0,7–1,3 человека-дня. Повышение эффективности технологии монолитного строительства, снижение затрат на рабочую силу, на материалы, уменьшения времени строительства зависят от ряда факторов, таких как высокое качество бетонных смесей, автоматизация подготовки арматурного каркаса, качество транспортировки бетона и его подачи на место производства работ.

При исследовании был сделан вывод, что желательно внести необходимые изменения в технологию создания арматурного каркаса. Вязку пересечений арматуры можно производить автоматическим пистолетом, ручным инструментом с реверсивным механизмом, вязальным крючком или кусачками (рис. 1).



Рис. 1. Инструменты и материалы для вязания арматуры:

- а) проволока, б) вязальный крючок, в) ручной инструмент с реверсивным механизмом, г) автоматический пистолет

Производительность автоматического аккумуляторного пистолета в шесть и более раз превышает ручную вязку, хотя цена вязки более высокая за счет стоимости инструмента и применения специальной вязальной проволоки. Ручной инструмент для вязки арматуры с реверсивным механизмом обеспечивает высокую скорость вязки арматуры и использует обычную проволоку, но он несовершенен по конструкции. Вязальный ручной крючок универсален, дешев, надежен, компактен, удобен в работе, но значительно менее производителен. Кусачки не требуют дополнительных навыков [2].

В результате можно прийти к выводу, что для механизации вязки арматуры следует применять специальные пистолеты, так как они увеличат производительность в 6 раз. Это говорит о том, что перебои, которые могут возникнуть при выполнении работ, устраняются.

Также ускорить процесс монтажа арматурного каркаса поможет использование муфтового соединения вместо сварки стержней и их вязки, так как на данную операцию требуется не более 10 минут. Данная технология использовалась при строительстве «Открытие Арена». Соединение арматуры с помощью муфт имеет ряд достоинств, таких как уменьшение расходов арматурных прутьев, равномерное распределение нагрузок по всей арматуре, более качественный стык за счет резьбы (рис. 2).



Рис. 2. Муфтовое соединение арматуры

Также изучалась техника бетонных работ при возведении многоэтажных зданий из монолитного железобетона. Учитывалась эффективность подачи бетонной смеси на место производства работ. На данный момент большинство бетонных работ выполняется с помощью бетононасосов, что наиболее выгодно по сравнению с другими видами подачи бетонной смеси. Существуют бетононасосы с различными техническими параметрами, которые могут успешно применяться в многоэтажном монолитном домостроении. По производительности бетононасос выбирают, ориентируясь на объем бетонирования, так при объеме бетонирования до 1500 м³ выбирают насос с производительностью 10 м³/час, при объеме от 1600 до 4000 м³ – 20 м³/час, а при объеме 10 000 м³ – 40 м³/час [3].

При строительстве многоэтажных зданий высотой выше 40 м наиболее эффективно применять стационарные бетононасосы с распределительной стрелой и опорой в виде рамы, нежели автобетононасосы. Способ подачи бетона с помощью строительного крана, поднимающего смесь в бадьях и неповоротных бункерах, не подходит для зданий и сооружений с большим объемом работ, так как производительность этого метода очень низкая [4], по сравнению с другими методами увеличивается продолжительность работ, за счет холостого хода крана.

После анализа данных в области методов подачи бетона можно предложить использовать для высотного строительства бетононасос с распределительной стрелой на шахтном подъемнике, который может быть расположен внутри секции здания. Таким образом, новая технология – шахтный подъемник с самоподъемной головкой и распределительной стрелой, в будущем может стать наиболее эффективна для автоматизации бетонных работ.

По результатам проведенных исследований можно сделать вывод, что автоматизация ручных работ повышает технологическую эффективность. Производительность увеличится в 6 раз за счет автоматизации армирования при строительстве многоэтажных монолитных зданий, снизятся трудозатраты, материалоемкость и сроки строительства.

Литература

1. Бузырев В. В. Современные методы управления жилищным строительством / В. В. Бузырев, Л. Г. Селюткина, В. Ф. Мартынов. М.: Вузовский учебник, НИЦ ИНФРА-М, 2016 240 с.
2. Возведение монолитных фундаментов: учеб. пособие / А. Ф. Юдина, Ю. И. Тилинин; СПбГАСУ. – СПб., 2019. – 194 с.
3. Евтюков С.А., Тилинин Ю.И., Щербаков А.П. К вопросу автоматизации процессов монолитного домостроения с учетом исследования сталеб в строительной робототехнике// Вестник гражданских инженеров. – 2019 – № 3 (74). – С. СПб.: СПбГАСУ, 2019.
4. Совалов И.Г., Могилевский Я.Г., Остроногольский В.И. Бетонные и железобетонные работы М.: Стройиздат, 1988.

УДК 69.055

Павел Александрович Будзинский, магистрант
(Санкт-Петербургский государственный
архитектурно-строительный университет)
E-mail: meliodas0n3@gmail.com

Pavel A. Budzinskii, undergraduate
(Saint Petersburg State University
of Architecture and Civil Engineering)
E-mail: meliodas0n3@gmail.com

РЕЦИКЛИНГ БЕТОНА ПРИ РЕНОВАЦИИ ЗАСТРОЕННЫХ ТЕРРИТОРИЙ

RECYCLING CONCRETE IN RENOVATION CONDITIONS BUILT-UP AREAS

При реновации застроенных территорий, подлежат сносу здания, несущие и ограждающие конструкции которых выполнены из бетона. Свозить разобранные конструкции на полигоны нецелесообразно, так как возможна переработка бетонных конструкций на стационарных заводах и мобильных установках с дроблением в щебень, песок и последующее вторичное использование этих материалов в строительстве. В статье рассмотрены актуальность переработки и вторичного использования бетонного и железобетонного лома, последовательность и технологии разборки зданий, машины и оборудование для рециклинга бетонных конструкций на специальных полигонах и на строительных площадках.

Ключевые слова: реновация, развитие застроенных территорий, бетон, вторичный щебень, рециклинг, переработка бетона, демонтаж конструкций, дробилки.

When renovating built-up areas, buildings are subject to demolition, the bearing and enclosing structures of which are made of concrete. It is not advisable to dump the disassembled structures to landfills, since it is possible to process concrete structures at stationary factories and mobile installations with processing into crushed stone, sand and reuse of these materials in construction. The article discusses the importance and relevance of the processing and recycling of concrete and reinforced concrete scrap, considers the sequence and technologies for dismantling buildings, machines and equipment for recycling concrete structures both at special landfills and at construction sites.

Keywords: renovation, development of built-up areas, concrete, secondary crushed stone, recycling of concrete, concrete processing, dismantling of structures, crushers.

В рамках городской программы «Развитие застроенных территорий Санкт-Петербурга» по реновации 22 кварталов в 9 районах Санкт-Петербурга, закон о которой был принят в 2008 году, предполагается снос более 900 зданий, в том числе 751 – средней этажности, построенные в середине прошлого столетия, 219 – малой этажности, находящиеся в Курортном районе Санкт-Петербурга [1]. Небольшая часть подлежащих сносу зданий имеет кирпичные стены, а подавляющее большинство – бетонные и железобетонные элементы стен и перекрытий.

Между тем, в Санкт-Петербурге и Ленинградской области находятся около 10 полигонов ТБО [2] (рис. 1) с общей мощностью переработки 1 млн. т мусора в год по данным на 2018 год [3], в то время, как по официальным данным с сайта городской администрации Санкт-Петербурга, ежегодный объем ТБО составляет чуть более 1,65 млн. т. за 2017 год [4].

Власти Санкт-Петербурга признают проблему нехватки существующих полигонов и действительно, с 2017 года количество и суммарная мощность полигонов увеличились, но вопрос утилизации и переработки ТБО не теряет актуальности. Это проблема характерна для большинства крупных городов мира.



Рис. 1. Полигон для складирования демонтированного бетона

Из всех строительных отходов, самый распространённый вид отходов – это отходы сборного железобетона и демонтируемых строительных объектов в виде бетонного лома, железобетонных плит и т.д. Перерабатываемость ТБО в зависимости от вида варьируется от 10 до 40 %, но перерабатываемость для вторичного использования у железобетона весьма высокая: арматурная сталь и закладные детали идут в переплавку, а отходы бетона практически полностью могут быть применены повторно в качестве заполнителя для бетонов или как балласт в дорожно-транспортном строительстве. В подавляющем большинстве случаев демонтируемые бетонные и железобетонные элементы конструкций, которые являются уже непригодными элементами, вывозят с места демонтажа в места утилизации. Складирование таких видов отходов на свалках загрязняет окружающую среду и лишает промышленность значительного объёма дорогостоящего материала, пригодного для вторичного использования, поэтому существуют целые комплексы по переработке бетона. Использование вторичного щебня (рис. 2) и песчано-гравийной смеси снижает затраты на новое строительство объектов в городе и одновременно позволяет уменьшить нагрузку на городские полигоны, замедлить процесс роста существующих городских свалок и образования новых.



Рис. 2. Вторичный щебень

Вторичный щебень из бетона сносимых построек оказывается значительно дешевле природного, так как энергозатраты на его производство в 8 раз меньше, а себестоимость бетона на 25 % ниже. Таким образом, переработка строительных отходов, создание системы рециклинга становится перспективным высокорентабельным производством, решающим экологическую и экономическую задачи.

Над вопросом утилизации бетонных и железобетонных конструкций сейчас работают во многих странах мира. По данным международной организации RILEM (Международный союз лабораторий и экспертов в области строительных материалов, системах и конструкциях), в странах ЕС, США и Японии в 2000 г., ежегодный объем только бетонного лома составляет более 360 млн. т. Начиная с 70-х гг. XX века, во многих странах ведутся широкомасштабные исследования в области переработки бетонных и железобетонных отходов, анализ технико-экономических, социальных и экологических аспектов использования получаемых вторичных продуктов.

Прогресс достигнут к началу 90-х гг., когда появились высокопроизводительные, но в то же время компактные и мобильные перерабатывающие комплексы.

Самым распространённым способом демонтажа панельных зданий в России является «Механический способ» по классификации СТО НОСТРОЙ 2.33.53-2011 [5]. Экскаватор, оборудованный гидроразрывными инструментами (рис. 3) или гидромолотом, механически нарушает конструктивную схему здания, что приводит к быстрому обрушению, либо просто выборочно разрушает элементы.



Рис. 3. Снос здания механическим методом

Крупные обломки затем дробят гидромолотами или отбойными молотками, либо с использованием циркулярных пил с алмазным покрытием. Далее, получившийся лом доставляют на полигоны для последующей переработки, захоронения, или складирования.

Процесс переработки, осуществляемый на полигоне перерабатывающим комплексом (рис. 4), состоит из ряда этапов [6]:



Рис. 4. Переработка бетона на полигоне. Производство состоит из 5 машин, производительность 800 м³ продукции в смену

Этапы процесса переработки:

- Измельчение отходов на дробильном оборудовании с последующим извлечением металлических элементов (арматуры, закладных деталей) из железобетонных элементов.
- Подача винтовым шнеком измельчённого сырья в разделительную камеру, куда также с помощью насоса подаётся вода.
- Превращение цементных частиц в молочко, которое вместе с песком оседает в накопительном резервуаре (бассейне) с мешалкой (миксером), обеспечивающим однородность массы.
- Отделение щебня и других твёрдых фракций.
- Отделение песка с помощью фильтров от цементного молочка.

Сортировка отделённых ресурсов.

В основе комплекса переработки находится щековая дробилка (рис. 5), от неё зависит величина допустимого размера перерабатываемого элемента, количество и размер фракций готового продукта и возможность перерабатывать элементы с металлическими включениями. Современные машины обладают не только высокой производительностью, но и возможностью быстрой транспортировки, что позволяет осуществлять переработку в любом месте.

Необходимо отметить, что там, где производился снос зданий и сооружений, как правило, предполагается новое строительство, а, значит, щебень будет востребован.

Рециклинг строительных отходов позволяет экономить деньги на покупке и перевозке материалов для строительства. Строительные материалы находятся на площадке, поэтому щебень не нужно транспортировать, доставлять из другого места.

При детальном рассмотрении вопроса, учета высокого процента вновь возводимых промышленных корпусов и зданий целесообразно рассматривать мобильные передвижные дробильные комплексы, устанавливаемые на месте демонтажа сооружений. Процесс переработки конструкции состоит из следующих этапов: установка мобильной дробильной установки непосредственно на месте, закладка конструкции на линию

переработки, установка параметров переработки и включение линии оператором, переработка конструкции установкой, позволяющей за счет конструктивных особенностей, разделять арматуру и вторичный щебень в разные контейнеры. Конструкция установки дополнительно предусматривает защитные экраны линии переработки от разлета частиц и осколков [7].



Размеры	
(В транспортном положении, стандартное исполнение)	
Длина:	12 450 мм
Ширина:	2500 мм
Высота:	3100 мм
Масса:	27 800 кг

Состав агрегата	
Дробилка	
Щековая дробилка Nordberg C96	
- ширина приемного зева:	930 мм
- глубина приемного зева:	580 мм
Максимальный размер питания: до 460 мм	
Питатель (стандартный)	
Бункер питателя с уширителями (опция)	
- 4 м³: ширина	2700 мм
- 6 м³: ширина	3400 мм
Вибрационный питатель Nordberg TK9-32-2V	
- длина	3200 мм
- ширина	950 мм
Двигатель	
CAT C6.6	
- мощность	168 кВт
Максимальная производительность	350 т/час

Рис. 5. Паспорт мобильной дробилки LOKOTRACK LT 96

Анализ опыта переработки строительных отходов и вторичного использования бетона в строительстве показывает, что за счет внедрения рациональных схем переработки, использования новых поколений оборудования и улучшения качества вторичного щебня может быть обеспечена его конкурентоспособность с природными заполнителями. Переработка бетона непосредственно на строительной площадке уже сегодня практикуется в некоторых странах мира (рис. 6).



Рис. 6. Переработка бетона на строительной площадке с помощью мобильной установки

На сегодняшний день, по данным с официальной страницы программы реновации, из 900 домов снесено 84, это означает, что большинство строительных отходов ожидает наш город в будущем. Например, разобранные конструкции панельного дома серии К-7 из 5 секций, весят примерно 7,5 тысяч тонн, годовую норму переработки всех полигонов займёт всего лишь 135 домов этой серии, такая дополнительная нагрузка существенно перегрузит действующие полигоны, что приведет либо к потребности в ещё большем количестве полигонов, либо поспособствует увеличению срока выполнения реновации.

Развитие строительного комплекса Санкт-Петербурга, требования обеспечения экологической безопасности урбанизированных территорий, охрана и рациональное использование природных ресурсов, качество жизни населения предполагает, что жизненный цикл зданий и сооружений включает не только их ликвидацию, но и повторное использование переработанных отходов [8–14].

Заключение

Использование мобильного комплекса позволит перерабатывать большой объём бетона при реновации целого квартала, потому как, для эффективной работы комплекса машин (рис. 4) достаточно площади в один гектар, однако это позволит переработать разобранные конструкции одного дома серии К-7, весом 7,5 тысяч тонн за 4 смены, при этом не напрягая мощности полигонов и городскую систему транспорта.

Анализируя проведенные исследования методов рециклинга можно сделать вывод, что для условий промышленного демонтажа наиболее выгодно применение мобильных установок переработки железобетонных конструкций.

От данных мероприятий есть как экологический эффект:

- уменьшение количества отходов, размещаемых на полигонах;
- снижение количества земель, отводимых под устройство полигонов.

Так и экономический эффект:

- отсутствие транспортных расходов;
- отсутствие затрат на размещение на полигонах;
- отсутствие затрат на сдачу на перерабатывающие комплексы;
- прибыль от продажи вторичного щебня в бюджет самой организации.

Литература

1. Городская программа развития застроенных территорий Санкт-Петербурга // Программа реновации Санкт-Петербурга: Официальный сайт / [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://rzt.spb.ru>.
2. Полигоны ТБО 2020 СПб // VSM / [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://vivoz-stroitelного-musora.ru/poligony-tbo>.
3. Тирская М. Мусорный атлас мегаполиса: где под Петербургом появятся новые свалки // РБК / [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://www.rbc.ru/spb_sz/23/04/2018/5adda49c9a79475d31508507.
4. Оперативная информация о ситуации с ТКО // Администрация Санкт-Петербурга: Официальный сайт / [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.gov.spb.ru>.
5. СТО НОСТРОЙ 2.33.53-2011 Организация строительного производства. Снос (демонтаж) зданий и сооружений (с Поправкой).
6. Арсентьев В. А., Мармандян В. З., Добромислов Д. Д. Современные технологические линии для строительного рециклинга // Строительные материалы. – 2006. – № 8. – С. 64–66.
7. ГОСТ ISO 21873-2-2013 Машины и оборудование строительные. Передвижные дробилки. Часть 2. Требования безопасности (с Поправкой).

8. Дьячкова О. Н. Алгоритм принятия эффективных конструктивно-технологических решений жилых многоэтажных зданий // Вестник гражданских инженеров. 2009. № 1 (18). С. 43–47.
9. Дьячкова О. Н. Методы оценки эффективности показателей жизненного цикла жилых многоэтажных зданий // Жилищное строительство. 2009. № 3. С. 2–3.
10. Дьячкова О. Н. Системная оценка параметров технологий возведения жилых многоэтажных зданий: дисс. ... канд. техн. наук. Санкт-Петербург, 2009. 147 с.
11. Дьячкова О. Н. Системный подход к оценке эффективности жизненного цикла жилых многоэтажных зданий // Промышленное и гражданское строительство. 2008. № 11. С. 41–42.
12. Дьячкова О. Н. Системотехнические основы выбора эффективных конструктивно-технологических решений жилых многоэтажных зданий (на примере Санкт-Петербурга) // Вестник гражданских инженеров. 2008. № 3 (16). С. 61–68.
13. Дьячкова О. Н. Влияние загрязнения почвы на экологическую безопасность городской среды Санкт-Петербурга // Геоэкология. Инженерная геология, гидрогеология, геокриология. 2020. № 1. С. 67–71.
14. Дьячкова О.Н. Влияние состояния природных компонентов городской среды на здоровье населения // Актуальные проблемы строительной отрасли и образования [Электронный ресурс]: сборник докладов Первой Национальной конференции - М.: МИСИ-МГСУ. 2020. С. 449-554. - Режим доступа: https://mgsu.ru/resources/izdatelskaya-deyatelnost/izdaniya/izdaniya-otkr-dostupa/2020/Sbornik_NK_2020_mal.pdf.

УДК 693.977

Алексей Владимирович Быченко, студент
(Санкт-Петербургский государственный
архитектурно-строительный университет)
E-mail: st.st.74@yandex.ru

Alexey Vladimirovich Bychenko, student
(Saint Petersburg State University
of Architecture and Civil Engineering)
E-mail: st.st.74@yandex.ru

ВЫБОР ТЕХНОЛОГИИ СТРОИТЕЛЬСТВА СТАНЦИИ ПОСАДКИ АТТРАКЦИОННОГО КОМПЛЕКСА В Г. САНКТ-ПЕТЕРБУРГ

SELECTION OF THE TECHNOLOGY FOR ESTABLISHING THE ABOVE-GROUND PART OF THE LANDING STATION DURING THE CONSTRUCTION OF THE ATTRACTION COMPLEX ON THE TERRITORY OF ST. PETERSBURG

В данном исследовании выявлена особенность строительства современного аттракционного комплекса на территории г. Санкт-Петербург. На примере проектирования и строительства в 2021 г. динамичного аттракциона в Приморском парке, рассмотрены вопросы выбора материалов и обоснования технологического решения при возведении несущих и ограждающих конструкций станции посадки. В статье так же изучены современные материалы и технологии облицовки крыши и стен станции посадки, применена сравнительная оценка и выбор технологии облицовки, который учитывает конкретные условия строительства. В итоге выявлена оптимальная технология возведения конструктивной части станции посадки из быстровозводимого легкого стального каркаса (ЛСТК), который отвечает требованиям долговечности, надежности и максимальной устойчивости сооружения. Так же предложена современная технология облицовки каркаса с применением специальных приспособлений для монтажа сэндвич-панелей.

Ключевые слова: аттракционный комплекс, легкий стальной каркас, технология возведения, технологическое решение, облицовка, строительство, выбор технологии.

This study reveals a feature of the construction of a modern attraction complex on the territory of St. Petersburg. On the example of the design and construction in 2021 of a dynamic attraction in Primorsky Park, the issues of choosing materials and justifying a technological solution for the construction of load-bearing and enclosing structures of the landing station are considered. The article also studies modern materials and technologies for facing the roof and walls of the landing station, applied a comparative assessment and choice of facing technology, which takes into account the specific conditions of construction. As a result, the optimal technology for erecting the structural part of the landing station from a pre-fabricated light steel frame (LSTC) was identified, which meets the requirements of durability, reliability and maximum stability of the structure. A modern technology of frame cladding with the use of special devices for the installation of sandwich panels is also proposed.

Keywords: attraction complex, light steel frame, construction technology, technological solution, facing, construction, choice of technology.

Индустрия проектирования и строительства аттракционных комплексов – это динамично развивающийся и прогрессивный вид строительного производства, открытый для креативных идей, и получивший широкое распространение во всем мире.

В последние годы, в нашей стране, построены и успешно эксплуатируются несколько крупных парков-аттракционов, пока, в основном, только в крупных городах: Москве, Сочи, Санкт-Петербурге.

В северо-Западном регионе России, в г. Санкт-Петербург, с 2001 года открыт и успешно развивается парк развлечений «Диво-Остров». Этот развлекательный комплекс осо-

бенно интересен тем, что имеет ряд уникальных особенностей. Это самый северный в мире парк развлечений такого масштаба, строящий и эксплуатирующий большое количество современных сложных, динамичных аттракционов, некоторые из которых не имеют аналогов в России и других странах.

В феврале 2021 г. на территории Приморского парка началось строительство второй (надземной) очереди современного динамичного аттракциона «Воздушная железная дорога» [1].



Рис. 1. Монтаж колонн и ферм трека аттракциона «Воздушная железная дорога» (г. Санкт-Петербург. Приморский парк. Февраль 2021г.)

После получения исходной технической документации от производителя аттракциона, компании Preston, были определены размерные и весовые параметры рельсовых машин, их количество, и алгоритм последовательного горизонтального движения по рельсовому пути. После проведения дополнительных обмеров, инженеры определили размерные параметры станции посадки, с учетом требований, которые установлены государственными стандартами РФ для обеспечения безопасной эксплуатации этого вида продукции и изделий, разработали модель станции посадки, конфигурацию кровли, и приступили к расчету и проектированию несущих и ограждающих конструкций станции посадки аттракциона.

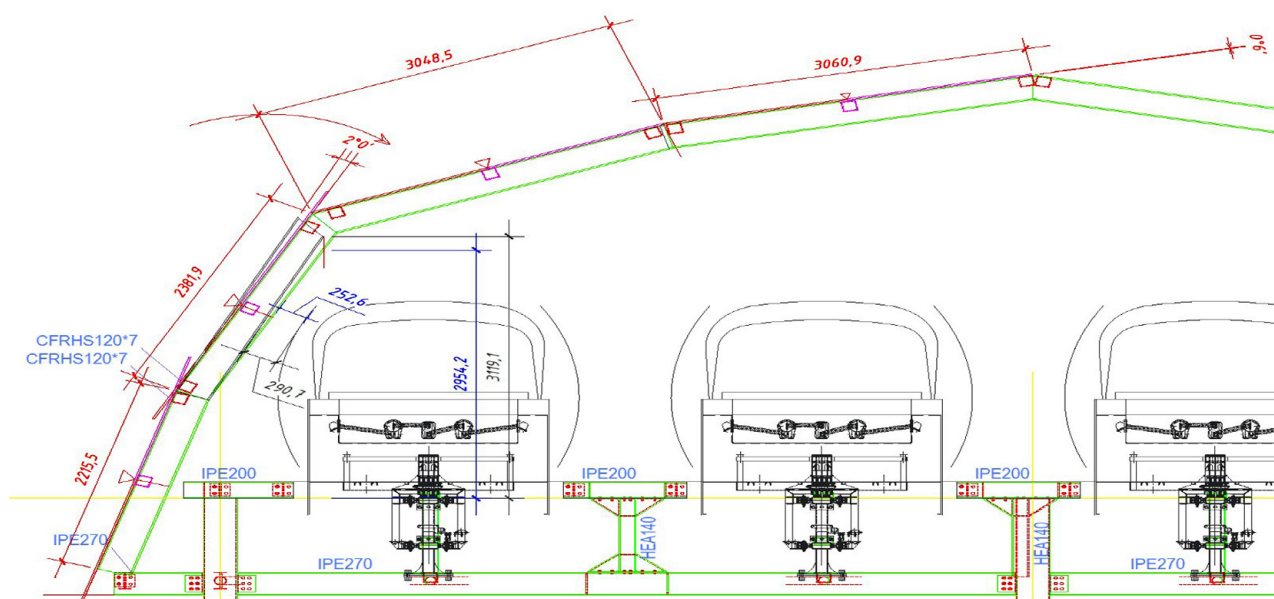


Рис. 2. Определение размерных и весовых параметров станции посадки в соответствии с нормативами по безопасной эксплуатации

В качестве основного материала для изготовления конструкций станции посадки, и лестниц аттракциона «Монорельс» был выбран ЛСТК. Легкие стальные тонкостенные конструкции, это современная технология, применяемая в строительстве зданий и сооружений различной сложности. Эта технология имеет очевидные преимущества. За счет того, что производство ЛСТК локализовано на территории РФ, достигается значительная экономия денежных средств. Так же технология возведения позволяет значительно экономить время строительства, за счет высокой точности совпадения всех элементов и узлов возводимого сооружения. Каркас из легкого стального профиля отвечает всем современным требованиям к постройке: он прочный, огнеупорный, обладает высокой коррозионной устойчивостью, быстро монтируется и надежен в эксплуатации. Еще одним достоинством каркаса из ЛСТК является его относительная легкость, что является важным преимуществом с учетом сложных инженерно-геологических условий участка строительства, которые характеризуются напластованием неоднородных толщ слабых водонасыщенных грунтов.

Проектирование силового каркаса из ЛСТК производилось в специальной лицензионной компьютерной программе, что позволило обеспечить сжатые сроки проектирования. При этом использование 3D моделирования позволило определить полную и исчерпывающую информацию касательно положения любого монтажного узла, а также точное определение габаритов и веса всех конструктивных элементов сооружения.

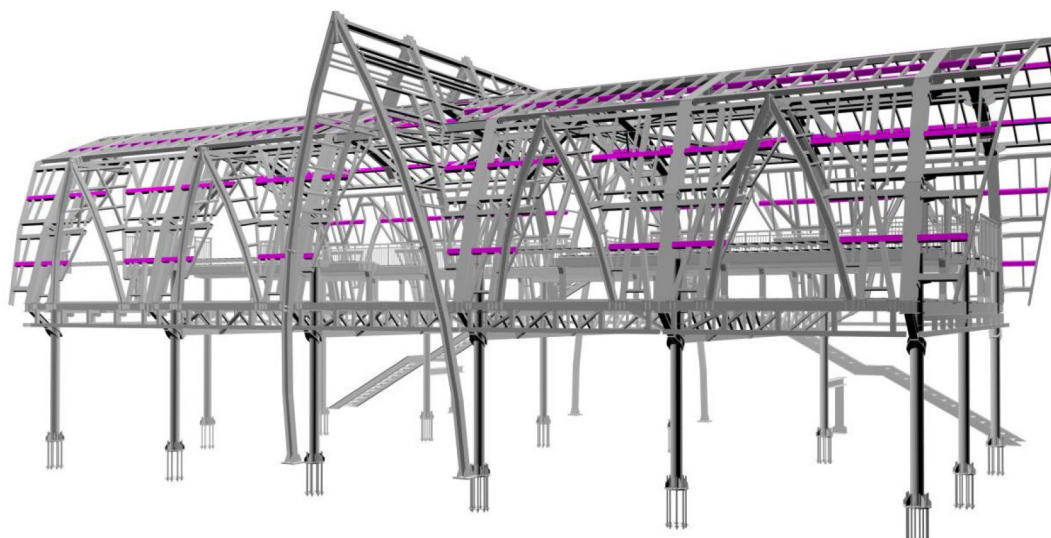


Рис. 3. 3D модель станции посадки аттракциона

Каркас является несущей основой любого строения, при этом технологической особенностью строительства зданий с легким стальным каркасом является соответствие элементов строительной системы по легкости и транспортабельности, поэтому выбор облицовочной системы имеет важное значение, и связано с внедрением новых материалов и передовых технологий, в практику строительства быстровозводимых зданий и сооружений.

Облицовочный листовый материал для станции посадки нового аттракциона должен быть легким, прочным, самонесущим, влагостойким, пригодным для последующего монтажа декоративных элементов экстерьера станции посадки.



Рис. 4. Декоративные элементы отделки станции посадки аттракциона

Для сравнения и экспертного анализа выбраны несколько плитных материалов, каждый из которых обладает определенными достоинствами и недостатками:

1. Трехслойная панель с готовой отделкой (Сэндвич-панель)

Достоинства:

Возможность строительства независимо от сезона и климатических условий.

Скорость монтажа сэндвич панелей значительно выше, чем строительство с использованием традиционных материалов.

Монтаж панелей удобен, прост. Легкость конструкции не требует наличия грузоподъемного крана и других видов подъемного оборудования. Кроме того существенно снижается нагрузка на фундамент, что позволяет снизить расходы на обустройство фундамента.

Недостатки:

Один из основных недостатков заключается в том, что сэндвич панели – самонесущие конструкции, которые просто не способны взять на себе сколь либо значительную дополнительную нагрузку.

Существует вероятность получить повреждение полимерного покрытия или даже вмятину на панели в процессе неаккуратной транспортировки, при монтаже или при эксплуатации.

2. Стекломагнийевый лист (СМЛ) – универсальный листовой отделочный материал на основе магнезита и стекловолокна. Технология изготовления и состав материала придают ему такие качества, как гибкость, прочность, огнеупорность и влагостойкость. Его качества, позволяют применять его на неровных поверхностях и понижает возможность перелома листа при монтаже и переносе. Кроме того, этот материал экологически чистый, не содержит вредных веществ и асбеста, не выделяет токсических веществ даже при нагревании.

Недостатки: Свойства значительно разнятся в зависимости от производителя и класса СМЛ; Относительно высокая стоимость.

3. Фанера повышенной влагостойкости (ФСФ)

Фанера является одним из наиболее распространенных материалов, широко применяемых в строительстве.

Достоинства фанеры:

- высокая прочность на разрыв и изгиб;
- хорошо пилится, сверлится и скрепляется как гвоздями, так и шурупами;
- сравнительно недорогой материал.

Недостатки фанеры:

- смолы, используемые при склейке шпона, содержат довольно большую концентрацию фенольных соединений;
- горючесть.

4. Ориентированно-стружечная плита (ОСП – OSB), производится методом прессования стружки толщиной до 0,7 мм и длиной до 140 мм под высоким давлением и температурой с применением небольшого количества склеивающей смолы.

Достоинства ОСП:

- прочность относительно других применяемых плит;
- влагостойкость выше, чем у ДСП и гипсоплиты;
- широкий размерный ряд;
- дешевле ДСП;
- хорошо держит шурупы, даже при повторном вкручивании.

Недостатки ОСП:

- обрабатывается хуже фанеры из-за неоднородности структуры;
- пыль, выделяющаяся при резке ОСП, раздражает слизистые оболочки носа, глаз;
- содержит формальдегид, особенно его много во влагостойких плитах.

Комплексная оценка систем облицовки была проведена с привлечением экспертов в области технологий возведения зданий с легким стальным каркасом.

Основываясь на результатах экспертной оценки, рассмотренных технологий строительства зданий с легким стальным каркасом, автор пришел к следующему выводу: Наиболее эффективна в строительстве зданий с легким стальным каркасом сэндвич-панель. Только дальность транспортировки с завода-изготовителя может повлиять на выбор альтернативных технологий возведения стен зданий с легким стальным каркасом.

Литература

1. Казаков Ю. Н. Градостроительство в регионах России на основе быстровозводимой системы сэндвич-панелей / Ю. Н. Казаков // Вестник гражданских инженеров. СПб.: СПбГАСУ, 2012. № 2 С. 143–144.
2. Казаков Ю. Н. Технология монтажа индивидуальных жилых домов из быстровозводимых конструкций: учебное пособие / Ю. Н. Казаков, А. М. Мороз, М. С. Никольский. Санкт-Петербург: Лань, 2018. 128 с.
3. Хорошенькая Е. В. Строительство каркасно-панельных зданий / Е. В. Хорошенькая, Ю. Н. Казаков, М. С. Никольский. Санкт-Петербург: Лань, 2020. 128 с. ISBN 978-5-8114-5891-2.
4. Selection of criteria for comparative evaluation of house building // Antonina Yudina, Yurii Tilinin // «Architecture and Engineering» (ISSN: 2500-0055) Том 4, № 1 (2019). Pages 47–52.
5. Ворона-Сливинская Л. Г. Технология возведения энергоэффективных малоэтажных жилых зданий: учебное пособие / Л. Г. Ворона-Сливинская, О. А. Тимошук, Ю. Н. Казаков. Санкт-Петербург: СПбГАСУ, 2020. 176 с. ISBN 978-5-9227-1065-7.
6. Казаков Ю. Н. Технология возведения зданий: учебное пособие для вузов / Ю. Н. Казаков, А. М. Мороз, В. П. Захаров. Санкт-Петербург: Лань, 2020. 4-е изд. 256 с. ISBN. 978-5-8114-5654-3.
7. Юдина А. Ф., Тилинин Ю. И., Евтюков С. А. Развитие технологий жилищного строительства в Санкт-Петербурге // Вестник гражданских инженеров. 2019 № 1 (72). С. 110–119. СПб.: СПбГАСУ, 2019.
8. Selection of criteria for comparative evaluation of house building // Antonina Yudina, Yurii Tilinin // «Architecture and Engineering» (ISSN: 2500-0055). Том 4, № 1 (2019). Pages 47–52.

УДК 624.1

Эльза Фаридовна Валеева, студент
(Санкт-Петербургский государственный
архитектурно-строительный университет)
E-mail: elzva@yandex.ru

Elza Faridovna Valeeva, student
(Saint Petersburg State University
of Architecture and Civil Engineering)
E-mail: elzva@yandex.ru

МЕТОДЫ УСИЛЕНИЯ ФУНДАМЕНТОВ

FOUNDATION STRENGTHENING METHODS

В статье рассмотрен вопрос актуальности усиления фундаментов исторических зданий на примере города Санкт-Петербурга. Выявлены основные причины деформаций фундаментов и оснований, приведены возможные способы их устранения. Исходя из современных требований: плотная городская застройка исторического центра города, необходимость усиления фундаментов, учет влияния ремонтно-реставрационных работ на близлежащие здания, был выбран один из методов. Более подробно рассмотрен вариант усиления существующего фундамента с помощью конструкции из наклонных грунтоцементных свай, армированных внутри стальной трубой. Описана технология выполнения работ по выбранному методу.

Ключевые слова: усиление фундаментов исторической застройки, памятник архитектуры, дефекты фундамента, методы усиления фундамента, технология выполнения фундаментных работ, устройство грунтоцементных свай.

The article considers the issue of the relevance of strengthening the foundations of historical buildings on the example of the city of St. Petersburg. The main causes of deformations of foundations and foundations are revealed, possible ways of their elimination are given. Based on modern requirements: dense urban development of the historic city center, the need to strengthen the foundations, taking into account the impact of repair and restoration work on nearby buildings, one of the methods was chosen. The option of reinforcing the existing foundation with the help of a structure of inclined soil-cement piles reinforced with a steel pipe inside is considered in more detail. The technology of performing works according to the selected method is described.

Keywords: strengthening of the foundations of historical buildings, an architectural monument, foundation defects, methods of strengthening the foundation, technology for performing foundation work, installation of soil-cement piles.

В настоящее время в Санкт-Петербурге, как и во многих городах России, повсеместно идет процесс строительства новых зданий, сооружений, дорог, тоннелей и, за неимением достаточного свободного места, освоение подземного пространства, надстройка, перестройка существующих зданий и сооружений. Также конструкции многих исторических построек устарели физически или морально, это требует решений по реконструкции зданий. Все вышеперечисленное не может не оказать влияние на существующие, исторические, здания и сооружения, следовательно, целесообразно рассмотреть вопрос усиления существующих построек.

Строительные работы, ведущиеся в непосредственной близости, создают дополнительную нагрузку на основание здания, однако, помимо этого, ослабление основания и разрушение фундамента может быть вызвано и рядом других причин.

1) Физический износ. Каждое строение, согласно ГОСТ Р 54257-2010 «Надежность строительных конструкций и оснований» [1], имеет нормативный срок эксплуатации, который зависит от назначения здания, материалов из которых изготовлены несущие

конструкции, температурного режима эксплуатации и т.д., следовательно, имеет место быть естественный износ конструкций. Например, расслоение бутовой кладки (рис. 1).

2) Перегрузка фундамента в результате реконструкции здания. Это можно понять, например, по трещинам в плитной части фундамента. Увеличению массы здания (надстройка) или изменении назначения помещений несет за собой изменение конструктивной схемы здания, что требует усиления методом изменения расчетной схемы несущих конструкций (рис. 2).

3) Разрушение тела фундамента. Происходит из-за воздействия агрессивной среды и нарушении свойств гидроизоляционных и защитных слоев (рис. 3).

40 Морозное пучение грунтов. Совместно с малой нагрузкой на фундамент может вызвать разрыв фундамента по высоте (рис. 4).

В большинстве случаев о том, что необходимы меры по укреплению фундамента или основания зданий, дают знать внешние факторы, такие как трещины на стенах, крен здания, заклинивание дверей.

Выбор метода усиления фундамента происходит исходя из его конструкции, уровня заложения, дефектов и причин их появления. Также так как усиление фундамента происходит в плотной городской застройке, необходимо, так же учитывать и влияние на основание соседних зданий.

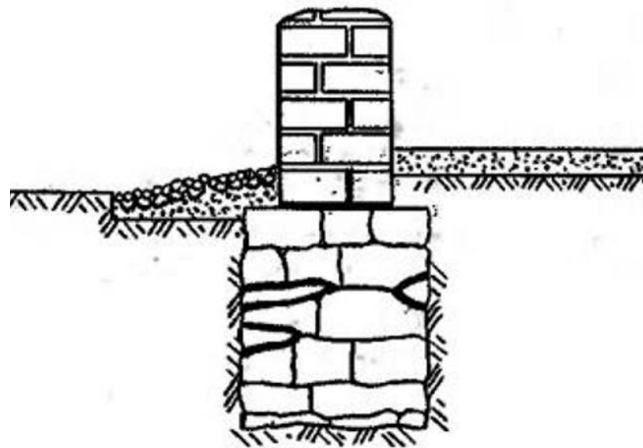


Рис. 1. Расслоение кладки фундамента

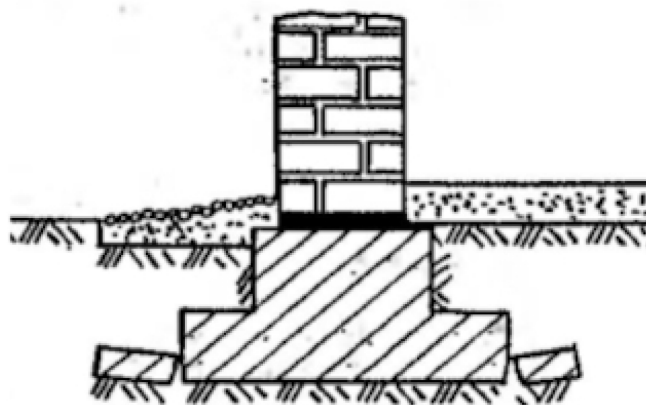


Рис. 2. Трещины в подошве фундамента

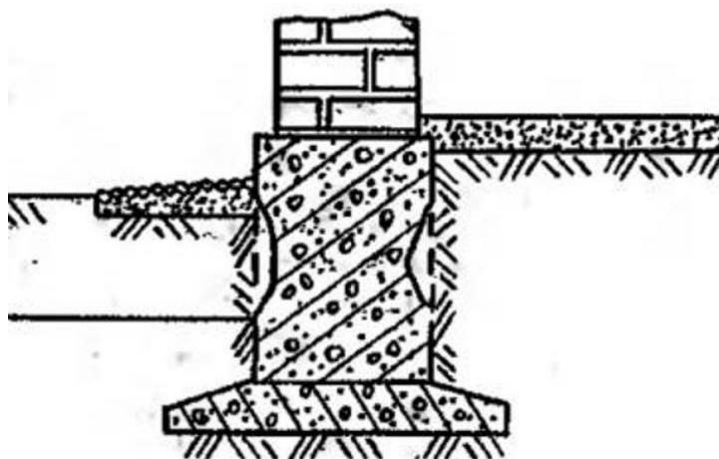


Рис. 3. Разрушение боковых поверхностей фундамента

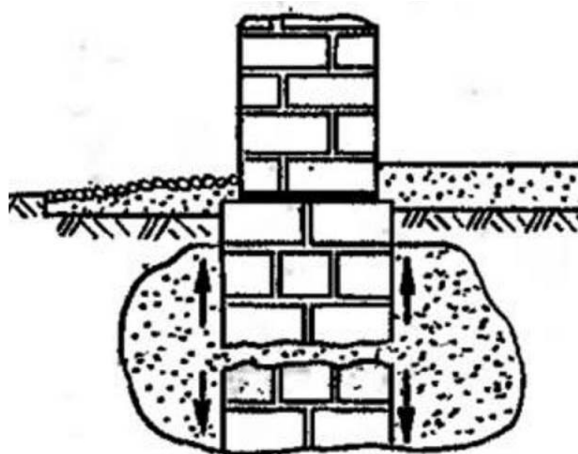


Рис. 4. Разрыв фундамента по высоте

Существует следующая классификация методов усиления существующих фундаментов и оснований [3], в которых есть разделение на три основные схемы работы системы фундамент-основание:

1. Восстановление несущей способности фундамента.

В данную категорию входят работы по восстановлению геометрических размеров и прочностных свойств материалов фундамента, устройству гидроизоляции, оштукатуривание, торкретирование)

2. Увеличение несущей способности фундамента

Методы усиления делятся на укрепление существующего фундамента (без изменения схемы работы) и на переустройство существующей схемы работы: ленточных в плитные, столбчатые в ленточные, передача части нагрузок на сваи, закрепление грунтов основания.

3. Разгрузка конструкций фундамента

Полная или частичная замена существующих фундаментов.

При перегрузке существующего фундамента исторического здания или при потере им его первоначальных свойств, основным методом является закрепление существующего фундамента, путем заключения его в обойму и пересадка здания на сваи.

Отсутствие достаточного места для усиления фундамента, предполагает использование буринъекционных свай, так как оборудование для их устройства малогабаритны, а также отсутствует необходимость разработки котлована, а значит не нарушается естественная структура грунтов основания.

Недостатками конструкций усиления с помощью свай, находящихся за пределами усиливаемого фундамента, является высокая трудоемкость работ, необходимость откопки котлована и большие сроки возведения системы.

Предложена следующая технология усиления фундамента [4]. Конструкция усиления состоит из армированной грунтоцементной сваи, проходящей сквозь тело фундамента. (рис. 5).

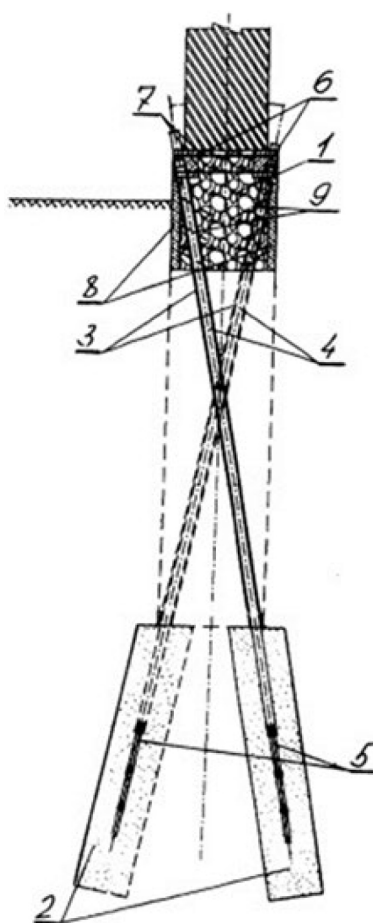


Рис. 5. Усиление фундамента грунтоцементными сваями

Также система может быть дополнена железобетонной обоймой, соединяющей существующий фундамент с конструкцией усиления с помощью стяжек и анкеров.

Конструкция состоит из проходящих сквозь тело существующего фундамента (1) наклонных усиливающих элементов, которые представляют собой грунтоцементные сваи (2) в основании и направляющей трубы (3), армированной внутри стальной трубой (4) с арматурным наконечником (5), заполненной пескобетоном и заходящей в грунтоцементную сваю (2). Направляющая труба (3) и армирующий элемент 4 в верхних частях сварены с обвязочным поясом (6), снабженным стяжкой (7). Существующий фундамент (1) забран в железобетонную обойму (8) и соединен с ней анкерами (9).

Технология работ следующая, сквозь тело существующего фундамента бурят наклонные скважины с заходкой в грунт. Глубину определяют в зависимости от проектных требований. В случае необходимости, бурение ведут с обсадной трубой. В пробуренные скважины вставляют направляющие – металлические трубы. Далее сквозь нее производят бурение и формируют грунтоцементную сваю. В пределах 12-ти часов с момента формирования грунтоцементной сваи (до полного ее схватывания) в направляющую трубу вставляют армирующий элемент, в качестве которого используют стальную трубу с диаметром, меньшим диаметра направляющей трубы, в частности, снабженную арматурным наконечником. Для придания конструкции прочности и увеличения сопротивления на изгиб трубу заполняют пескобетоном, а зазоры между трубами и между направляющей трубой и фундаментом заполняют инъекционным раствором.

Существующий фундамент обвязывают железобетонным поясом, сваренным с верхними частями направляющей трубы и армирующего элемента. Обвязочный пояс стягивают стяжками. Если существующий фундамент сильно разрушен, то его забирают в железобетонную обойму, которую скрепляют с фундаментом анкерами.

В заключении важно сказать, что реконструкция здания, это всегда уникальный процесс, как по выбранному методу, так и по технологии производства. В отличие от нового строительства, реконструкция существующих зданий представляет всегда разные исходные данные. Существующие методы подбираются к каждому конкретному фундаменту и в разных комбинациях, в зависимости от множества факторов.

Можно сделать следующие выводы о результатах использования предложенной конструкции: снижены трудозатраты и материалоемкость, ускорены сроки ремонтно-реставрационных работ, перераспределение усилий между наклонными сваями и существующим фундаментом позволяет увеличить несущую способность фундамента здания и предотвратить деформацию основания, технология усиления не зависит от глубины заложения существующего фундамента.

Литература

1. ГОСТ Р 54257-2010 Надежность строительных конструкций и оснований. Основные положения и требования (с Изменением № 1)
2. Обследование и испытание конструкций зданий и сооружений. Калинин В. М. 2017 г.
3. Справочник геотехника. Основания, фундаменты и подземные сооружения. Под ред. Ильичева В. А. и Мангушева Р. А. г. Москва. 2016 г.
4. Конструкция усиления фундамента здания, сооружения. Российский патент 2009 года по МПК E02D27/08 Авторы патента: Богомоллова Ольга Витальевна (RU), Черняков Андрей Валерьевич (RU) RU2354783C1
5. СП 22.13330.2016 Основания зданий и сооружений. Актуализированная редакция СНиП 2.02.01-83* (с Изменениями № 1, 2, 3).
6. СП 48.13330.2019 Организация строительства. Актуализированная редакция СНиП 12-01-2004.
7. СП 24.13330.2011. Свайные фундаменты. Актуализированная редакция СНиП 2.02.03–85. М.: ФГУП ЦПП, 2011.

УДК 69.09

Мохаммад Алем Вардак, аспирант
(Санкт-Петербургский государственный
архитектурно-строительный университет)
E-mail: Alem.wardak@yahoo.com

M. A. Wardak, postgraduate student
(Saint Petersburg State University
of Architecture and Civil Engineering)
E-mail: Alem.wardak@yahoo.com

**МЕТОДЫ И ТЕХНОЛОГИИ ВОЗВЕДЕНИЯ ЗДАНИЙ
В УСЛОВИЯХ СЕЙСМИКИ АФГАНИСТАНА (КАБУЛ)**

**METHODS AND TECHNOLOGIES FOR THE CONSTRUCTION OF BUILDINGS
IN THE SEISMIC CONDITIONS OF AFGHANISTAN (KABUL)**

В статье обсуждаются современные методы и технология возведение высотных монолитных зданий в сейсмических условиях, а также технология усиление несущих конструкции здания против сейсмических сил с помощью композитных материалов. Рассмотрено несколько применяемых материалов, их анализ, а также строительные методы, повышающие показатели сейсмостойкости здания. Автором предлагается несколько методов и материалов для возведение высотных зданий в Афганистане (Кабул).

Ключевые слова: землетрясение, зоны сейсмической активности, Афганистан, высотные здания.

The article discusses modern methods and technology for the construction of high-rise monolithic buildings in seismic conditions, as well as the technology of strengthening the load-bearing structure of a building against seismic forces using composite materials. Several materials used are considered, their analysis, as well as construction methods that increase the seismic resistance of the building. The author proposes several methods and materials for the construction of high-rise buildings in Afghanistan (Kabul).

Keywords: earthquake, seismic activity zones, Afghanistan, high-rise buildings

Введение

Сейсмичность Кабула. Афганистан является одним из самых активных сейсмических регионов мира, геологический структура Афганистана очень разнообразна, большая часть территории Афганистана расположена в пределах Средиземноморского геосинклинального пояса. Территория Афганистана характеризуется высокой сейсмичностью. Особенно в провинции Бадахшана интенсивность землетрясений достигает до 7,5 магнитудой, высотой очагов выше 100 километров.

Афганистан разделен на следующие четыре сейсмические зоны с точки зрения вероятности ущерба:

- основной;
- средний;
- не значительный
- безопасные зоны (не сейсмические).

В основном северо-восточная и юго-восточная части страны находятся в сильных сейсмических зона с высокой вероятностью повреждений при землетрясении, запад и юго-западные части страны расположены в не сейсмической зоне. Наиболее опасны районы в стране – провинции Бадахшан, Тахар, Кундуз, Балх, Джузджан, Саманган, Саре-э-пол, Бамиан, Парван, Кабул.

В соответствии строительного кодекса Афганистана (АВС) для проектирования зданий в сейсмике необходима следующая информация:

1. Категория места проживания и коэффициент важности (IE).
2. Группа сейсмического использования.
3. Отображение ускорения спектрального отклика (SS) и $S1$.
4. Вид грунта.
5. Коэффициент грунта.
6. Категория сейсмического проектирования.
7. Ускорение спектрального отклика (SDS) и ($SD1$).
8. Сопротивление системы базовой сейсмической силы.

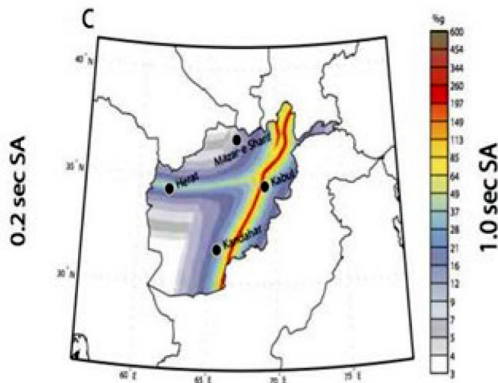


Рис. 1. Движение грунта 0,2 с

Рис. 1. Движение грунта 0,2 с

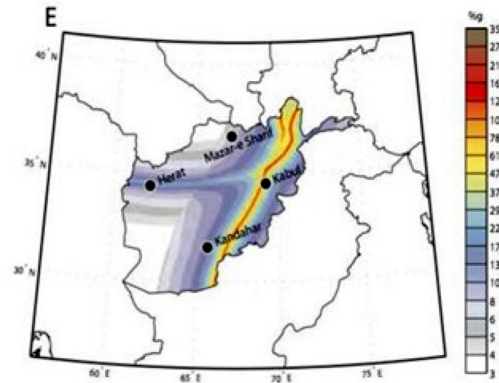


Рис. 2. Движение грунта 0,1 с

Рис. 2. Движение грунта 0,1 с

Таблица 1

Вероятность превышения через 50 лет		
2%		
город	0,2 сек	1 сек
Кабул	1.13	0.53
Мазари-Шариф	0.78	0.22
Герат	0.62	0.24
Кандагар	0.13	0.3

Вероятностные наземные движения для выбранных городов

Строительный кодекс Афганистана (АВС) предлагает основные принципы, которые должны соблюдать вовремя проектирования зданий в сейсмической зоне. Несколько из этих принципов объясняется в следующем образом:

- ограничения по высоте и количеству этажности для высотных монолитных зданий в сейсмических условиях Афганистана;
- положения по сейсмоизоляции зданий;
- вдоль длинных зданий должны быть антисейсмические швы, а также в случае разности высот, шов здание разделяет здание на отдельные части;
- соблюдение правил и требований технологии возведения высотных зданий с учетом сеймики [23].

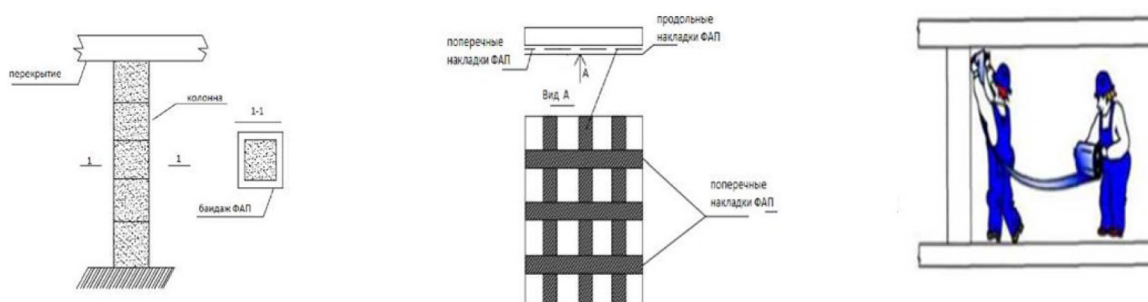
Применение технологии усиления несущих конструкций углеродным волокном.

На сегодняшний день для усиления конструкций монолитных зданий применяется метод «бетон-металл», но в сейсмических районах такое усиление конструкций не годится.

Для возведения высотных зданий в сейсмических районах надо применять новые технологии, которые предназначены для домостроения в сейсмических условиях, например, применение технологии углеродного волокна для усиления несущих конструкций, с целью снижения сейсмической нагрузки на конструкции. Применение этой технологии позволяет снизить нагрузку в 4 раза и увеличить сейсмостойкость на 1–2 балла к уже имеющейся стойкости. Следует отметить, что использование углеродного волокна (УВ) не снижает несущие свойства конструкций и не утяжеляют их. Технология возведения строительных конструкций с учетом сеймики методом применения углеродного волокна (УВ = углеродная ткань (*FibARM Tape*)) заключается в приклеивании высокопрочных листов УВ, с помощью эпоксидного клея, который имеет высокую адгезию.

Первый метод: Технология производства работ по усилению несущих конструкций углеродным волокном:

- грунтовка поверхностей строительных несущих конструкций;
- шпаклевка строительных несущих конструкции;
- покрытие адгезивным составом строительных несущих конструкции;
- наклеивание одно или двунаправленные ткани или ламинаты несущих конструкции [22] (рис. 3, 4, 5).



Второй метод: Технология защиты зданий от землетрясений является способ с применением эластичного бетона (фибро). В состав бетона добавляется фибер, в результате такая бетонная смесь имеют следующие характеристики:

- повышает прочность бетона на растяжение;
- бетон становится устойчивым против удара;
- снижается проницаемость бетона;
- предотвращается преждевременное высыхание бетона;

- простота использования бетонной смеси;
- предотвращает образование трещин в бетоне;
- повышает эластичность бетона и делает его устойчивым к истиранию;
- бетонная смесь устойчива к ржавчине, щелочам и другим вредным веществам.

Самым главным из всех свойств является повышение прочности бетона на растяжение. Повышение прочности бетона на растяжение способствует большему сопротивлению растягивающих усилий (сейсмическая сила). Для возведения сейсмоустойчивых монолитных зданий одним из способов является применение эластичного бетона.

Технология приготовления эластичный бетона. Для приготовления бетонной смеси наиболее важным является водоцементное отношение (В/Ц), значение которого выбирается на основании данных, представленных в табл. 2, 3.

Таблица 2

Размер щебня	Объём щебня для 1 м ³ бетонной смеси с учетом коэффициента крупности песка			
	2.4	2.6	2.8	3
9.5	0.5	0.48	0.46	0.44
12.5	0.59	0.57	0.55	0.53
19	0.66	0.64	0.62	0.6
25	0.71	0.69	0.67	0.65
37.5	0.75	0.73	0.71	0.65
50	0.78	0.76	0.74	0.72
75	0.82	0.8	0.78	0.76
150	0.87	0.85	0.83	0.81

Таблица 3

28-дневное сопротивление бетона Н / мм ²	Водоцементное отношение (В/Ц)	
	Бетон с воздухом	Бетон без воздуха
15	0.7	0.79
20	0.6	0.69
25	0.52	0.61
30	0.45	0.54
35	0.39	0.47
40	–	0.42

Из выше представленных таблиц видно, что для приготовления бетона марки 35 МПа нужно принять водоцементное отношение В/Ц = 0.47.

Полипропиленовое волокно, использованное в качестве добавки в этом исследовании, имеет следующие свойства: цвет белый, диаметр 25 (±10 %) м ц, длиной 12 (±10 %) мм, плотностью 0,91 г/см³, точка плавления 160–170 °С, модуль упругости 1,6 Гпа,

примерное количество волокон на килограмм $120 \cdot 10^6$, предел прочности на растяжение $400 (\pm 10 \%) \text{ Н/мм}^2$ (рис. 6).

Поскольку мы знаем, что использование полипропиленовой фибры в бетоне имеет многие преимущества, но важно использовать определенное ее количество. Если фибра используется в больших количествах, во-первых, она плохо перемешивается, во-вторых, снижает прочность бетона, в-третьих, требует дополнительной воды в конструкционной смеси. В этом исследовании автором добавлено полипропилен $0,25 \%$ от цемента, что является более экономически и технически эффективно.

Это количество как с экономической, так и с технической точки зрения связано с устойчивостью бетона к давлению, растяжению и ударопрочностью [18–20].

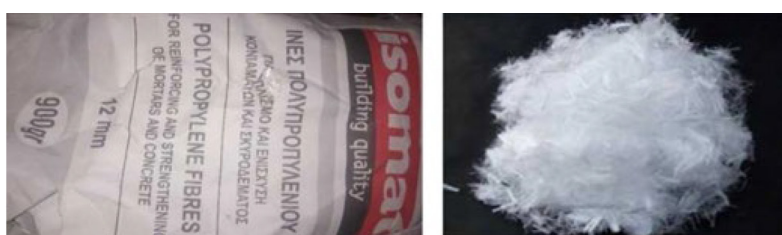


Рис. 6. Изображение полипропилена, использованного в этом исследовании

Поскольку сейсмическая нагрузка – боковая нагрузка и за счет этой силы несущие элементы работают на растяжение, что важно, т. к. этот вид бетона хорошо сопротивляется растяжению. Добавление фибры в состав бетона играет важную роль в предотвращении трещин.

Физика механические свойства фибробетона. Измерение подвижности бетона (обозначение *ASTM: C143*)

Для каждого несущего элемента требуется бетонная смесь разной подвижности.

Поскольку сейсмическая нагрузка – боковая нагрузка и за счет этой силы несущие элементы работают на растяжение, что важно, т. к. этот вид бетона хорошо сопротивляется растяжению. Добавление фибры в состав бетона играет важную роль в предотвращении трещин. В табл. 4 представлены значения подвижности для различных элементов здания.

Таблица 4

Вид конструкции	Подвижность, мм	
	Наибольший	Наименьший
Железобетонные стены и фундаменты	175	50
Железобетонные не глубокие фундаменты, стены	100	25
Балки и перекрытия	150	75
Колонны	150	75

28-дневный предел прочности на растяжение полипропиленового фибробетона. Образцы испытывались четырех видов: простой бетон при давлении на сжатие, фибро-

бетон при давлении на сжатия, простой бетон при растяжении и фибробетон при растяжении (рис. 7, 8).

Если количество полипропиленового волокна составляет 0,25 %, его предел прочности на растяжение увеличится на 25 %, и также было обнаружено, что прочность на сжатие увеличится на 6 %. Добавление полипропиленовой фибры необходимо для того, чтобы увеличивать прочность на растяжение. Таким образом, можно сказать, что если при добавлении 0,25 % полипропиленовой фибры, прочность бетона на растяжение увеличится на 25 % и также прочность бетона на сжатие увеличить на 8 % [20].



Рис. 7. показана прочность на растяжение обычного бетона после 28 дней



Рис. 8. показана 28-дневная прочность на растяжение полипропиленового фибробетона

Третий метод: технология защиты здания от землетрясений является распространенный способ – применение винтовых свай. Применение винтовых свай считается универсальным видом фундамента в сейсмических районах. Такой вид фундамента служит много лет (но это зависит от вида и качества стали) и не наносит вред почвенному покрову участка. Погружение свай начинается с тщательного исследования почвы на стройплощадке, для того чтобы выявить все физико-механических свойства грунта, который находится в пределах сжимаемой толще, а строительной площадке проводятся инженерно-геологические изыскания [16–17].

Обычно для погружения винтовых свай применяются типовые винтовые установки ВС108 с длиной до 2,5 м. Технология погружение винтовых свай производится в следующем порядке:

- рассчитывается необходимое количество свай и определяется расстояние между ними;
- выбирается метод погружение свай;
- установка свай в проектное положение;
- приваривание оголовков [16].

Процесс завинчивания винтовых свай вручную проводится таким образом:

До того как удалят вежу, указывающую точку расположение свай, на указанной точке копают приямки на глубину лопасти винтовой свай.

При погружении свай вручную, необходимо предварительно подготовить и проверить площадку. До погружения свай нужно приступить к сборке ворота – цельно-металлический стержень вставляется в проушины оголовка, в калибрующее отверстие помещается свая, затем две трубы по подходящем размерам и надеваются на стержень и ворот собран.

Этот этап мы будем вкручивать сваи в грунт. С помощью крутящего момента рычагов ворота на опору свая ввинчивается в грунт. Стержень должен вращаться, ввинчиваясь в почву. В соответствии с проектной отметкой срезаются оголовки свай. Для предотвращения коррозии полости сваи изнутри бетонируются [1–2–5–7].

Механический способ погружения винтовых свай:

- высверливается скважина глубиной $1/3$ от длины опоры, при помощи бура;
- помощью крана свая устанавливается над проектной отметкой (для свай свыше 5 м длиной).

Сваи погружаются в определенном порядке (шахматном) [10–2–12].

При наличии квалификации и аккуратности работа установки такого типа фундаментов не сложная, в обоих случаях закручивание как машинным, так и в ручном способом (рис. 9, 10) [21].



Рис. 9. Завинчивания винтовых свай вручную

Рис. 10. Завинчивания винтовых свай машин

Таким образом, можно сделать следующие выводы:

1. Афганистан страна, которая расположена в сейсмоопасной зоне. Северо-восточная часть Афганистана, регион Файзабад (Бадахшанская область) высокой сейсмической вероятностью, более чем 7,3 балла по шкале Рихтера.

2. Ограничение этажности здание в сейсмических регионах играет важную роль. Вдоль длинных зданий должны быть антисейсмических швы, а также в случае разность по высоте, шов с помощью которого здание разделяется на отдельные части.

3. Применение углеродной ткани (волокна) для усиления строительный конструкции позволяет снизить нагрузку в 4 раза и увеличить сейсмостойкость на 1–2 балла. Использование углеродного волокна (УВ) не снижает несущую способность конструкций и при этом не утяжеляет ее.

4. Полипропиленовая фибра увеличивает прочность на сжатие, растяжение, ударопрочность и увеличивает твердость бетона. Важно то, что повышение прочности на растяжение бетон лучше выдерживает растягивающие нагрузки (сейсмическая сила). Если количество полипропиленового волокна составляет 0,25 %, то е предел прочности фибробетона на растяжение увеличится на 25 %.

5. Технология винтовых свай стремительно развивается, и особенно эффективна в сейсмических регионах и в будущем способна заменить многие из существующих традиционных свайных технологий.

Литература

1. Wikipedia [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://ru.wikipedia.org/wiki/Землетрясение>.
2. Traveler [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://www.travelermir.com/karty/karta-razlomov-i-seismicheski-opasnykh-mest>.
3. СП 14.13330.2011 Свод правил: Строительство в сейсмических районах. Актуализированная редакция СНиП II-7-81*.
4. Ученые призывают ускорить строительство сейсмостойчивых зданий в мире. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://myrah.ru/6425476.php>.
5. ScienceNOW [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://news.sciencemag.org/sciencenow>
6. Build for tomorrow. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://const.tokyu.com/recruit/sinsotsu/technology/menshin.html>.
7. Пуценко К. Н., Никишина О. В. Некоторые проблемы внедрения инноваций в гражданском строительстве // Молодежный вестник ИрГТУ. 2012. № 2.
8. Ким М. С. Проектирование основание и фундаментов.
9. Мадхави. Доктор Т. Ч. Смаваи Раджа, Матур Дипак, июнь 2014 г. Сертифицированный журнал, том 4, специальный выпуск 4ISSN 2250-2259, ISO 9001: 2008, Международный журнал инженерных технологий и передовых технологий.
10. Патил Чайтра, Patole Kavita, апрель 2017 г. ISSN: 2395-0056 P- ISSN: 2395-0072
11. Рай Амит, доктор Ю. П. Джуши, 2 мая 2014 г., ISSN: 2248-9622, том 4, выпуск 5 (версия 1), стр.123-131.
12. Ватин Н. И., Баданин А. Н., Булатов Г. Я., Колосова Н. Б. Технологии и оборудования для погружения и возведения свайных фундаментов.
13. СП 164.1325800. Усиление железобетонных конструкций композитными материалами, 2014.
14. Сарвари Мохаммад Исмаил. Землетрясение в Афганистане.

УДК 692.232.45

Андрей Алексеевич Гавриленко, студент
(Санкт-Петербургский государственный
архитектурно-строительный университет)
E-mail: aagavrilenko25@gmail.com

Andrey Alekseevich Gavrilenko, student
(Saint Petersburg State University
of Architecture and Civil Engineering)
E-mail: aagavrilenko25@gmail.com

ПРЕИМУЩЕСТВА И НЕДОСТАТКИ ОТДЕЛКИ ЖИЛЫХ ЗДАНИЙ НАВЕСНЫМИ ВЕНТИЛИРУЕМЫМИ ФАСАДАМИ

ADVANTAGES AND DISADVANTAGES OF FINISHING RESIDENTIAL BUILDINGS WITH HINGED VENTILATED FACADE

На основании отечественного и зарубежного опыта в данной статье рассмотрены преимущества и недостатки отделки жилых зданий навесными вентилируемыми фасадами. Рассмотрены технологические решения по устройству навесных вентилируемых фасад. Проанализированы факторы, влияющие на качество готовой строительной продукции и проблемы, с которыми можно столкнуться при проектировании и в процессе монтажа данной фасадной системы. В результате исследования определено, что выбор высококвалифицированных специалистов и строгое соблюдение технологии устройства навесных вентилируемых фасадов может обеспечить их правильную работу, проектную долговечность, создание здорового микроклимата внутри помещений.

Ключевые слова: навесные вентилируемые фасады, энергоэффективность, воздушный зазор, фасадные профили, ограждающая конструкция здания.

Based on domestic and foreign experience, this article examines the advantages and disadvantages of finishing residential buildings with hinged ventilated facades. Technological solutions for the device of hinged ventilated facades are considered. The factors affecting the quality of the finished construction products and the problems that can be encountered in the design and installation process of this facade system are analyzed. As a result of the study, it was determined that the choice of highly qualified professionals and strict compliance with the technology of hinged ventilated facades can ensure their proper operation, design durability, creating a healthy microclimate inside the premises.

Keywords: hinged ventilated facades, energy efficiency, air gap, facade profiles, building envelope.

Внешняя отделка зданий и сооружений играет важную роль в формировании архитектуры и городского ландшафта, а также обеспечивает защиту здания от агрессивных воздействий внешней среды (химических, механических, гигрометрических, термических, антропогенных), создание благоприятных условий и комфортной среды для человека [1].

Эффективные, эстетические и технологические фасадные системы начали распространяться в нашей стране только с середины 90-х годов прошлого столетия ввиду повышения требований к энергоэффективности и пожарной безопасности наружных ограждающих конструкций. Особенно широкое распространение получила технология навесных вентилируемых фасадов. Благодаря конструкции вентилируемых фасадов проблема получила решение не только с технологической, но и с эстетической точки зрения. Новые фасадные системы позволили избавиться от проникновения влаги в теплоизоляционный слой и от образования мостиков холода в ограждающих конструкциях.

Навесной вентилируемый фасад – это многослойная конструкция, состоящая из крепежных элементов, теплоизоляционного слоя, ветровлагозащитной мембраны, воздушного зазора и облицовочного слоя.

Система навесного вентилируемого фасада может быть классифицирована по ряду признаков. Например, по материалам облицовки вентилируемые фасады могут быть из:

- керамического гранита;
- фасадных бетонных панелей;
- алюминиевых композитных панелей;
- фиброцементных панелей;
- металлического сайдинга;
- облицовочного кирпича;
- полиалпана;
- солнечных батарей;
- мелкоформатной клинкерной плитки (имитация «под кирпич»);
- магнезитовой плиты;
- винилового сайдинга;
- натурального гранита;
- HPL панелей;
- терракотовых панелей;
- стеклопанелей;
- металлических кассет;
- фиброцементного сайдинга;

Материалом несущей подконструкции может являться:

- оцинкованная сталь;
- нержавеющая сталь;
- алюминий и его сплавы;
- дерево.

Деревянные несущие подконструкции используются, в основном, в индивидуальном жилищном строительстве при облицовке сайдингом.

По способу крепления облицовочного материала существует:

- видимое крепление;
- невидимое крепление.

В зависимости от типа конструктива подсистемы:

- вертикальная система;
- горизонтальная система;
- горизонтально-вертикальная система.

По типу несущего основания вентилируемые фасады могут быть с креплением:

- к стене;
- в плиты перекрытий.

Также, по наличию теплоизоляционного слоя вентилируемый фасад может быть:

- с теплоизоляционным слоем;
- без утепления [2].

Система крепежных элементов вентилируемых фасадов состоит из дюбелей и шурупов, горизонтальных и вертикальных профилей и кронштейнов, специальных крепежных деталей. Несущая часть фасадной конструкции, выполненная из горизонтальных и вертикальных профилей, крепится к несущим элементам здания.

Устройство фасадной системы начинается с монтажа металлических кронштейнов, воспринимающих нагрузки от облицовочного слоя, ветра и металлических профилей и передающих ее на несущий элемент здания. Для предотвращения образования «мостиков холода» между кронштейном и стеной прокладывается тонкая изоляционная пленка, через которую вкручивается анкерный болт [3].

После установки кронштейнов начинается монтаж теплоизоляционного слоя, который обеспечивает требуемые температурные условия внутри здания. Утеплитель должен быть выполнен из негорючего материала, так как наличие воздушного зазора в случае возникновения пожара может привести к быстрому распространению огня по всей поверхности здания. К негорючим материалам, применяемым для подобных работ, относятся:

- минеральная вата;
- жидкий пенополиуретан (ППУ);
- пеноизол;
- эковата.

Стоит отметить, что пенопласт в конструкциях вентилируемых фасадов не рекомендован к использованию, так как он имеет высокую степень горючести. Также, не рекомендуется использовать в качестве утеплителя эковату, так как она склонна к тлению, впитыванию влаги и усадке. Пенополистирол и пенополиуретан практически не пропускают пар, поэтому в качестве утеплителей их используют довольно редко. Наиболее эффективно использование утеплителя из каменной ваты или из стекловолокна, так как они изготовлены из экологически чистых и натуральных термически обработанных материалов, и полностью соответствуют предъявляемым к утеплителю требованиям:

- теплоизоляция;
- водонепроницаемость;
- пожароустойчивость;
- шумоизоляция.

При устройстве теплоизоляционные плиты укладываются горизонтальными рядами и первоначально фиксируются двумя тарельчатыми дюбелями. Для защиты утеплителя от сильных потоков воздуха, атмосферной влаги при осадках и других внешних воздействий, он покрывается слоем ветрозащитной пленки, защищающей утеплитель от атмосферной влаги, и окончательно закрепляется пятью тарельчатыми дюбелями. Необходимо добавить, что негерметичное соединение стыков ветрозащитного слоя между собой и с прилегающими конструкциями может привести к проникновению водяного пара, увлажнению теплоизоляции и конденсации влаги.

После установки теплоизоляции на кронштейны монтируются вертикальные и горизонтальные направляющие. Комбинированное крепление используется наиболее часто и может реализовываться несколькими способами. В первом случае сначала фиксируются вертикальные направляющие, а затем горизонтальные, что снижает нагрузку на крепление, но при этом способе вертикальная циркуляция воздуха затрудняется. Во втором случае к горизонтальным направляющим прикреплены вертикальные направляющие, вследствие чего отсутствуют препятствия для вертикальной циркуляции. Однако этот метод более металлоемкий и финансово затратный [4].

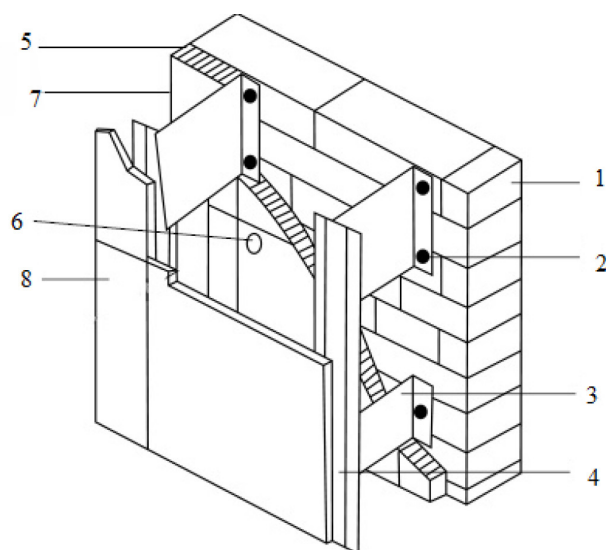


Рис. 1. Конструкция вентилируемого фасада:

- 1 – несущая конструкция; 2 – анкер; 3 – кронштейн; 4 – несущий профиль;
5 – утеплитель; 6 – фасадный дюбель; 7 – вентилируемое пространство;
8 – облицовочный материал

Облицовочный слой вентилируемых фасадов может быть выполнен из керамического гранита, фиброцементных плит, алюминиевых композитных панелей, металлических кассет, пластикового сайдинга, стеклянных панелей, деревянной облицовки, ламината высокого давления (ЛВД) и солнечных батарей.

Облицовочный слой крепится к несущим частям фасадной конструкции так, чтобы между ним и теплоизоляционным слоем оставалась воздушная прослойка, которая выполняет такие важные функции, как:

- компенсация отклонений размеров стен от номинального размера;
- прерывание капиллярного пути от осадков снаружи здания вглубь стены;
- образование дренажной плоскости для отвода воды наружу, сохранения элементов фасада в сухости и удаления излишней влаги изнутри здания.
- уменьшение разницы давлений между воздухом внутри и снаружи фасада, что предотвращает проникновение дождевой воды.

Толщина воздушного зазора может составлять от 40 до 100 мм, чтобы гарантировать эффективную циркуляцию воздуха. Также, снизу и сверху должны быть предусмотрены вентиляционные отверстия с защитными решетками для предотвращения попадания посторонних предметов в конструкцию.

Широкое использование навесных вентилируемых фасадных систем обусловлено рядом преимуществ перед другими фасадными конструкциями. Разнообразие облицовочных материалов и гибкость архитектурных форм позволяет реализовать сложные архитектурные решения. Используемые материалы эффективно сохраняют тепло, не возгораются при возникновении пожара, являются безопасными для здоровья человека. Стоит отметить, что при устройстве навесных вентилируемых фасадов нет необходимости в предварительном выравнивании стен, так как данная конструкция позволяет скрыть имеющиеся дефекты поверхности.

Благодаря воздушному зазору, данная фасадная система непрерывно работает на поддержание влажностного состояния теплоизоляционного слоя, что сохраняет целостность таких фасадов десятилетиями. Некоторые материалы могут не требовать дополнительного обслуживания в срок до 50 лет [5]. Также, при повреждении элементов облицовки можно заменить только часть фасада, без демонтажа конструкции в целом. Еще одним достоинством данных фасадных конструкций является простота в процессе монтажа и демонтажа при реставрации, а устанавливать данную конструкцию можно в любое время года.

При нарушении технологии устройства вентилируемого фасада некоторые достоинства могут оказаться недостатками. Работы по монтажу вентиляционных фасадов не требуют документального подтверждения членства в саморегулируемой организации, что допускает к работе неквалифицированных специалистов и организации, не имеющие соответственного опыта. Многие общестроительные бригады могут не учесть все нюансы в работе с крепежными элементами и облицовочными материалами, что в будущем может привести к проблемам эксплуатации здания. Например, в целях уменьшения себестоимости работ может быть пропущен этап укладки ветрозащитной мембраны, или выбор материала кронштейнов осуществлен без учета их коррозионной стойкости в заданном климате, площади поперечного сечения, периодичности установки и отсутствие теплоизоляционных прокладок приведет к их преждевременному разрушению [6].

Вследствие несоблюдения технологии производства фасадных работ, могут возникнуть такие проблемы, как:

- неоднородная геометрия поверхности фасада;
- увеличение нагрузки на крепежные элементы вследствие неправильного расчета схем установки, приводящее к обрушению плит;
- некорректный расчет воздушной прослойки или отсутствие защитного слоя теплоизоляции, что приводит к частичному промерзанию утеплителя и потере теплоизоляционных свойств.

Также, несоблюдение технических решений по обеспечению пожарной безопасности, использование горючих материалов и материалов, не прошедших огневые испытания, приведет к снижению огнестойкости зданий.

Чтобы избежать подобных проблем, необходимо правильно подойти к выбору строительно-монтажной организации для выполнения расчетов и производства работ по монтажу вентилируемого фасада, срок эксплуатации которого во многом зависит от точности расчетов, грамотно подобранных и установленных согласно технологии комплектующих и материалов. Важнейшими критериями при выборе строительно-монтажной организации являются профессионализм и опыт сотрудников, наличие профессионального оборудования и сложившийся имидж компании на рынке.

Одним из существенных недостатков вентилируемых фасадов является их высокая стоимость. Из-за того, что конструкция вентилируемого фасада многокомпонентная, и необходимо использовать специальные гидрозащитные покрытия и мембраны, панели значительно превосходят стоимость традиционной отделки. В связи с этим, можно выделить проблему появления дешевых и низкосортных аналогов материалов фасадной облицовки, применение которых приводит к увеличению эксплуатационных рас-

ходов для поддержания необходимого технического состояния конструкции, а в отдельных случаях – к чрезвычайным ситуациям.

Также, к недостаткам можно отнести вероятность появления посторонних звуков, возникающих из-за значительных ветровых нагрузок на фасадную конструкцию. Более того, при резком изменении температуры возникает легкое потрескивание и шуршание, вызванное уменьшением и расширением металлических профилей.

Заключение

1. Появление технологии навесных вентилируемых фасадов решило проблему повышенных требований к энергоэффективности и пожарной безопасности ограждающих конструкций.

2. Вентилируемые фасады обладают множеством преимуществ: долгий срок службы, простота монтажа, быстрый и локальный ремонт, хороший уровень теплоизоляции, пожароустойчивость.

3. Для выполнения работ по устройству вентилируемых фасадов необходимо привлекать высококвалифицированных специалистов.

4. Ввиду высокой стоимости навесных вентилируемых фасадов, появляется все больше дешевых и низкокачественных материалов фасадной облицовки, что негативно сказывается на качестве готовой строительной продукции.

5. Правильный выбор и строгое соблюдение технологии устройства вентиляционных фасадных систем обеспечивает их правильную работу, создание здорового микроклимата внутри помещений здания и долговечность.

Литература

1. Пахомов А. Ю. Влияние экологии городской среды на фасадные системы с вентилируемым воздушным зазором. VIII Международная научно-техническая конференция «современные проблемы экологии». Материалы конференции.

2. Павлушкина, Ю. Е. Навесной вентилируемый фасад и его характеристики / Ю. Е. Павлушкина, М. Е. Павлушкин. – Текст : непосредственный // Молодой ученый. – 2016. – № 28 (132).

3. Колесова Е. Н. Навесной вентилируемый фасад: классификация элементов, входящих в его состав, и проблемы, связанные с проектированием воздушного зазора // Вестник ПНИПУ. Строительство и архитектура. – 2016. – № 2.

4. Умнякова Н. П. Развитие теории расчета и проектирования ограждающих конструкций с учетом специфики Внешних воздействий и отражательных свойств материалов / Диссертация доктор техн. наук., 2019.

5. Кнатько М. В., Ефименко М. Н., Горшков А. С. К вопросу о долговечности и энергоэффективности современных ограждающих стеновых конструкций жилых, административных и производственных зданий // Инженерно-строительный журнал. – 2008. – № 2.

6. Жуков А. Д., Чугунков А. В., Жукова Е. А. Системы фасадной отделки с утеплением // Вестник МГСУ. – 2011. – № 1.

7. Бердюгин И. А. Теплоизоляционные материалы в строительстве. Каменная вата или стекловолокно: сравнительный анализ // Инженерно-строительный журнал. – 2010. – № 1.

8. Немова Д. В. Навесные вентилируемые фасады: обзор основных проблем // Инженерно-строительный журнал. – 2010. – № 5.

УДК 69.05

Герман Антонович Дьяконов,
магистрант
(Санкт-Петербургский государственный
архитектурно-строительный университет)
E-mail: german.dyakonov96@mail.ru

German Antonovich D'yakonov,
undergraduate
(Saint Petersburg State University
of Architecture and Civil Engineering)
E-mail: aagavrilenko25@gmail.com

**РАЗВИТИЕ СТРОИТЕЛЬНОГО КОМПЛЕКСА
РЕСПУБЛИКИ САХА (ЯКУТИЯ)**

**DEVELOPMENT OF THE CONSTRUCTION COMPLEX
OF THE REPUBLIC OF SAKHA (YAKUTIA)**

Раскрыты проблемы строительного комплекса Республики Саха (Якутия). Анализ жилой застройки проведен на примере города Якутска. Разработаны карта-схема жилой застройки городской территории, включая малоэтажные индивидуальные и многоэтажные многоквартирные дома; карта-схема локации жилых зданий, являющихся достопримечательностями нового строительства; карта-схема размещения ветхого жилья, признанного аварийным. Представлено ранжирование ведущих застройщиков Якутска за период 2000–2020 гг. по количеству сданных жилых домов, их технологий возведения, стоимости 1 м².

Ключевые слова: строительство, многоэтажные жилые здания, конструктивно-технологические решения, реновация жилого фонда.

The problems of the construction complex in the Republic of Sakha (Yakutia) are disclosed. The analysis of residential development is carried out on the example of Yakutsk city. A schematic map of residential development in the urban area has been developed, including low-rise and multi-storey apartment buildings; a schematic map of the location of residential buildings which are landmarks of new construction; a map-diagram of the dilapidated housing placement, recognized as a wreck one. The leading developers ranking of Yakutsk for the period 2000–2020 is presented by the number of residential buildings handed over, their construction technologies and the cost of 1 square meters.

Keywords: construction, wreck and dilapidated houses, multi-storey residential buildings, constructive and technological solutions, renovation of the housing stock.

Одной из проблем строительного комплекса республики Саха (Якутии) является возведение комфортных жилых зданий и их комплексов в условиях вечной мерзлоты с применением местных материалов и современных технологий, с обеспечением экологической безопасности, охраны и рационального использования природных ресурсов.

На основе изученных открытых данных, представленных в сети интернет [1–4], документов нормативно-правовой базы [5–7] и научных источников [8–14] проведем анализ жилой застройки столицы республики Саха (Якутии).

Городской округ «город Якутск» расположен в долине Туймаада на левом берегу реки Лены. Основан в 1632 г. Является одним из крупнейших городов Дальнего Востока, застройка которого успешно развивается в условиях вечной мерзлоты. В городе много жилых зданий, требующих расселения, потому что они ветхие и признаны аварийными [1].

Рассмотрим старую и новую жилую застройку Якутска. На рис. 1 показаны, во-первых, территории занятые многоэтажными, многоквартирными зданиями, кварталы из которых размещаются преимущественно на берегу реки и в районе речного порта; во-вто-

рых – территории, занятые малоэтажными, индивидуальными домами, в том числе сезонного проживания, кварталы которых занимают большую городскую территорию, вытянутую вдоль сопки [1].

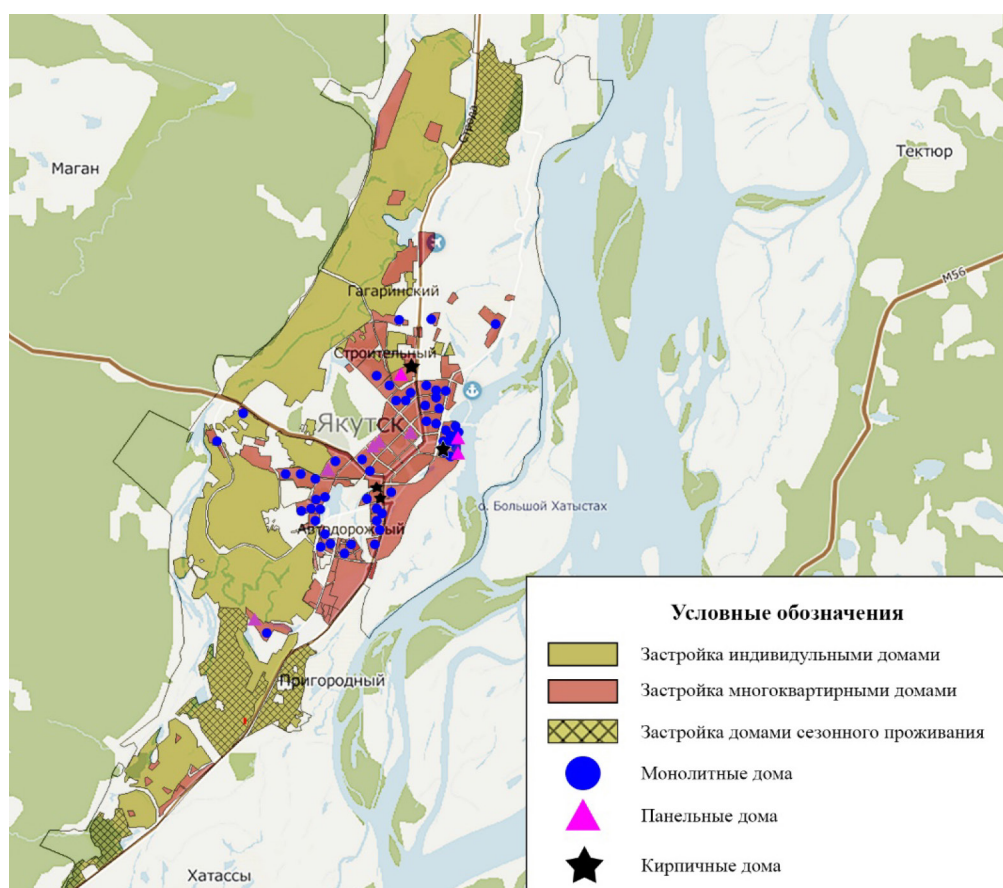


Рис. 1. Карта-схема размещения жилой застройки в Якутске [2, 3]

Также на рисунке показано развитие новостроек за последние 20 лет, среди которых обозначены монолитные, панельные и кирпичные многоэтажные дома. Ведущими застройщиками Якутска являются группы компаний под названиями Прометей, СЭТТЭ и УТУМ+, строящие каркасные жилые дома с применением монолитных технологий возведения несущих и ограждающих конструкций; акционерные общества АО «Якутпромстрой», АО «ДСК», Якутский комбинат строительных материалов и конструкций (ОАО ЯКСМК), применяющие в жилищном домостроении монолитные, панельные и кирпичные технологии соответственно (табл. 1) [2].

Таблица 1

Ранжирование застройщиков Якутска за период 2000-2020 гг. [2, 3]

№	Застройщик	Дата основания организации	Количество сданных жилых зданий	Технология возведения жилых зданий	Средняя цена в отделе продаж за 1 м ² жилья
1	ГК «Прометей»	2002	11	Монолитная	112,000
2	ГК «СЭТТЭ»	2007	14	Монолитная	105,000

№	Застройщик	Дата основания организации	Количество сданных жилых зданий	Технология возведения жилых зданий	Средняя цена в отделе продаж за 1 м ² жилья
3	ГК «УТУМ+»	2001	7	Монолитная	117,000
4	АО «ДСК»	1996	18	Панельная	102,000
5	АО «Якутпромстрой»	1956	2	Монолитная	134,000
6	АО СЗ «РИА»	2003	16	Монолитная	102,000
7	ОАО «ЯКСМК»	1941	4	Кирпичная	157,000
8	ООО «Стройкон»	1996	2	Монолитная	108,000
9	ООО «Ир-строй»	1996	2	Монолитная	110,000

Олицетворением новой многоэтажной застройки Якутска являются жилые дома, построенные в Сайсарском, Автодорожном, Губинском и Строительном районах города (рис. 2) [4].



Рис. 2. Карта-схема локации жилых зданий, олицетворяющих новое строительство Якутска [4]

Достопримечательные 9–16-ти этажные жилые дома имеют каркасно-стенную несущую конструктивную схему, построены с применением монолитной технологии возведения колонн, стен и перекрытий, ограждающие конструкции выполнены из штучных материалов. В оформлении фасадов зданий много стекла, яркое цветовое решение, орнаменты, подсветка (рис. 3) [4].



Рис. 3. Примеры фасадов новостроек:

а – жилой дом «Паруса» на ул. Ларионова, д. 16; б – жилой дом на ул. Крупской д. 37; в – жилой дом на ул. Лермонтова, д. 121а; г – жилой дом на ул. Пирогова, д. 9А [4]

Однако территории, на которых размещены новостройки, не всегда благоустроены, ремонта требуют, например, дороги.

Городской округ «город Якутск» включает административные территории: в северной части: «Гагаринская»; в северо-восточной части: «Промышленная», «Строительная», в восточной части «Губинская», «Сайсарская», в центральной части: «Октябрьская», «Центральная», в юго-западной части: «Автомобильная»; в микрорайонах: «Кангалассы», «Марха»; в селах: «Маган, Пригородное», «Табага»; в наслегах: «Тулагино-Кильдямский», «Хатасский». Проведем на примере районов города Якутска анализ объемов аварийного жилья (рис. 4) [5].

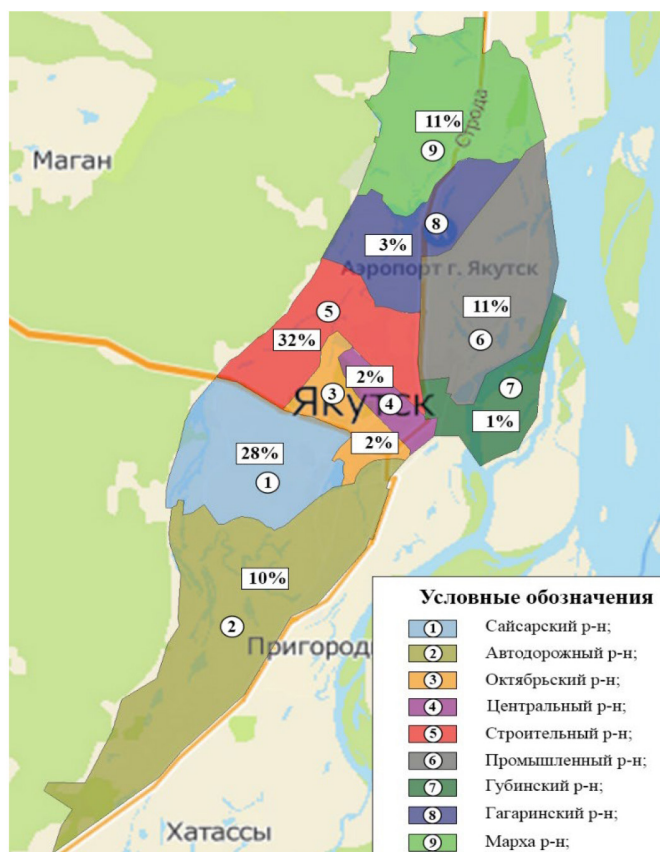


Рис. 4. Карта-схема размещения аварийного жилья [6]

Большинство ветхих домов, признанных аварийными, находятся на административных территориях «Строительная» – 32 % и «Сайсарская» – 28 %, потому что преимуществен-

но там сосредоточена малоэтажная индивидуальная застройка. Наименьшее – на административных территориях «Центральная» – 2 %, «Октябрьская» – 2 % и «Губинская» – 1 % [7].

Таким образом, анализ территории столицы республики Саха (Якутия), занятой малоэтажной индивидуальной и многоэтажной застройкой, а также объемов ветхого жилья, признанного аварийным, показал, что новое строительство ведется преимущественно на свободных от зданий местностях. В целях нормализации градостроительной деятельности в Якутске в экологическом, экономическом, социальном направлениях, жилищное строительство требуется развивать, проводя комплексную реновацию районов. Анализ конструктивно-технологических решений новостроек показал, что преобладают монолитные технологии (85 %), но также реализуется панельное (10 %) и кирпичное (5 %) домостроение.

Литература

1. Сайт Окружной администрации г. Якутска [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://yakutskcity.ru/>.
2. Сайт Портал ЕРЗ.РФ [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://erzrf.ru/top-zastroyshchikov/respublika-sakha-yakutiya?topType=0&date=210301>.
3. Сайт ЦИАН. ГРУПП [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://yakutsk.cian.ru/novostroyki-stroyashiesya/>.
4. Сайт Sakhalife [Электронный ресурс] - Режим доступа: <https://sakhalife.ru/top-10-samyh-krasivyh-zdanij-yakutska/>.
5. Закон Республики Саха (Якутия) от 26 октября 2017 года №1890-3 N 1337-V «Об установлении границ территорий и о наделении статусом городского округа муниципальных образований Республики Саха (Якутия)» [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://docs.cntd.ru/document/446588882>
6. Решение Якутской городской Думы Республики Саха (Якутия) от 25 июня 2007 года № РОС-51-1 «Об утверждении Устава городского округа «город Якутск» в новой редакции (с изменениями на 25 ноября 2020 года)» [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://docs.cntd.ru/document/439090154>
7. Сайт Реформа ЖКХ [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://www.reformagkh.ru/relocation/programs/sf?tid=2360536>
8. Дьячкова О. Н. Алгоритм принятия эффективных конструктивно-технологических решений жилых многоэтажных зданий // Вестник гражданских инженеров. 2009. № 1 (18). С. 43–47.
9. Дьячкова О. Н. Методы оценки эффективности показателей жизненного цикла жилых многоэтажных зданий // Жилищное строительство. 2009. № 3. С. 2–3.
10. Дьячкова О. Н. Системная оценка параметров технологий возведения жилых многоэтажных зданий: дисс. ... канд. техн. наук. Санкт-Петербург, 2009. 147 с.
11. Дьячкова О. Н. Системный подход к оценке эффективности жизненного цикла жилых многоэтажных зданий // Промышленное и гражданское строительство. 2008. № 11. С. 41–42.
12. Дьячкова О. Н. Системотехнические основы выбора эффективных конструктивно-технологических решений жилых многоэтажных зданий (на примере Санкт-Петербурга) // Вестник гражданских инженеров. 2008. № 3 (16). С. 61–68.
13. Дьячкова О. Н. Влияние загрязнения почвы на экологическую безопасность городской среды Санкт-Петербурга // Геоэкология. Инженерная геология, гидрогеология, геокриология. 2020. № 1. С. 67–71.
14. Дьячкова О. Н. Влияние состояния природных компонентов городской среды на здоровье населения // Актуальные проблемы строительной отрасли и образования [Электронный ресурс]: сборник докладов Первой Национальной конференции – М.: МИСИ-МГСУ. 2020. С. 449–554. – Режим доступа: https://mgsu.ru/resources/izdatelskaya-deyatelnost/izdaniya/izdaniya-otkr-dostupa/2020/Sbornik_NK_2020_mal.pdf.

УДК 69.05(0758)

Софья Сергеевна Жадеева, студент
(Санкт-Петербургский государственный
архитектурно-строительный университет)
E-mail: sifyo56467@gmail.com

Sofya Sergeevna Zhadeeva, student
(Saint Petersburg State University
of Architecture and Civil Engineering)
E-mail: sifyo56467@gmail.com

АНАЛИЗ ОСОБЕННОСТЕЙ ПРОЕКТИРОВАНИЯ ЖИВОТНОВОДЧЕСКИХ КОМПЛЕКСОВ. СВЕТОАЭРАЦИОННЫЙ ФОНАРЬ

ANALYSIS OF THE DESIGN FEATURES OF LIVESTOCK COMPLEXES. LIGHT-AERATION LAMP

Строительство животноводческих комплексов в последнее время становится все более востребованным. Причиной возникновения тенденции развития сельскохозяйственного направления в стране и за рубежом служит появление государственных и международных программ финансирования. А также объекты, введенные в эксплуатацию несколько десятилетий назад, давно обветшали, и не соответствуют нынешним нормам содержания животных. В связи с этим для сохранения своей деятельности сельскохозяйственные хозяйства обязаны реконструировать старые, либо вводить в эксплуатацию новые комплексы, которые соответствуют современным требованиям строительства и содержания животных.

Ключевые слова: животноводческий комплекс, сельскохозяйственное направление, нормы содержания животных.

The construction of livestock complexes has recently become more and more popular. The reason for the development of agricultural trends in the country and abroad is the emergence of state and international financing programs. As well as the facilities that were put into operation several decades ago, have long been dilapidated, and do not meet the current standards of animal husbandry. In this regard, in order to maintain their activities, agricultural farms are required to reconstruct old or put into operation new complexes that meet modern requirements for the construction and maintenance of animals.

Keywords: livestock complex, agricultural direction, animal welfare standards.

Сегодня подобные комплексы проектируются совершенно иначе, нежели раньше. Они возводятся из более современных материалов, с использованием технических устройств для обеспечения жизнедеятельности скота и новейших технологий строительства. Это положительным образом сказывается на рентабельности предприятий. Однако, чтобы не упустить возможную выгоду, следует иметь хотя бы примерное представление об особенностях проектирования и строительства данных сооружений.

Важнейшим критерием при разработке проекта сельскохозяйственного комплекса является долговечность строительных конструкций. Безусловно, при проектировании любого объекта для заказчика будет важна долговременная работоспособность материала. Но для такого специфического направления, как животноводческое это становится особенно значимым фактором, так как замена или ремонт конструкций на объекте, введенном в эксплуатацию, влечет за собой перегон скота, решение задачи о его временном размещении, кормлении и т. д.

В основу любого сельскохозяйственного предприятия ложится технология изготовления продукции, которая планируется к выпуску. Одним из основных элементов тех-

- 1-камерный – 2 литых листа + 1 ряд перемычек;
- 2-камерный – 3+2;
- 4-камерный – 5+4;
- 6-камерный – 7+6.

Многокамерный лист с толстой фактурой сочетает прочность и несущую способность, но затрудняет монтажный изгиб. Тонкие панели с 1 или 2 рядами камер менее плотные, мягко переносят деформации скручивания, хорошо подходят для арочных конструкций.

Несмотря на совершенную неспособность самого поликарбоната впитывать воду, созданные ребрами каналы могут поглощать влагу из расположенных рядом грунтов и растений, запросто пропускают в себя бытовые испарения.

Популярность и востребованность поликарбоната в строительстве обоснована рядом приоритетных качеств, свойственных только полимерным материалам.

Достоинства:

- Легкость сочетается с высокой прочностью и устойчивостью к ряду внешних воздействий
- Выдерживает большую нагрузку без растрескивания и деформаций (в отличие от стекла)
- Не требует бережного отношения, так как материал синтетического происхождения
- Прост в обработке и не создает сложности при монтаже
- После работы не остается не пригодных для дальнейшего применения отходов и испорченных кусков
- Пропускает свет

Но, как и любой материал поликарбонат имеет ряд недостатков.

Недостатки:

- Пропускает ультрафиолетовые лучи группы А и Б
- Неравномерно рассеивает солнечные лучи
- Поддерживает горение
- Явление «Внутреннего дождя»
- Термическое расширение
- Нестойкий к точечным нагрузкам
- Нестойкий к ряду химических компонентов

Подводя итоги, можно сказать, что использование поликарбоната в устройстве светоаэрационного фонаря в животноводческом комплексе обусловлено легким креплением, пропуском света и отсутствием необходимости в бережном отношении.

Но на практике поликарбонат не служит более 4-х лет. Почему?

Так как внутри животноводческого комплекса постоянно поддерживается положительная температура порядка +10 °С (за счет больших тепловыделений от животных), присутствуют в свободном доступе зерновые корма, одной из проблем подобных объектов становятся птицы. Они попадают в здание через периодически открытые торцевые ворота, окна.

При работе отпугивающих приборов, птицы стремительно летят в направлении светоаэрационного фонаря в кровле, так как этот участок является самым светлым. В следствии этого, птицы пробивают клювом поликарбонат, тем самым разрушая его. Далее

в получившиеся отверстия попадают микроорганизмы, которые развиваются в благоприятной среде, снижая работоспособность и светопропускание материала.

Так же причиной преждевременного разрушения поликарбоната служит его неустойчивость к аммиаку. В воздухе животноводческих комплексов содержится высокое содержание аммиака, в связи с постоянным выбросом продуктов жизнедеятельности животных.

Вкупе данные явления несут разрушающий эффект для поликарбоната (рис. 2). Срок службы покрытия сокращается с 10–15 до 3–4 лет.



Рис.2. Пример разрушения поликарбоната после 3-х лет эксплуатации на животноводческом объекте

Проанализировав особенности проектирования животноводческих комплексов и типовое решение конструкции аэрационного фонаря, можно сделать вывод о том, что поликарбонат не является подходящим материалом покрытия в сельскохозяйственных объектах. На данный момент, рынок строительных материалов не предоставляет альтернативных вариантов поликарбонату. Единственным путем решения долговечности покрытия светоаэрационного фонаря является разработка нового типового решения с использованием существующих материалов покрытия, которые будут отвечать требованиям проектирования животноводческих комплексов.

Литература

1. РД-АПК 1.10.01.01-18 Методические рекомендации по технологическому проектированию ферм и комплексов крупного рогатого скота.
2. НТП-АПК 1.10.07.001-02 Нормы технологического проектирования ветеринарных объектов для животноводческих, звероводческих, птицеводческих предприятий и крестьянских хозяйств.
3. Смирнова О. В., Ерофеева С. Б. Поликарбонаты // Издательство «Химия». Москва
4. Полимерные материалы: свойства, практическое применение. Учебное пособие / М. А. Мельникова. – Благовещенск: Амурский гос. ун-т, 2013.

УДК 624.05

Ксения Владимировна Каргаполова, студент
(Санкт-Петербургский государственный
архитектурно-строительный университет)
E-mail: Kargapolova1994@mail.ru

Ksenia Vladimirovna Kargapolova, student
(Saint Petersburg State University
of Architecture and Civil Engineering)
E-mail: Kargapolova1994@mail.ru

**УСТРОЙСТВО СИСТЕМЫ СОЛНЕЧНОГО ОСВЕЩЕНИЯ
ДЛЯ УЛУЧШЕНИЯ ЗДОРОВЬЯ И РАБОТОСПОСОБНОСТИ
СОТРУДНИКОВ И СТУДЕНТОВ ПУТЕМ ПОВЫШЕНИЯ
УРОВНЯ ИНСОЛЯЦИИ И ЭКОНОМИИ ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ
В НЕКОТОРЫХ АУДИТОРИЯХ ФГБОУ ВО «СПБГАСУ»**

**THE ORGANIZATION OF A SOLAR LIGHTING SYSTEM TO IMPROVE
THE HEALTH AND OPERABILITY OF EMPLOYEES AND STUDENTS
BY INCREASING THE LEVEL OF INSOLATION AND SAVING ELECTRICITY
IN SOME CLASSROOMS OF THE SAINT PETERSBURG STATE UNIVERSITY
OF ARCHITECTURE AND CIVIL ENGINEERING**

Рассмотрен основной способ устройства системы солнечного освещения для улучшения здоровья и работоспособности сотрудников и студентов путем повышения уровня инсоляции некоторых учебных аудиторий и экономии электроэнергии.

Ключевые слова: солнечное освещение, повышение уровня инсоляции, здоровье и работоспособность сотрудников и студентов, электроэнергия.

The main method of organization a solar lighting system to improve the health and operability of employees and students by increasing the level of insolation of some classrooms and saving energy is considered.

Keywords: solar lighting, increasing the level of insolation, health and operability of employees and students, electricity.

Введение

Актуальность. Здоровье человеческого организма очень зависит от естественного света, меняющегося в течение дня. Дневной свет способствует выработке серотонина, предотвращающего депрессии и расстройства, влияет на настроение, сон, пищеварительную деятельность организма и прочие жизненно важные процессы.

Среднестатистический работающий человек проводит до 12 часов в помещении с искусственным освещением, не получая солнечный свет в дневное время, что сказывается на здоровье и не только. Выявлено, что учащиеся получают более высокие результаты тестов и учатся быстрее при получении достаточного количества солнечного света, а работники становятся на 18 % более продуктивными и включенными в работу.

В связи с этим, целью исследования становится разработка технологии системы солнечного освещения в здании.

Задачи:

1. Провести системный анализ существующих систем солнечного освещения.
2. Выбрать оптимальную систему солнечного освещения, обосновав выбор.
3. Рассчитать экономическую эффективность выбранной системы, применительно к слабоосвещенным аудиториям СПбГАСУ.

Методы исследования – системный анализ, моделирование, экономические расчеты, эксперименты.

В рамках Федеральной Программы по Энергетике получены результаты: 25–50 % экономии электроэнергии достигается путем установки современного осветительного оборудования, но этот процент экономии можно увеличить в 2 раза, если использовать системы дневного освещения.

В данное время существуют две основные технологии, которые позволят передавать солнечный свет непосредственно к осветительным приборам: Solros и SolarTube.

Анализ технологий устройства солнечного освещения в здании

Система SolaTube. Система солнечного освещения SolaTube – энергосберегающее осветительное оборудование, проводящее видимую часть солнечного света по трубе-световоду через крышу во внутренние пространства здания без окон или с недостаточной освещенностью. Энергосбережение обеспечивается за счет особого отражающего материала (многослойного полимерного покрытия) нанесенного на внутреннюю поверхность световода, которое препятствует передаче ИК-излучения [1].

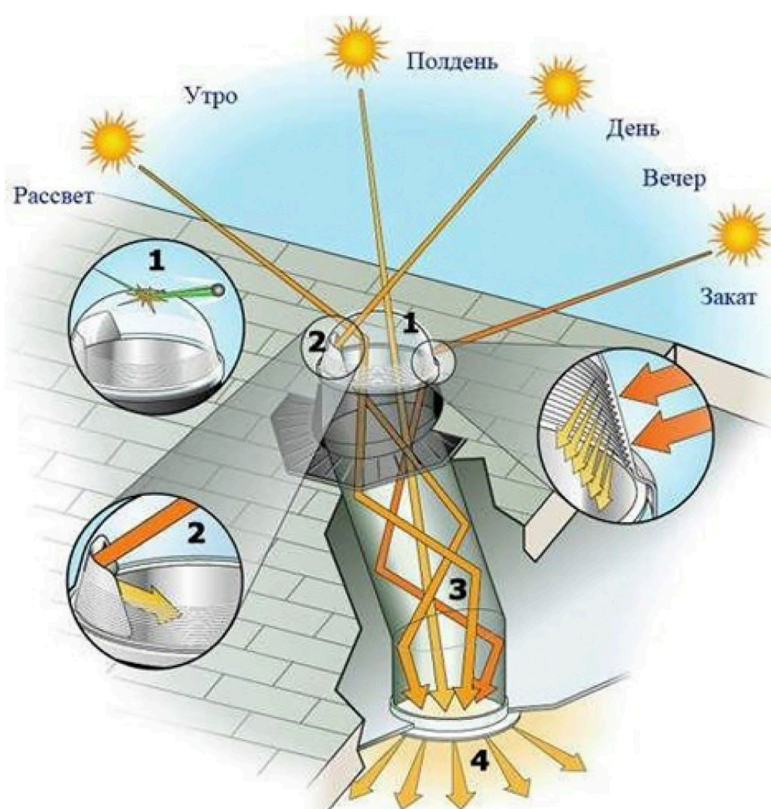


Рис. 1. Система SolaTube

Система Solros. Система Solros представляет собой солнечный концентратор (зеркальная тарелка по типу спутниковой), который устанавливают на крыше или на ином открытом пространстве, с пластиковым оптоволоконным кабелем, передающим свет на расстояние до 20 метров, чего обычно достаточно для разводки внутри дома, и лайтбоксами, освещающими комнаты естественным светом [1].



Рис. 2. Система Solros

Выбор оптимальной системы солнечного освещения для использования в аудиториях ФГБОУ ВО «СПбГАСУ». Технология солнечного освещения SolaTube показала себя более эффективной для применения в существующем здании главного корпуса ФГБОУ ВО «СПбГАСУ» по нескольким признакам:

1. Экологичность – технология не требует утилизации, не пропускает влагу, не допускает накопления мусора
2. Эффективность – светопередача отражающего покрытия достигает 99,7 %
3. Энергосбережение – снижение энергетических затрат до 70 %
4. Обслуживание – не требуется
5. Долговечность – производитель дает 10 лет гарантии и неограниченный срок эксплуатации
6. Функциональность – существуют дополнительные регуляторы дневного света
7. Дополнительное освещение – в темное время суток есть возможность использовать световоды для освещения искусственным светом
8. Равномерность освещения – равномерное рассеивание света
9. Близость дистрибьютора – официальный дистрибьютер находится территории Российской Федерации в г. Краснодар [3].

Расчет экономической эффективности оптимальной системы солнечного освещения для использования в аудиториях ФГБОУ ВО «СПбГАСУ». По СанПиН 2.2.1/2.1.1.1076-01 «Гигиенические требования к инсоляции и солнцезащите помещений жилых и общественных зданий и территорий» для г. Санкт-Петербург, который расположен в северной зоне (севернее 58° с. ш.), нормируемая продолжительность непрерывной инсоляции для помещений общественных зданий- не менее 2,5 часов в день с 22 апреля по 22 августа.

Анализ аудиторий СПбГАСУ, где вероятно недополучение инсоляции помещений выявил 69 помещений (за вычетом компьютерных классов, в которых по данным СанПиН, инсоляция может не соблюдаться). Преимущественное расположение этих аудиторий – окнами во двор-колодец, что ограничивает количество света, проходящего в помещение. Площадь этих аудиторий составляет 2850 м² [2,3].

В России примерно 7 месяцев в году системы дневного освещения работают по 7 часов (с 9 до 16) и 5 месяцев по 9 часов (с 9 до 18) при 9 часовом рабочем дне. Стоимость 1 кВт электроэнергии колеблется от 2,5 до 5 рублей. Мощность освещения офиса по нормам из СНиП составляет 5 Вт/м² [3,4].

Итак, за один учебный день рассматриваемые аудитории расходуют 142,5 кВт/час или 773 рубля (из расчета по усредненному тарифу на электроэнергию 5,42 руб. за кВт/час). За учебный год из 7 месяцев и 5 учебных дней в неделю эта сумма будет уже 110 тыс. рублей. А если рассматривать учебные субботы и большее количество аудиторий (а именно все), то экономия может достигнуть 1 миллиона рублей.

Таким образом, логичнее всего устанавливать купола системы Solatube по периметру двора-колодца. Всего – 8 штук. Стоимость системы, полностью готовой к установке начинается от 40 тыс.рублей и зависит от диаметра системы, типа кровли, расстояния от купола до диффузора-рассеивателя, наличия поворотных элементов и других факторов. Итоговая стоимость рассчитывается под каждый объект непосредственно компанией-производителем.

Монтаж одного световода занимает около 2х часов и возможен на любой кровле, а его стоимость составляет примерно 15 тыс. рублей. Итого, минимальная стоимость 8 систем Solatube составит 440 тыс. рублей, однако, с учетом протяженности труб, дополнительных работ и поворотных элементов, может подняться до 1 млн. рублей [1].

Затраты не маленькие, однако, как показывает расчет, окупаемые буквально за год, исключительно на экономии электроэнергии.

Стоит принять во внимание, проведенные за рубежом оценки эффективности применения ССО Solatube показали увеличение производительности труда персонала на 16 %. У работников, которые находятся в условиях естественной освещенности, на 20 % меньше проявляются симптомы респираторных заболеваний и улучшается самочувствие.

Выводы

1. Предложенная технология позволяет сохранять и улучшать здоровье и работоспособность персонала и студентов на 15–20 % и уменьшать их подверженность влиянию заболеваниям на 7–9 %.

2. Практическая ценность технологии заключается в долгосрочном ее использовании (без ограничения срока службы).

3. Экономический расчет показал, что экономия оплаты электроэнергии может составить 1 млн.рублей, при использовании данной системы во всех аудиториях.

4. Рассчитано, что стоимость установки данной системы составит около 1 млн.рублей.

5. Показано, что срок окупаемости данной технологии – 1 год.

6. Система дает реальную возможность уменьшению подверженности респираторным заболеваниям и сезонным аффективным расстройствам на 7–9 %, а это в свою очередь ведет к уменьшению больничных у сотрудников и лучшему усвоению знаний у студентов.

Литература

1. Официальный сайт Компании «СОЛАР». URL: <https://solatube.ru> (дата обращения 10.03.2021).
2. Бабаева Д. С. ВКР «Совершенствование технологии устройства солнечного освещения в здании», 2020.
3. Казаков Ю. Н., Пермякова А. Ю., Крупенина Д. С. Разработка новой технологии по устройству освещения помещений зданий, образующих дворы-колодцы, естественным светом с помощью системы зеркал. СПб, СПбГАСУ, Вестник гражданских инженеров, № 3. 2017.
4. Казаков Ю. Н., Груша Н. Ю., Тимошук О. А. Способ монтажа светопрозрачных куполов над дворами зданий // Технологии и организация строительства: материалы I Всероссийской межвузовской научно-практической конференции молодых учёных, посвященной 80-летию основания кафедры «Строительное производство» / Под общ. ред. А. Н. Гайдо; Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет. – Санкт-Петербург, 2020. – С. 193–199.

УДК 693.5

Жанна Алексеевна Комарова, студент
(Санкт-Петербургский государственный
архитектурно-строительный университет)
E-mail: zhannochkaak@mail.ru

Zhanna Alekseevna Komarova, student
(Saint Petersburg State University
of Architecture and Civil Engineering)
E-mail: zhannochkaak@mail.ru

ПРОБЛЕМЫ МОНОЛИТНОГО ДОМОСТРОЕНИЯ

PROBLEMS OF MONOLITHIC CONSTRUCTION

На основании отечественного и зарубежного опыта в данной статье рассмотрены и проанализированы проблемы, возникающие при возведении монолитных конструкций зданий. Рассмотрены факторы, влияющие на качество и эффективность монолитного домостроения, проанализированы технологические решения, используемые при возведении монолитных зданий. В результате определено, что, не смотря на научные исследования и технический прогресс, определённые трудности при возведении монолитных конструкций до сих пор сохраняются. Строгое соблюдение технологии строительства монолитных домов и учет всех факторов позволит оптимизировать данный процесс и предотвратить возникновение проблем.

Ключевые слова: монолитное домостроение, бетонирование, опалубка, арматурные работы, организация строительства жилых зданий, неразрушающие методы контроля.

On the basis of domestic and foreign experience, this article examines and analyzes the problems arising during construction of monolithic building structures. This article reviews the factors influencing the quality and efficiency of monolithic house-building and the technological solutions used in the construction of monolithic buildings. As a result it is determined that certain difficulties in the construction of monolithic buildings are still preserved in spite of scientific research and technical progress. Strict adherence to technology of construction of monolithic houses and consideration of all factors will allow to optimize this process and to prevent the occurrence of problems.

Keywords: monolithic construction, concreting, formwork, reinforcing works, construction management, non-destructive testing methods.

На сегодняшний день существует множество видов технологий возведения зданий и сооружений. Но одно из наиболее перспективных направлений строительной отрасли – монолитное домостроение.

В нашей стране долгое время применение монолитного строительства было ограничено из-за низкого уровня технологий и неблагоприятных климатических факторов, поэтому в строительстве многоэтажных зданий преимущественно использовался сборный железобетон. Основными проблемами возведения монолитных конструкций были отсутствие качественной опалубки, сложный уход за бетоном в зимнее время, требовавший большого расхода тепла. Заслуженное развитие в России монолитное домостроение получило с начала 90-х годов прошлого столетия, что было вызвано тремя ключевыми факторами:

- износ существующей базы сборного железобетона;
- появление зарубежных организаций, хорошо владеющих технологией монолитного строительства и необходимым производственным оборудованием;
- смена стандартов и норм, которая была нацелена на снижение доли типовых архитектурных форм [1].

У технологии монолитного домостроения есть множество преимуществ. В отличие от панельных домов, при строительстве которых необходимо строго следовать номенклатуре сборных железобетонных изделий, при монолитном домостроении возможно реализовать самые необычные архитектурные и проектные решения. Важно отметить, что, благодаря отсутствию стыков, монолитные дома обладают повышенной прочностью, обладают большей сейсмической устойчивостью, имеют высокую степень гидроизоляции. Также, монолитные дома дают незначительную и равномерную усадку, что позволяет раньше приступать к отделке.

Суть технологии возведения монолитных конструкций при строительстве заключается в том, что несущие элементы здания формируются в пределах строительной площадки. Полный состав монолитных работ при возведении различных монолитных элементов может включать следующие этапы:

- монтаж опалубки;
- сборка и установка арматурного каркаса;
- приготовление и заливка бетонной смеси;
- уплотнение залитого бетона с помощью вибрационного инструмента или другими способами;
- подогрев или увлажнение застывающей монолитной конструкции, при необходимости;
- демонтаж опалубки.

Несмотря на множество достоинств возведения монолитных зданий, существует ряд трудностей и проблем, с которыми можно столкнуться в процессе строительства.

Выполнение монолитных работ начинается с монтажа опалубки. Опалубка классифицируется в зависимости от материала, из которого она изготовлена, по конструктивным признакам и по функциональному назначению. Также строительство может осуществляться как со съёмной, так и несъёмной опалубкой из пенополистирола, которая становится частью здания.

Перед началом строительства перед застройщиком стоит выбор – покупки опалубки или ее аренды. Не каждый застройщик может позволить себе покупку опалубочного оборудования. Во-первых, это достаточно дорого. Во-вторых, громоздкое оборудование, содержащее большой ряд номенклатурных позиций, требует место для складирования и хранения, которое должно постоянно обслуживаться. Также, оборудование должно постоянно ремонтироваться. Поэтому, в большинстве случаев предпочтение отдается аренде опалубки. В этом есть свои преимущества. Компании, специализирующиеся на аренде опалубочных конструкций, следят за сохранностью и работоспособностью своего продукта. Это очень важно, так как качество щитов может повлиять на жесткость конструкций. Недостаточная жесткость конструкций может привести к смещению арматурного каркаса и сеток и изменить несущую способность элемента.

Кроме преимуществ можно выделить и ряд проблем, с которыми может столкнуться застройщик при производстве опалубочных работ. При снятии опалубки большую роль играет величина сцепления бетона с поверхностью опалубки. Если сроки по демонтажу затягиваются, или смазочный состав подобран неправильно, то показатель адгезии увеличивается, и процесс демонтажа опалубочного оборудования может привести не

только к ухудшению качества бетонной поверхности, но и к деформированию щитов. В свою очередь, повреждение опалубочных щитов несет за собой большие денежные штрафы от арендодателей, что может привести к значительному увеличению расходов на монолитные работы. Также, при аренде опалубочного оборудования есть риск срывов сроков поставки, получения опалубки ненадлежащего качества, получения лишнего и ненужного оборудования.

Важнейшей составляющей частью железобетонных конструкций является арматура, так как от ее качества в значительной степени зависит и качество железобетона. К ней предъявляются определенные требования: технологичность при изготовлении и эксплуатации, наличие необходимых пластических и прочностных свойств, наличие периодического профиля и специальных анкеров, металл арматуры должен быть свободен от расслоений, на поверхности металла не должно быть трещин, заусенцев, ржавчин. На скорость армирования влияют: сварка и изготовление арматурных элементов, технология заготовки и предварительное напряжение арматуры. Условия на складах должны исключать загрязнение, коррозию и деформацию арматуры [2].

Еще одной проблемой при организации монолитного строительства является процесс оценки и выбора заводов по поставке бетонных смесей на строительные площадки, поскольку в настоящее время отсутствуют установленные стандарты и правила, учитывающие особенности поставляемой продукции. Несовершенство механизма регулирования отношений между заказчиком и производителем бетонных смесей, отсутствие положений, регламентирующих выбор заводов-поставщиков, ведет к возникновению рисков производства работ и экономическим потерям [3].

Кроме того, окончательное качество бетона во многом зависит от качества используемого сырья. Качество цемента является одной из основных проблем в строительстве, определить качество которого на строительной площадке практически невозможно, а на отправку каждой партии в лабораторию требуются финансовые затраты. Также, зачастую производители бетона вынуждены использовать цементы от нескольких поставщиков одновременно, которые различаются по своему химическому, минеральному составу, срокам схватывания, скорости набора прочности и требуют разной тепловлажностной обработки, что значительно сказывается на качестве бетонной смеси.

Следует отметить, что использование расслоившейся бетонной смеси не позволяет достичь однородной плотности и прочности бетона по всему объему элементов, снижая общую несущую способность здания. Использование чрезмерно жесткой бетонной смеси с высоким процентом армирования приводит к появлению раковин в области арматурных стержней, что снижает сцепление арматуры с бетоном и вызывает риск коррозии арматуры.

После заливки бетонной смеси в опалубочные конструкции наступает один из самых важных этапов при бетонировании – этап уплотнения. Основной задачей при уплотнении является удаление пустот и пузырьков воздуха, содержащихся в структуре смеси. Если вовремя не позаботиться об удалении воздуха, то получившийся бетон будет обладать высокой пористостью, низкими прочностными характеристиками. В настоящее время наибольшее распространенный и эффективный способ уплотнения при производстве бетонных конструкций является вибрирование. Хорошо уплотненный бетон имеет более высокую прочность, морозостойкость и водонепроницаемость.

Влияние климатических условий на возведение монолитных конструкций является важным фактором. Благодаря внедрению в строительную отрасль результатов научных исследований и технико-технологических разработок, монолитное домостроение перешло от сезонного характера к круглогодичному. Несмотря на это, определенные трудности при производстве бетонных работ при отрицательных температурах до сих пор сохраняются.

По результатам практического опыта известно, что при тепловой обработке температура распределяется по сечению монолитных конструкций неравномерно. Поэтому, в периферийных зонах при низких температурах ($0+10$ °С) не прореагировавшая с цементом вода замораживается, процесс гидратации с минералами цемента прекращается, и бетон перестает набирать прочность. Также, вода, перешедшая в твердое состояние, увеличивается в объеме примерно на 9 %, вследствие чего в бетоне развиваются внутренние напряжения. Под давлением льда малопрочные кристаллогидратные связи разрушаются, и не восстанавливаются при оттаивании воды и возобновлении процесса гидратации. Более того, вокруг арматуры может образоваться ледяная прослойка, что приводит к потере сцепления между заполнителем и арматурой. Данные процессы оказывают существенное влияние на жесткость и несущую способность конструктивных элементов.

Для обеспечения требуемого темпа набора прочности бетона существует ряд методов зимнего бетонирования:

- использование бетонов с противоморозными добавками;
- технологии тепловой обработки (электродный прогрев, использование различных электронагревательных устройств, инфракрасный прогрев, нагрев в электромагнитном поле);
- метод термоса [4].

Необходимо добавить, что при зимнем бетонировании может произойти эффект саморазогрева бетона за счет экзотермии цемента, ввиду чего рекомендуется использовать цементы, не содержащие в большом количестве минеральные добавки, которые замедляют процесс твердения и требуют большего расхода энергии при тепловой обработке. Также, требуется большой расход цемента, однако его переизбыток и нарушение режима термообработки бетона приводят к перегреву и, как следствие, образованию трещин, снижающих несущую способность конструкции.

При использовании бетонов с противоморозными добавками необходимо строго следить за их вводимым количеством. Недостаточное количество добавки может привести к преждевременному замерзанию бетона и необратимому разрушению кристаллогидратных связей, что отрицательно сказывается на конечной прочности бетона. Слишком большое количество противоморозных добавок ведет к замедлению процесса твердения. При замедлении процесса твердения, данный метод сочетают с методом тепловой обработки или с методом термоса.

Самый широко применяемый метод тепловой обработки бетона – это метод электродного прогрева. Довольно часто при использовании данного метода электрическое сопротивление вводимой в опалубку бетонной смеси с противоморозными добавками мо-

жет значительно увеличиваться. Также, рост электрического сопротивления происходит вследствие испарения влаги из бетонной смеси. Электрический ток установленного напряжения не может преодолеть такое сопротивление, и напряжение нужно увеличивать. Поэтому в процессе тепловой обработки необходимо постоянно контролировать и корректировать электрическое напряжение, так как может возникнуть повышенная плотность тока в приэлектродной зоне, которая приводит к процессу обезвоживания бетона и замедлению процесса гидратации, а также образованию пористой структуры бетона, что сказывается на его конечной прочности.

Трудности при производстве монолитных работ создают не только низкие температуры, но и жаркий и сухой климат, при котором также замедляются процессы гидратации. Кроме того, при транспортировке и выполнении бетонных работ бетонная смесь высыхает достаточно быстро, что ведет к снижению водоцементного отношения и уменьшению модуля упругости и предела прочности на сжатие. Эффект обезвоживания бетонной смеси ведет к образованию осадочных трещин, негативно сказывается на морозостойкости и водонепроницаемости бетона.

Чтобы сохранить скорость и уровень монолитного строительства, необходимо использовать качественное и современное оборудование. Однако, стоимость машин и оборудования достаточно высока, что не позволяет многим строительным организациям обновлять свою производственную базу, а имеющаяся в наличии техника имеет в своем составе большой процент машин с истекшим сроком службы.

Еще одним существенным недостатком является сложившаяся неоптимальная структура парка строительной техники. Процент наличия мощной техники может быть слишком высок, в то время как потребность в мощном оборудовании не так высока. Это приводит к увеличению затрат на мелкомасштабные работы, так как стоимость работы такого оборудования в среднем в 1,4–1,9 раза выше, чем у оборудования с низким потреблением энергии. По экспертным данным мобильная техника малой мощности должна в среднем составлять не менее 60–65 %. На сегодняшний день она составляет не более 35–40 %. Кроме того, еще одним минусом мощной техники при работе в условиях городской плотной застройки является разрушение благоустроенных территорий, способствующих ухудшению их состояния и возникновению дополнительных затрат [5].

При монолитном домостроении очень важно строго следовать технологии для обеспечения высокого качества конструкций. Для этого необходимо проводить контроль качества на всем протяжении строительных работ.

При контроле качества железобетонных монолитных конструкций в основном используют неразрушающие методы контроля (косвенные: ультразвуковой метод, метод упругого отскока, метод ударного импульса, метод пластической деформации; прямые: отрыв со скалыванием, скалывание ребра). Данные методы позволяют оценить прочность и надежность конструкций на протяжении всего процесса строительных работ. Однако неразрушающие методы контроля дают неточные, приближенные значения прочности, ввиду чего главным недостатком этих методов является снижение доверительной вероятности при построении градуированной кривой, что значительно влияет на результаты контроля качества [6].

Заключение

1. Большинство застройщиков арендуют опалубочное оборудование, так как это требует меньших экономических затрат в отличие от покупки комплекта опалубочных конструкций. Однако после демонтажа опалубочные щиты могут иметь дефекты или быть деформированными, что ведет к большим денежным штрафам от арендодателей.

2. Проблемами бетонирования при отрицательных температурах остаются отсутствие контроля температуры твердения бетона и нарушение технологии прогрева бетона. В условиях строительной площадки достаточно сложно контролировать набор прочности бетона.

3. Отсутствие норм и правил, регламентирующих выбор заводов-поставщиков бетонной смеси, несовершенство механизма регулирования отношений между заказчиком и производителем бетонных смесей ведет к возникновению рисков производства работ и экономическим потерям.

4. Использование цемента, который различается по своему химическому, минеральному составу, срокам схватывания, скорости набора прочности и требуют разной тепловлажностной обработки, от нескольких поставщиков, значительно сказывается на качестве бетонной смеси.

5. Многие строительные организации имеют большой процент устаревших машин и оборудования, но не могут позволить себе обновить свою производственную базу ввиду высокой стоимости.

6. Использование мощной техники в условиях плотной городской застройки может негативно повлиять на благоустройство прилегающих территорий и удорожанию строительных работ.

7. Неразрушающие методы контроля прочности бетона дают неточные результаты.

8. Строгое соблюдение технологии строительства монолитных домов и учет всех факторов позволит оптимизировать данный процесс и предотвратить возникновение проблем.

Литература

1. Стародубцев В. Г., Горяинов Д. А. Исследование влияния технологии укладки и уплотнения бетонной смеси на однородность структуры и свойств бетона // Электронный научный журнал курского государственного университета, 2018. № 1 (17). 3 с.

2. Гнам П. А., Кивихарью Р. К. Технологии зимнего бетонирования в России. 11 с.

3. Кожевникова С. Т. Повышение эффективности системы поставок бетонных смесей при организации монолитного строительства / Диссертация к. т. н., 2018. 180 с.

4. Староверов В. Д. Особенности зимнего бетонирования // Технология Бетонов № 1–2, 2019

5. Тускаева З. Р. Инновационные механизмы эффективного управления технической оснащенностью в строительстве. Новосибирск: ЦРНС, 2015. 92 с.

6. Бидов Т. Х. Организационно-технологические и управленческие решения использования методов неразрушающего контроля при возведении монолитных конструкций // Научное обозрение, 2017. № 13. 178 с.

7. Тилинин Ю. И. Совершенствование технологических процессов бетонирования монолитных конструкций / Летова Т. А., Тилинин Ю. И // СПбГАСУ, СПб. 2019.

8. СП 70.13330.2012 Несущие и ограждающие конструкции. Актуализированная редакция СНиП 3.03.01-87.

9. СП 48.13330.2019 Организация строительства. Актуализированная редакция СНиП 12-01-2004.

УДК 69.058

Антон Николаевич Коноплев, студент
(Санкт-Петербургский государственный
архитектурно-строительный университет)
E-mail: a.n.konoplev@yandex.ru

Anton Nikolaevich Konoplev, student
(Saint Petersburg State University
of Architecture and Civil Engineering)
E-mail: a.n.konoplev@yandex.ru

**МЕТОД СТРОИТЕЛЬНОГО КОНТРОЛЯ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ
ТЕХНОЛОГИИ АЭРОФОТОСЪЁМКИ**

CONSTRUCTION SUPERVISING USING PHOTOGRAMMETRIC SURVEY

В данном исследовании предложен метод строительного контроля монтажа инженерных сетей на стадии возведения железобетонного каркаса здания с использованием технологии аэрофотосъёмки. Предметом исследования является определение эффективности использования технологии аэрофотосъёмки в процессе строительного контроля. Целью исследования является создание точной исполнительной схемы прокладки инженерных сетей в монолитной плите перекрытия. В процессе исследования использовался фотограмметрический метод измерения пространственных координат точек объекта. В результате исследования разработана технология строительного контроля, позволяющая получить исполнительную схему с геодезической точностью.

Ключевые слова: строительный контроль, исполнительная схема, аэрофотосъёмка, фотограмметрический метод, пространственные координаты, геодезическая точность.

In this study, a method of construction supervision over the installation of engineering networks at the stage of the construction of the reinforced concrete frame of the building using photogrammetric survey is proposed. The subject of the study is to determine the effectiveness of the use of aerial photogrammetric survey in the process of construction supervision. The aim of the study is to create an as-built drawing for laying utility networks in a reinforced-concrete slab. During the study, a photogrammetric survey was used to measure the spatial coordinates of the points of the object. As a result of the research, the technology of construction supervising was developed, which allows to obtain as-built drawing with geodetic accuracy.

Keywords: construction supervising, as-built drawing, photogrammetric survey, the spatial coordinates, geodetic accuracy.

Стремительное развитие строительной сферы и её влияние на экономику приводит к модернизации существующих методов производства строительного-монтажных работ. Сжатые сроки производства работ, технически сложные объёмно-планировочные решения возводимых объектов приводят к одной из актуальных проблем современного строительного производства – необходимости совершенствования методов строительного контроля. Строительный контроль является обязательным процессом, который проводится во время строительства, реконструкции, капитального ремонта объектов капитального строительства в целях проверки соответствия выполняемых работ проектной документации, требованиям технических регламентов, результатам инженерных изысканий, требованиям к строительству, реконструкции объекта капитального строительства [1].

Одним из перспективных методов совершенствования операционного и приёмочного вида строительного контроля является применение технологии аэрофотосъёмки.

Как правило, в процесс аэрофотосъёмки входят следующие этапы:

- подготовительные мероприятия, заключающиеся в изучении местности, проектированию маршрутов полетов и в производстве расчета элементов аэрофотосъёмки;

- лётно-съёмочные работы или фотографирование земной поверхности при помощи аэрофотоаппаратов;
- фотолабораторные работы по проявлению снятой пленки и изготовлению позитивов;
- геодезические работы по созданию на местности геодезической основы, которая необходима для исправления искажений аэроснимков, возникших в процессе аэрофото-съемки, привязки аэроснимков и для составления фотосхем и фотопланов;
- фотограмметрические работы, которые проводятся как в полевом, так и в камеральном периодах и связаны с обработкой аэрофотоснимков для составления планов и карт снятой местности [2].

В ходе исследования была разработана и использована упрощённая технология аэро-фотосъёмки с использованием беспилотного летательного аппарата (далее – дрона) марки «DJI Mavic AIR 2».



Рис. 1. Дрон «DJI Mavic AIR 2»

В качестве объекта строительного контроля принят монтажный горизонт плиты перекрытия цокольного этажа строящегося жилого дома, расположенного по адресу: Ленинградская область, Всеволожский район, г. Всеволожск, ул. Рябиновая Роща, дом 4, корпус 6. Целью строительного контроля данного этапа являлось достижение проектного положения устройства сетей отопления, водоснабжения и канализации, монтируемых в плите перекрытия.



Рис. 2. Общий вид монтажного горизонта

Первым этапом исследования было нанесение марок на монтажный горизонт и их координирование. В качестве марок был принят крест красного цвета, нанесённый на конструкцию опалубки красной краской с присвоением каждой марке порядкового номера. Для осуществления аэрофотосъёмки было нанесено 6 марок.



Рис. 3. Обозначение марки на монтажном горизонте

Координирование нанесенных марок осуществлялось с помощью тахеометра Leica TS06plus R1000 5» относительно известных реперных точек № М6 (абсолютная отметка +71.570м), М7 (абсолютная отметка +69.149м) в Балтийской системе высот, расположенных на рядом стоящих домах.



Рис. 4. Тахеометр Leica TS06plus R1000 5»

Последовательно определив координаты каждой марки, геодезические данные сохраняются в файл геодезической съёмки.

Следующим этапом исследования являлись лётно-съёмочные работы и фотографирование монтажного горизонта на принятой условной высоте 6 м над поверхностью съёмки. Основными условиями съёмки являются:

- осуществление съёмки в высоком разрешении;
- избегание попадания в кадр съёмки нежелательных объектов;
- создание снимков с большим перекрытием кадров;
- съёмка наиболее важных деталей с 3 и более ракурсов [3].

Частота съёмки не регламентируется, а достигается практическим путём в зависимости от сложности конструкции снимаемой поверхности.

Следующим важным этапом исследования являлась камеральная обработка результатов лётно-съёмочных работ и использование фотограмметрического метода измерения пространственных координат точек объекта. Для выполнения камеральных работ был использован метод обработки полученных изображений с помощью программного продукта «Agisoft Metashape», разработанного российской компанией ООО «Агисофт». Основной задачей данной программы являлось построение плотного облака точек 3D поверхности монтажного горизонта и построение ортофотоплана.

После загрузки в программу результатов лётно-съёмочных работ (фотографий высокого качества) и запуска расчёта был получен первичный результат – разреженное облако общих точек в 3D пространстве модели и данные о положении и ориентации камер.

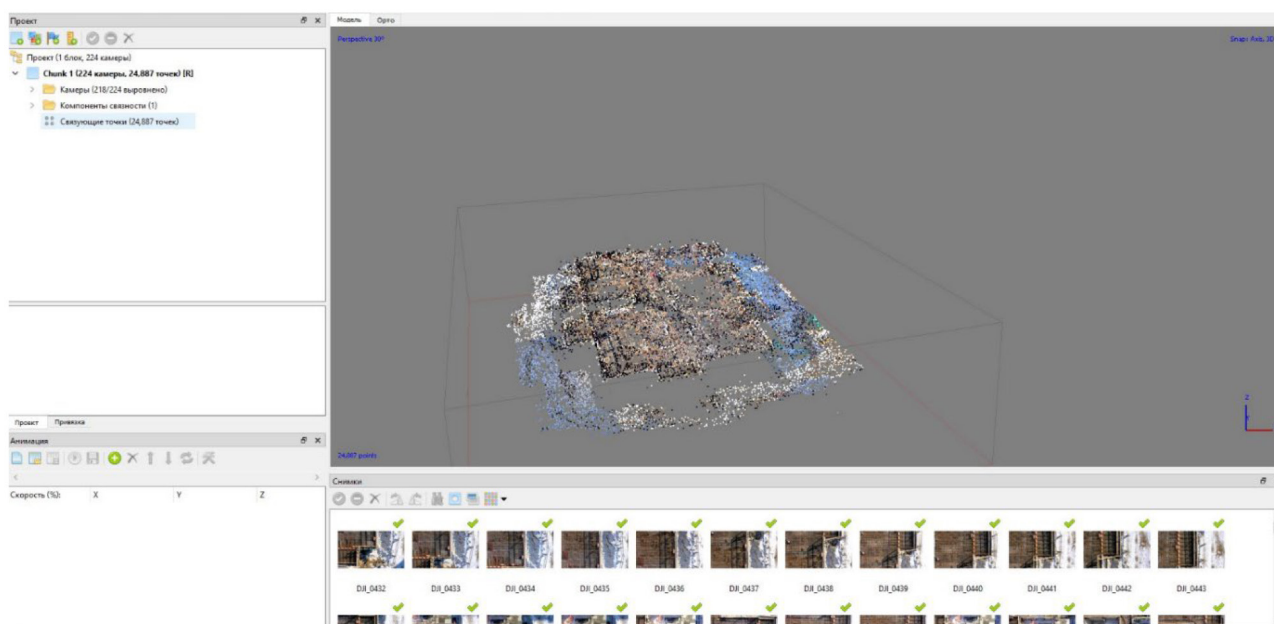


Рис. 5. Рабочее окно программы «Agisoft Metashape» с разреженным облаком точек

После получения первичных результатов было произведено назначение опорных точек, относительно которых выполнено выравнивание получившейся разреженной 3D поверхности монтажного горизонта. Перед этим было выполнено два важных условия:

- нумерация точки должна совпадать с нумерацией нанесённой на монтажный горизонт марки;
- координаты назначенной точки в программе «Agisoft Metashape» должны соответствовать координатам соответствующей этой точке марки.

Следующим этапом работы было построение модели снимаемой поверхности и цифровой модели местности по геодезическим координатам известных марок. Данные построения реализуются функционалом программного обеспечения. На финальном исследовании программный комплекс «Agisoft Metashape» позволяет построить ортофотоплан поверхности монтажного горизонта.

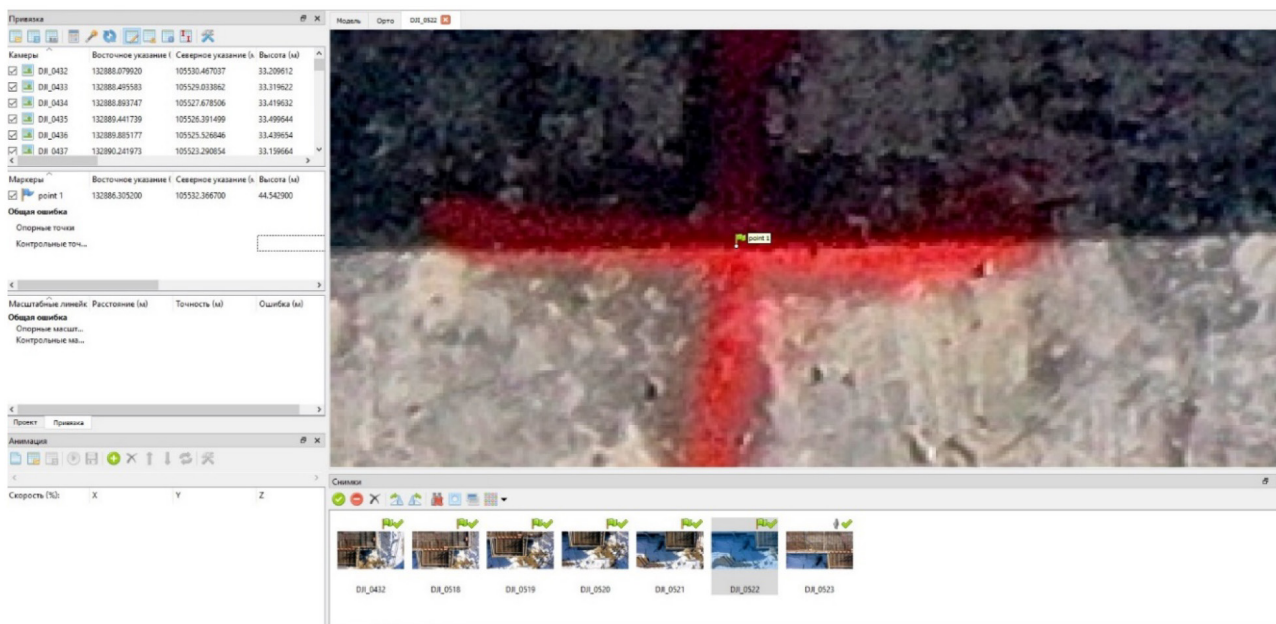


Рис. 6. Рабочее окно программы «Agisoft Metashape» с назначением опорных точек и их координат



Рис. 7. Ортофотоплан, полученный в программе «Agisoft Metashape»

Следующим этапом исследования был перенос получившегося ортофотоплана в качестве подложки в программный комплекс Autodesk AutoCAD или аналогичный. Путём наложения проектного чертежа на полученный ортофотоплан инженер строительного контроля получает информацию об отклонениях смонтированных конструкций от проектного положения с геодезической точностью до 5 мм.

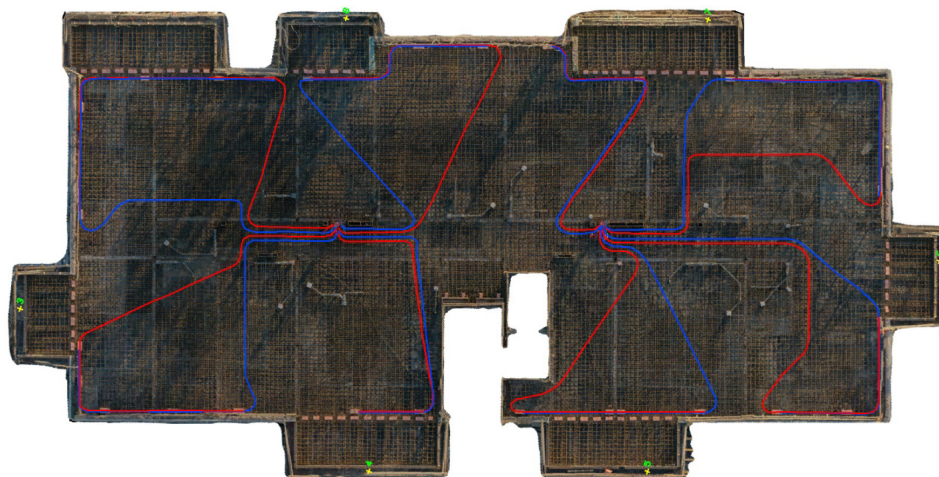


Рис. 8. Пример исполнительной схемы на сети водоснабжения и отопления

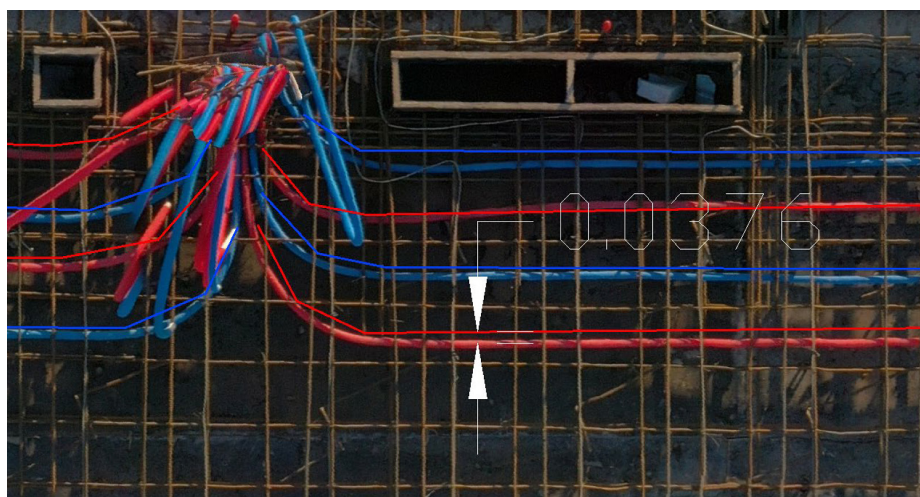


Рис. 9. Фрагмент исполнительной схемы с указанным отклонением (в метрах) прокладки трубы отопления от проектного положения

Заключение

1. В ходе исследования был предложен и рассмотрен метод строительного контроля монтажа инженерных сетей на стадии возведения железобетонного каркаса здания с использованием технологии аэрофотосъемки дроном и обработкой полученных результатов в программном комплексе «Agisoft Metashape».

2. Получена исполнительная схема прокладки сетей отопления и водоснабжения в монолитной плите перекрытия с геодезической точностью.

Литература

1. Градостроительный кодекс Российской Федерации от 29 декабря 2004 г. № 190-ФЗ // Российская газета – 30 декабря 2004 г.
2. Сущность аэрофотосъемки. URL: https://studwood.ru/1823490/tehnika/suschnost_aerofotosemki (дата обращения: 20.03.2021).
3. Руководство пользователя Agisoft Metashape Professional Edition, версия 1.5. URL: https://www.agisoft.com/pdf/metashape-pro_1_5_ru.pdf (дата обращения: 20.03.2021).

УДК 69.05

Алексей Андреевич Коренков, студент
(Санкт-Петербургский государственный
архитектурно-строительный университет)
E-mail: kenlexa97@gmail.com

Alexey Andreevich Korenkov, student
(Saint Petersburg State University
of Architecture and Civil Engineering)
E-mail: kenlexa97@gmail.com

**ОСОБЕННОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ ТЕРМОЭЛЕКТРИЧЕСКИХ МАТОВ
В СТРОИТЕЛЬСТВЕ**

**FEATURES OF THE USE OF THERMOELECTRIC MATS
IN CONSTRUCTION**

В настоящей статье рассматривается технология прогрева бетона и грунтов с помощью термоэлектрических матов. Что такое термоэлектроматы и их принципиальное устройство. Описывается область применения данного оборудования при различных работах в строительстве. Представлена описательная характеристика термоэлектрических матов, которые применяются в строительном производстве при прогреве конструкций различных размеров, мерзлых земляных масс. Для сравнительного анализа даны технические характеристики по каждому виду термоэлектрических матов, которые сведены в единую таблицу. Сформированы преимущества и недостатки использования данного оборудования.

Ключевые слова: термоэлектрические маты, технология строительства, нагревательный элемент, прогрев, железобетонные изделия, бетон, мерзлый грунт.

This article looks at the technology of warming concrete and soils with thermoelectric mats. What are thermoelectromats and their fundamental device. The scope of the equipment used in various construction work is described. The descriptive characteristic of thermoelectric mats, which are used in construction production when heating structures of various sizes, frozen earth masses, is presented. For comparative analysis, the specifications for each type of thermoelectric mats are given, which are combined into a single table. The advantages and disadvantages of using this equipment have been formed.

Keywords: thermoelectric mats, construction technology, heating element, heating, reinforced concrete products, concrete, frozen soil

Укладка бетона является одним из важных факторов, влияющим на эксплуатационные характеристики возводимой конструкции. Например, в теплый период материал набирает свою прочность за несколько недель. Актуальным вопросом в современном строительстве является разработка нового метода или применение уже известных материалов для уменьшения времени твердения бетонной смеси в любое время года. А как же зимой, когда на улице минус, делать прогрев бетона, каменной кладки, выполнять отделочные работы, асфальтировать дорогу? При низких температурах грунт, который требуется разработать, промерзает, и порой его не берет даже экскаватор или гидромолот. Применения гидромолота позволяет выполнить работы быстро и эффективно, но небезопасно. Подземные коммуникации, которые располагаются в грунте, могут повредиться при ударных воздействиях. В зимний период требуется применение дополнительных составляющих для эффективных и быстрых выполнений работ: добавки, повышающие морозоустойчивости смеси, прогревательные кабели, а также термоматы для прогрева бетона.

Рассмотрим технологию прогрева бетона и грунтов с помощью термоэлектрических матов различной мощности.

Термоэлектрический мат – многофункциональное вспомогательное строительное оборудование (инфракрасный нагреватель), которое позволяет прогревать застывающий бетон и грунт при малом потреблении энергии, поддерживать задаваемую температуру в автоматическом режиме [1].

Термоматы изготавливаются из влагонепроницаемой, герметичной оболочки и состоят из нескольких секций. Такой способ изготовления удобен для транспортировки и хранения материала. Каждая секция является независимой друг от друга для применения.

В основном, в состав термоматов заложен нагревательный элемент, который сделан с применением инфракрасного пленочного нагревателя (по принципу работы как теплоизолятор и отражатель). Термомат оснащен влагоустойчивой оболочкой, сделанной из тентовой ПВХ ткани, и биметаллический термостат. Общая схема термоэлектрического мата представлена в разрезе на рис. 1.

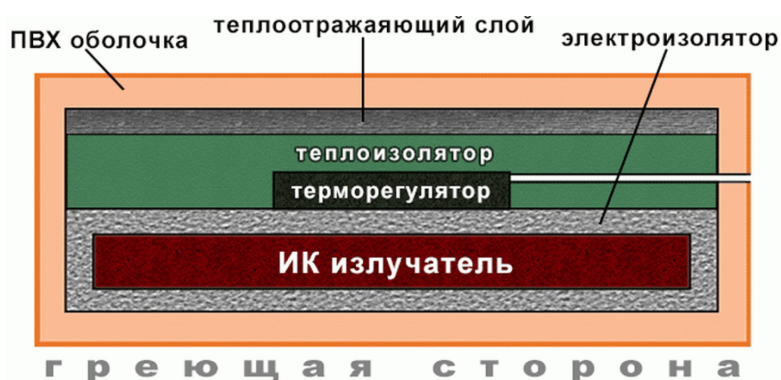


Рис. 1. Схема термомата

Применения термоэлектрических матов осуществляется для огромного количества работ в любой период. Например:

- прогрев бетона: в летнее и зимнее время года до семидесяти процентов прочности от бетона в возрасте 28 суток за одиннадцать часов;
- прогрев мерзлых земляных масс: от $-20\text{ }^{\circ}\text{C}$ за двенадцать часов;
- ускорение производства пеноблоков и газоблоков без образования трещин и внутренних напряжений;
- ускорение производства фундаментных бетонных стеновых блоков: до шестидесяти – семидесяти процентов прочности от бетона в возрасте 28 суток за восемь – двенадцать часов;
- сушилка для изготовления тротуарной плитки: без потери качества продукции;
- прогрев монолитных колонн: минимальные затраты на энергию и легкость монтажа;
- прогрев ростверка: полная автоматизации, увеличение оборота опалубки;
- прогрев бетонных колодезных колец: повышение производства колец;
- обогрев емкостей: снижение энергозатрат на 20–40 %;
- обогрев сыпучих продуктов и силоса: отгрузка сыпучего материала без перебоев.

На российском рынке представлено несколько типов электроматов. Рассмотрим их для определения особенностей состава или области применения каждого.

Термоматы «ФлексиХИТ». Данные маты создают равномерное тепловое поле благодаря применению в качестве нагревательного элемента инфракрасной плот-

ной пленки с греющим цельным покрытием, что дает отсутствие локальных зон перегрева. Представляют они собой гибкие маты с линиями сгиба.

Маты данной фирмы обеспечивают равномерный и глубокий прогрев залитых бетонных конструкций, каменной кладки, опалубки, мерзлого грунта за счет попадания инфракрасный лучей в глубину бетонной смеси. Достигается высокая эффективность прогрева терморегуляторами, которые поддерживают температуру постоянно [2].

При разработке новой модели термомата были учтены некоторые недостатки предыдущей: повышена износоустойчивость и прочность (нагреватели стали вандалоустойчивыми к повреждениям), уменьшены теплопотери, сегменты не заламываются (сложить термомат можно только по линиям сгиба), повышена термоустойчивость и водонепроницаемость. Пример термомата фирмы «ФлексиХИТ» представлен на рис. 2.



Рис. 2. Термоэлектроматы «ФлексиХИТ»

Термоэлектроматы «Heat Plus». Термоэлектроматы фирмы «Heat Plus» по работе схожи с устройством термоэлектрических матов «ФлексиХИТ». Главным отличием является состав. Маты данной фирмы есть ничто иное как лавсановая пленка, на которую нанесены греющие графитовые полосы, когда маты «ФлексиХИТ» – это нагреватели с полым покрытием. Чтобы достичь максимальную мощность, требуется разогреть графитовые полосы сильнее. Это необходимо для того, чтобы устранить отсутствие нагрева в промежутках [3]. Внешнее представление термоэлектрического мата данной фирмы можно рассмотреть на рис. 3.



Рис. 3. Термоэлектроматы «Heat Plus»

Термоэлектроматы с токопроводящей тканью. Маты с токопроводящей тканью отличаются по внешнему виду от представленных ранее и являются в какой-то степени «греющим одеялом». Термоэлектроматы данного вида состоят из герметичной оболочки и токопроводящей ткани. Имеются виды с дополнительным слоем из теплоизоляции, расположенный между оболочкой и греющим элементом. Тонкие маты удобны для прогревания оборудования и контейнеров, механизмов, применяются для прогрева мерзлого грунта и бетона. Маты толстые используются для поверхностей плоских, но не удобны при прогреве изделий фигурной формы [4]. Визуальное представление такого вида мата изображено на рис. 4.

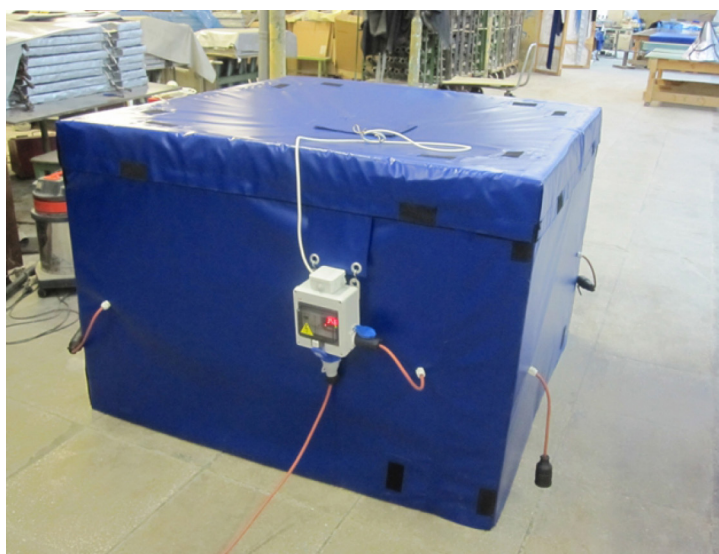


Рис. 4. Термоэлектроматы с токопроводящей тканью

Краткой описательной характеристики недостаточно для формирования представления о преимуществах использования данного оборудования при застывании бетонной смеси или нагрева грунта. Поэтому, представим технические характеристики каждого вида термоэлектрических матов в виде сравнительной таблицы (табл.1) по следующим параметрам: способ питания, мощность, температура и время нагрева, а также габаритные размеры и вес, цена.

Таблица 1

Технические характеристики термоэлектрических матов

Наименование	«ФлексиХИТ»	„Heat Plus“	Маты с токопроводящей тканью
Питание	от стандартной бытовой электросети 220 В	от стандартной бытовой электросети 220 В	55–220 В
Мощность	300–500 Вт/м ²	400 Вт/м ²	300–2000 Вт/м ²
Температура нагрева	максимум +70 °С (имеется терморегулятор)	максимум +70 °С (имеется терморегулятор)	максимум +60 °С
Время прогрева	8–12 часов до 70 %-й прочности	12 часов до 70 %-й прочности	12 часов до 60 %-й прочности

Наименование	«ФлексиХИТ»	„Heat Plus“	Маты с токопроводящей тканью
Габаритные размеры и вес	Размер: 1200×2750 мм, Вес: 2,1 кг	Размер: 1200×3200 мм, Вес: 2,5 кг	Размер: 1000×2000 мм (без термоизоляции), 3000×1000 мм (с термоизоляцией), Вес: 4–8 кг
Цена	от 2200 руб/м ²	от 2200 руб/м ²	от 4000 руб/м ²

Сравнение предложенных марок термоэлектрических матов показало, что у «Heat Plus» электропотребление выше, за счет дополнительного разогрева графитовых полос, чем у «ФлексиХИТ». Все три марки в среднем имеют одинаковые технические характеристики, но самими эффективными и экономичными являются маты «ФлексиХИТ».

Плюсы при использовании термоматов достаточно очевидны:

- бетонная смесь затвердевает гораздо быстрее даже при самых худших погодных условиях;
- растрескивание бетона из-за температурного перепада не происходит, так как прогревается равномерно по залитому слою;
- простота и надежность в эксплуатации;
- небольшое электропотребление;
- многократное использование, а также сочетание с другими методами прогрева;
- работают при любой влажности и температуре от минус сорока градусов по Цельсию зимой до плюс сорока градусов по Цельсию летом;
- сокращение сроков строительства в несколько раз; исключает расходы на дорогие бетонные добавки;
- рациональное использование трудовых ресурсов, оборудование и опалубки;
- гарантирует высокое качество возводимых конструкций.

Из минусов можно выделить:

- глубина прогрева небольшая;
- максимальная температура достигает семидесяти градусов по Цельсию;
- низкий КПД;
- малая применимость для сложных и вертикальных конструкций.

Изучая данные виды термоматов, были сделаны следующие выводы по их применению в строительстве. Например, за последние несколько лет повысился спрос на данный материал благодаря невысокой стоимости. Данный материал предназначен для многократного использования, не требует больших трудозатрат монтажа и большого количества потребления электроэнергии. Несмотря на такие преимущества, есть и недостатки. Применение технологии прогрева является нецелесообразной для конструкции, толщиной более 200 см.

Литература

1. Учебник «Технологические процессы в строительстве»: учебник для студ. учреждений высш. проф. образования / А. Ф. Юдина, В. В. Верстов, Г. М. Бадьян. – М.: Издательский центр «Академия», 2014. –304 с. – (сер. Бакалавриат).
2. Термоматы «ФлексиХИТ» для прогрева бетона и грунта. URL: <http://betonprogrev.ru/oborudovanie/termomat/fleksihit.html> (дата обращения 27.10.2020).
3. Патент на изобретение № 129744. Термоэлектрический мат. 13.06.2012.
4. Патент на изобретение № 215810С2. Термоэлектрический мат с токопроводящей тканью.

УДК 658.587

Дарья Александровна Кравцова, студент
(Санкт-Петербургский государственный
архитектурно-строительный университет)
E-mail: das-kravco@yandex.ru

Daria Alexandrovna Kravtsova, student
(Saint Petersburg State University
of Architecture and Civil Engineering)
E-mail: das-kravco@yandex.ru

ПРИМЕНЕНИЕ BIM НА СТАДИИ ДЕМОНТАЖА С ЦЕЛЬЮ УВЕЛИЧЕНИЯ РЕЦИКЛИНГА ОТХОДОВ

USING BIM DURING BUILDING DEMOLITION PHASE TO INCREASE WASTE CIRCULATION

В настоящий момент, в России актуальной проблемой является образование большого количества отходов. Поток отходов строительства и демонтажа один из самых объемных. В то же время, большинство строительных материалов инертны и имеют высокий потенциал к рециклингу, поэтому грамотное управление производимыми отходами очень важная, требующая оперативных и современных решений задача. В данной статье рассмотрены способы повышения эффективности управления отходами демонтажа с помощью использования технологий информационного моделирования зданий (BIM) на стадии демонтажа, а также рассмотрены преимущества и барьеры для применения данных технологий.

Ключевые слова: рециклинг, отходы строительства и демонтажа, информационное моделирование зданий, управление отходами, циркуляционная экономика, переработка строительных материалов.

Currently, the issues of waste management in Russia are of high urgency and serious necessity as around 90 % of all waste are disposed to landfills. The construction and demolition waste stream is one of the largest waste streams globally. There are plenty of opportunities to put building materials back into the technical loops and to develop the circular economy in the country. The sound planning of waste management activities would stimulate economical growth and reduce environmental impacts. This article handles the ways to increase the efficiency of the demolition waste management using building information modeling (BIM) technologies during the building demolition phase. Moreover, it includes the advantages and barriers towards using the technologies.

Keywords: recycling, construction and demolition waste, building information modeling, BIM, waste management, circulation economics, building materials recycling.

На данный момент, в России увеличивается инвестирование строительства новых объектов, проводится множество проектов по реновации жилья. Потребность в площадях под строительство растет. Как следствие, увеличивается количество демонтируемых зданий и объемы произведенных отходов. В то же время, ситуация с управлением отходов критическая. Около 90 % от всех образованных отходов отправляется на полигоны, около 8 % перерабатывается и 2 % сжигается [1]. Процессы строительства и демонтажа генерируют один из самых больших потоков отходов. В среднем, уровень отходов при строительстве новых зданий составляет 48–135 (кг/м³). При осуществлении демонтажа старого здания перед строительством нового, поток отходов значительно увеличивается и составляет 664–1637 (кг/м³) [2, с. 20]. Рециклинг отходов демонтажа является приоритетным направлением для рассмотрения в данной статье, т. к. большая часть отходов строительства и демонтажа имеет высокий потенциал к переработке. Грамотное управление отходами необходимо и крайне важно в современных условиях, т. к. способствует росту экономики, развитию циркуляционной экономики, а, следовательно, образованию

новых рабочих мест. Более того, экологическая обстановка требует незамедлительных действий, так как строительство – это наиболее ресурсно-затратная отрасль и, если не предпринимать меры, природные материалы довольно быстро иссякнут.

Еще одним актуальным направлением развития в России является внедрение технологий информационного моделирования зданий (от англ. *Building Information Modeling, BIM*). Нормативная база документации *BIM* расширяется, происходит постепенный переход к новым методам проектирования. Преимущества использования *BIM* на стадиях проектирования, строительства и эксплуатации, *BIM* на стадии демонтажа применяется намного реже, т. к. вложения на долгосрочную перспективу, зачастую, считаются невыгодными.

Таким образом, главная цель данной статьи – рассмотреть применение *BIM*-технологий на стадии демонтажа зданий и сооружений. А также, определить, какие именно программы можно применить и какие функции выполнять с их помощью. В заключении сделать выводы, способствует ли применение соответствующих программ более эффективному управлению отходами и увеличению объемов рециклинга материалов.

Демонтаж (разборка) объекта – это ликвидация здания или сооружения путем разборки сборных и обрушения монолитных конструкций, с предварительным демонтажем технических систем и элементов отделки. Снос объекта – это ликвидация здания или сооружения одним из способов обрушения (механический, термический, взрывной или их комбинации), с предварительным демонтажем технических систем и элементов отделки. [5]. Выбор способа зависит от множества факторов и преследуемых целей. Например, взрывной способ производит большое количество строительного мусора и пыли. Данный вариант сноса подразумевает быстрое уничтожение здания, но является нежелательным, т. к. затрудняет отделение отходов на переработку, и, значительно снижает количество полезных фракций отходов. Наиболее предпочтительный вариант – это выборочный демонтаж (от англ. «*Selective demolition*»). В данной статье будет рассмотрена эта технология демонтажа, т. к. она является наиболее эффективной, с точки зрения принципов циркуляционной экономики, и снижает негативное влияние на природу.

Для увеличения темпов развития важное значение имеет применение зарубежного опыта. На рис. 1 представлена иерархия управления отходами, основанная на информации, содержащейся в Директиве управления отходами Европейского Союза (ЕС). Действия расположены в порядке от приоритетного (предотвращение появления отходов) к наиболее нежелательному (захоронение на полигоне). Грамотное управление отходами основывается на принципах, заложенных в следующей иерархии:

Подготовка к демонтажу здания имеет решающее значение. Прежде всего, необходимо проведение аудита для оценки количества, качества и расположения материалов в старом здании. В процессе аудита, в первую очередь, определяются опасные материалы, которые необходимо отделить и обезвредить. Далее, определяются возможности повторного использования, переработки и других способов обращения с отходами. [3, с. 8].

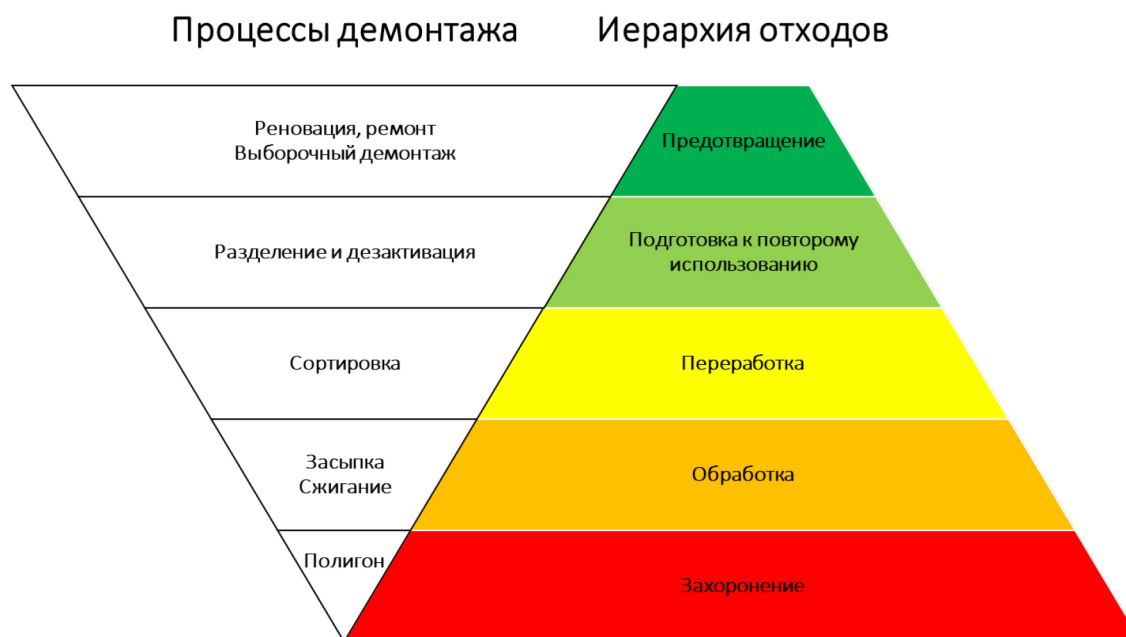


Рис. 1. Иерархия отходов и соответствующие действия во время процесса демонтажа [2, с. 19]

Основная цель выборочного демонтажа – наиболее эффективное использование получаемых отходов. Процесс не снижает общее количество производимых отходов, но позволяет извлекать фракции материалов и улучшить качество их переработки [4, с. 31]. Для увеличения эффективности процесса, применяется следующая последовательность действий:

1. Визуальный осмотр демонтируемого здания, идентификация элементов для повторного использования, визуальная оценка их качества;
2. Идентификация и удаление опасных материалов, с целью предотвращения загрязнения других, безопасных потоков отходов;
3. Демонтаж материалов для повторного использования;
4. Демонтаж элементов неразрушающим способом на составляющие материалы (например, гипсокартон) и элементы (например, окна и рамы);
5. Выборочный демонтаж, с целью увеличить потенциал вторичного использования, т. е. извлечь максимально возможное количество фракций материала для последующей сортировки (например, сначала удаление крыши, для оптимального извлечения черепицы из шифера, для измельчения в сланцевый наполнитель). [2, с. 24].

Важно отметить, что существуют серьезные препятствия для выборочного демонтажа. Прежде всего, экономические барьеры: отсутствие развитого рынка вторичных материалов, стоимость сортированных фракций отходов, транспортные расходы, дополнительные временные затраты, оплата труда и другие дополнительные расходы, необходимые для данного метода. А также, отсутствие доверия к качеству вторичного сырья, риски повреждения материалов при демонтаже, технические требования к качеству отходов демонтажа. Все эти факторы влияют на стоимость и частоту производства демонтажа представленным способом.

Автоматизировать процесс демонтажа возможно используя *BIM*-технологии. Например, программа *Autodesk Revit* позволяет извлекать данные из *3D* модели в виде специфика-

ции, с высокой точностью и скоростью [7]. Ниже приведен перечень показателей, которые возможно извлечь из информационной модели здания:

1. Тип здания
2. Площадь здания
3. Строительные материалы и их свойства
4. Количество:
 - 4.1. образующихся отходов
 - 4.2. полезных фракций отходов
 - 4.3. отходов, пригодных для повторного использования
 - 4.4. отходов для сортировки
 - 4.5. отходов для переработки
 - 4.6. сжигаемых отходов
 - 4.7. инертных отходов
 - 4.8. опасных отходов

Постепенно развивается разработка унифицированных шаблонов для программы *Revit*. Шаблоны позволяют упростить процессы расчетов и повысить их точность. Ниже представлен пример спецификации, разработанной авторами статьи [8], в которой подробно описан процесс создания шаблона в *Revit*, и доказано, что с помощью шаблона подсчет объемов отходов производится корректно.

«Вес отходов строительства и сноса»			
A	B	C	D
Материал: ADSK_	Материал: Объем	Материал: Объемн:	Вес ОСС, т
Кирпич	15,70	1800	11,304
Бетон В30 F150 W	74,56	2500	74,56
Бетонные блок	26,72	2400	25,6512

Рис. 2. Пример спецификации объемов отходов строительства и демонтажа в Revit [8]

Автоматическое получение данных о количестве отходов также может облегчить процесс ведения отчетности. 1 января 2021 г. вступил в силу новый Порядок учета в области обращения с отходами. Согласно процедуре, следующие данные должны быть представлены юридическими лицами и индивидуальными предпринимателями [6]:

1. Наименование вида отхода
2. Код по ФККО
3. Класс опасности вида отхода
4. Происхождение или условия образования вида отхода
5. Агрегатное состояние и физическая форма вида отхода
6. Химический и (или) компонентный состав вида отхода, %

Предоставлять отчетность будет проще и быстрее, извлекая точные данные из 3D модели.

Еще одним важным преимуществом применения *BIM*, является расчет стоимости процесса демонтажа. Программа позволит с более высокой точностью оценить потенциальную прибыль от реализации отходов демонтажа и определить возможные издержки [7].

На основании *3D* модели также можно создать *4D* модель (*3D* модель + время). Совместить *3D* модель и календарный график строительства позволяет, например, программа *Autodesk Navisworks*. Применение данной программы на стадии демонтажа позволяет произвести визуализацию во времени и тестирование разных способов производства работ, для выбора оптимального.

Авторами статьи [9] была разработана *4D* модель, для оценки ее влияния на процесс демонтажа. Модель была создана на игровом двигателе, симулируя две стратегии демонтажа простого 5-ти этажного здания с помощью машин-механизмов. Первая стратегия заключалась в фиксированной позиции экскаватора: демонтаж осуществлялся с одной точки, без перемещений. А вторая подразумевала передвижение машины. Оценивались три важных критерия: общее количество образовавшихся отходов, их распределение по площадке и «чистота» материалов, то есть пригодность для сбора и переработки. Также учитывалось время работ и дистанция, пройденная машинами. Для каждого элемента здания: время демонтажа, расположение элемента, материал и сила, с которой элемент «ударяет» землю во время падения. В процессе сравнения, стратегия с фиксированной позицией машины показала не только лучшие результаты по перемещению (2 м против 60м), но и более эффективный демонтаж. Разница между методами не существенная, однако, применение моделирования показало свою эффективность и вклад в планирование демонтажа.

К сожалению, на данном этапе переход на *BIM* еще не гарантирует применение информационного моделирования на стадии демонтажа, т. к. есть существенные барьеры для использования *3D* и *4D* моделей.

1. Как правило, осуществляется демонтаж старых зданий, для которых еще не были разработаны цифровые модели. Создание модели демонтируемого здания, в большинстве случаев, невыгодно по трудовым и временным затратам. Возможно применение лазерного сканирования старого здания, но необходимое оборудование и программы являются дорогостоящими.

2. В модель требуется закладывать информацию, необходимую для демонтажа, на стадии проектирования. Например, в свойствах элемента указывать возможный вариант утилизации, согласно иерархии управления отходами (повторное использование, переработка, сжигание и т. п.). Таким образом будет получена наглядная «карта» материалов, и это ускорит процесс идентификации элементов и материалов во время демонтажа.

3. С помощью моделирования все еще невозможно точно предсказать размеры обломков от разрушаемых элементов, образующихся в ходе демонтажа.

Заключение

Увеличение рециклинга отходов строительства и демонтажа крайне важно для развития циркуляционной экономики. Необходимо увеличивать объемы вторично используемых и перерабатываемых материалов. Применение *BIM*-технологий способствует увеличению эффективности демонтажа. Несмотря на недостатки применения *BIM*-технологий на данной стадии, переход на применение *BIM* программ сейчас, закладывает необхо-

димую основу на будущее. Использование программ дает преимущества не только на стадии проектирования, но и на стадии демонтажа зданий и сооружений, что является еще одной важной причиной для перехода на информационное моделирование зданий.

Литература

1. Национальный проект «Экология» / Министерство природных ресурсов и экологии Российской Федерации.
2. Dodd, N., Donatello, S., Cordella, M. / Level(s) indicator 2.2: Construction and Demolition waste and materials. User manual: overview, guidance and instructions (Publication version 1.0), 2020.
3. EU Construction & Demolition Waste Management Protocol, 2016. URL: https://ec.europa.eu/growth/content/eu-construction-and-demolition-waste-protocol-0_en (дата обращения: 10.02.2021)
4. Wahlström, M., Bergmans J., Teittinen T., Bachér J., Smeets A., Paduart A., Construction and Demolition Waste: challenges and opportunities in a circular economy / Eionet Report - ETC/WMGE 2020/1 // VTT & VITO, 2020. URL: <https://www.eionet.europa.eu/etcs/etc-wmge/products/etc-reports/construction-and-demolition-waste-challenges-and-opportunities-in-a-circular-economy> (дата обращения: 15.02.2021)
5. СП 325.1325800.2017. Свод правил. Правила производства работ при демонтаже и утилизации. Дата введения: 01.03.201.
6. Приказ Минприроды России от 08.12.2020 N 1028 «Об утверждении Порядка учета в области обращения с отходами» (Зарегистрировано в Минюсте России 24.12.2020 N 61782)
7. Hamidi, B., Bulbul, T., Pearce, A., & Thabet, W. Potential Application of BIM in Cost-Benefit Analysis of Demolition Waste Management / Construction Research Congress, 2014.
8. Гинзбург А.В., Хаустова А.Ю. Унификация разработки информационных моделей зданий при проектировании демонтажа // Интернет-журнал «Отходы и ресурсы», 2020 №1, URL: <https://resources.today/PDF/07INOR120.pdf> (дата обращения: 12.02.2021)
9. Kunieda, Yoichiro & Codinhoto, Ricardo & Emmitt, Stephen Increasing the efficiency and efficacy of demolition through computerised 4D simulation / Engineering, Construction and Architectural Management, 2019/

УДК 624.05

Владимир Валерьевич Кутумов, студент
(Санкт-Петербургский государственный
архитектурно-строительный университет)
E-mail: vvktnv@gmail.com

Vladimir Valerevich Kutumov, student
(Saint Petersburg State University
of Architecture and Civil Engineering)
E-mail: vvktnv@gmail.com

**ТЕХНОЛОГИЯ ВОЗВЕДЕНИЯ ГЕОДЕЗИЧЕСКИХ
КУПОЛЬНЫХ КОНСТРУКЦИЙ ИЗ ДРЕВЕСИНЫ ПРИ ПОМОЩИ
ПНЕВМАТИЧЕСКОЙ ПОДУШКИ В УСЛОВИЯХ КРАЙНЕГО СЕВЕРА**

**TECHNOLOGY OF ESTABLISHING GEODETIC DOME STRUCTURES
FROM WOOD WITH THE PNEUMATIC CUSHION IN THE CONDITIONS
OF THE FAR NORTH**

Пространственные геодезические купольные конструкции на сегодняшний день не имеют устоявшихся общепринятых технологий и методов монтажа несущих элементов каркаса ввиду того, что, как правило, купол – это уникальная конструкция с большим количеством типоразмеров несущих стержней и вариантов узловых соединений. При имеющемся и так небольшом разнообразии технологий и методов монтажа, большинство существующих из них – трудоемки, сложны и имеют ряд существенных недостатков, в особенности в случае применения в сложных условиях строительства. В настоящей статье автором описывается технологический процесс по возведению деревянных купольных геодезических конструкций в условиях крайнего севера с применением секционной пневматической подушки-опалубки. Описываемая технология основана на необходимости упрощения процесса монтажа и снижению сроков строительства, что в свою очередь позволит уменьшить капитальные вложения в возводимые здания сооружения и приведет к снижению стоимости строительства в целом.

Ключевые слова: пространственная конструкция, геодезический купол, строительство, технология возведения, бескрановый монтаж, высокая скорость монтажа, Крайний Север.

Spatial geodesic dome structures today do not have well-established generally accepted technologies and methods of mounting the structural elements of the frame due to the fact that, as a rule, the dome is a unique structure with a large number of standard sizes of load-bearing rods and options for nodal connections. With the existing so small variety of technologies and installation methods, most of the existing ones are laborious, complex and have a number of significant disadvantages, especially when used in difficult construction conditions. In this article, the author describes the technological process for the construction of wooden domed geodesic structures in the Far North using a sectional pneumatic cushion formwork. The described technology is based on the need to simplify the installation process and reduce the construction time, which in turn will reduce capital investments in the erected buildings and structures and will lead to a decrease in the cost of construction in general.

Keywords: spatial structure, geodesic dome, construction, erection technology, craneless installation, high speed of installation, the Far North.

Основными критериями и принципами описываемой технологии для ее успешного применения в условиях Крайнего Севера являются:

1. Простота монтажа несущих конструкций каркаса.
2. Быстрота возведения несущих конструкций каркаса.
3. Минимизация привлечения трудовых, материальных и инженерно-технических ресурсов.
4. Автономность применения и независимость от внешних климатических условий.

Для соблюдения и сочетания в рамках описываемой технологии всех указанных требований была принята принципиальная конструктивная схема возводимого деревянно-геодезического купола, максимально подходящая для заданных условий.

Разработка и пространственное моделирование конструкции купола производилось в специализированном программном обеспечении *ACIDOME Geodesic Dome Constructor*. В результате была получена купольная конструкция с технико-экономическими показателями, представленными в табл. 1.

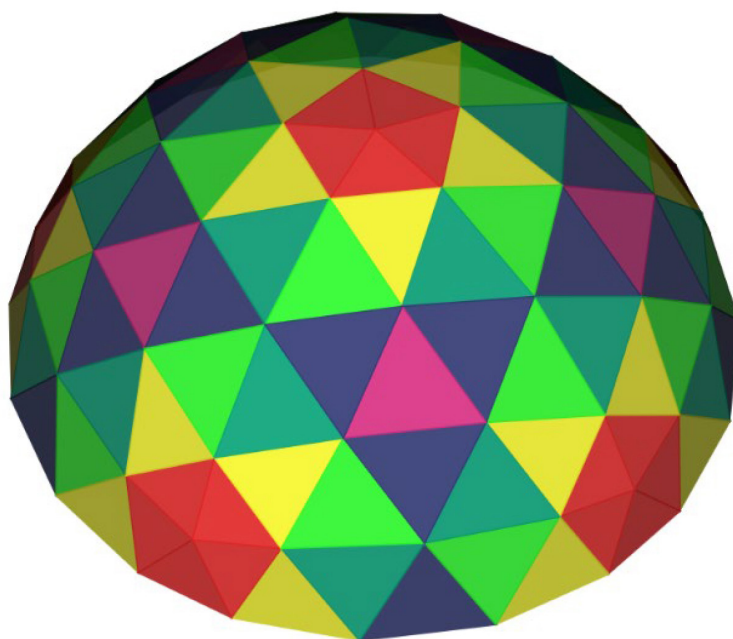


Рис. 1. Принципиальная схема геодезического купола

Таблица 1

Технико-экономические показатели геодезического купола

№ п/п	Наименование показателя	Значение показателя
1	Радиус основания, м	19,22
2	Площадь основания, м ²	1141,27
3	Высота от грани основания до вершины купола, м	14,47
4	Площадь купольного покрытия, м ²	1778,93
5	Строительный объем, м ³	12 566,37

По результатам моделирования геодезического купола было установлено, что для соединения стержневых элементов между собой потребуется всего 4 типовых узловых соединений. Всего узловых соединений в конструкции купола – 71 штука. Данная типизация также позволяет заранее изготовить необходимое количество узловых соединений каждого типа и при дальнейшем монтаже устанавливать в нужное место узловой элемент нужного типа.

Для опорного узла нижнего пояса купола предусматривается шарнирная опора со стальной опорной площадкой, которую в дальнейшем предполагается при помощи различных анкерных элементов крепить к выбранному типу фундамента (различные виды свай, сборные железобетонные фундаменты столбчатого типа, опорные металлические платформы и т. д.). Самым успешным и эффективным технологическим решением, идеально подходящим для разрабатываемой технологии, а также для применения на вечноммерзлых грунтах или льдах в условиях Крайнего Севера, являются опорные подошвы специальной конструкции. Данные подошвы могут быть как стационарными, так и выполненными в виде лыж-полозьев, что позволяет в дальнейшем перемещать конструкцию купола по поверхности льда. Также в данных конструкциях опор присутствует возможность регулирования высоты купола при помощи установленных механических домкратов в конструкции опоры.

Монтаж основных несущих конструкций купола по описываемой технологии предполагается выполнять при помощи пневматической подушки-опалубки, повторяющей изнутри очертания купола (далее – подушка).

В общих чертах технологический процесс возведения состоит из следующих последовательных операций:

1. На место строительства доставляются необходимые для возведения геодезического купола материальные, трудовые и технические ресурсы.

2. На месте планируемого размещения купола подготавливается основание путем расчистки территории от снега и инородных предметов (камней, деревьев, льда и т. д.).

3. По месту планируемого размещения геодезического купола на основание укладывается **пневматическая подушка-опалубка** в сдутом состоянии. Размещение подушки должно производиться с учетом ориентации будущего купола по сторонам света.

4. Пневматическая подушка-опалубка, начиная с верхнего яруса, посекционно надувается в помощи воздушного компрессора и на каждый ярус в проектное положение устанавливаются несущие конструкции геодезического купола (стержни и узловые соединения), а также элементы обшивки купола (алюминиевые фасадные кассеты и оконные блоки).

5. После монтажа несущих элементов и опорных узловых соединений последнего (нижнего) яруса пневматическая подушка-опалубка дополнительно поднимается для установки фундаментов.

6. Готовый купол в сборе опускается на проектную отметку земли путем посекционного сдувания пневматической подушки-опалубки. Опалубка полностью сдувается, сворачивается и удаляется из пространства купола.

7. Выполняется перекрытие пола, внутреннее утепление и отделка, а также обустройство купола.

Далее в статье каждая из описанных технологических операций будет рассмотрена более подробно. Важно упомянуть о том, что главной чертой технологии в дальнейшем принимается монтаж несущих конструкций купола «сверху вниз», устройство конструкций фундамента в виде опорных подошв выполняется в окончании технологического процесса.

Общий вид пневматической подушки-опалубки представлен на рис. 2 и рис. 3.

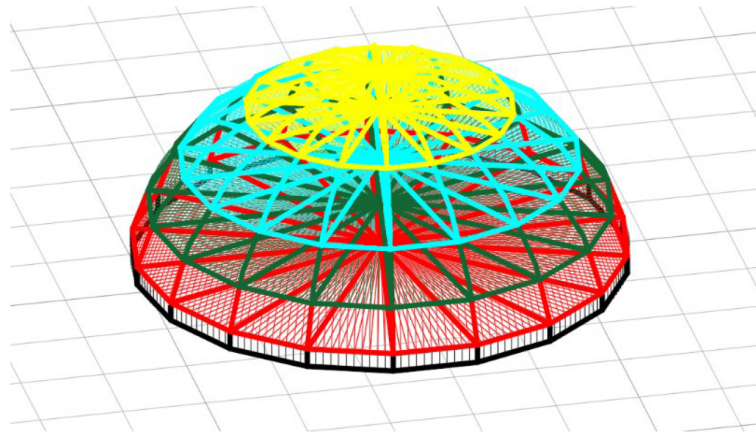


Рис. 2. Общий вид пневматической подушки-опалубки в полностью надутом состоянии

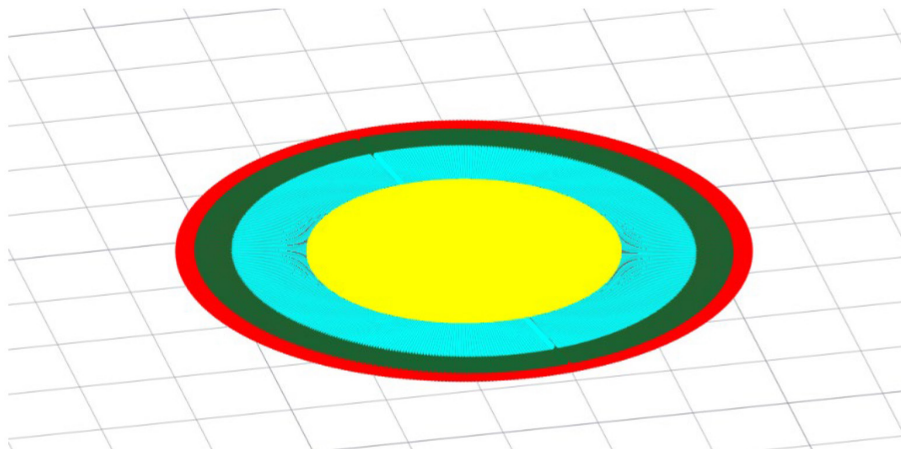


Рис. 3. Общий вид пневматической подушки-опалубки в полностью сдутом состоянии (развернутом)

Сама подушка выполняется из армированной нейлоновыми шнурами резины, толщиной 5 мм. Материал подушки приведен на рис. 4.



Рис. 4. Материал пневматической подушки (резина, армированная нейлоновыми шнурами)

Применение данного материала для изготовления подушки обосновано тем, что в сдутом состоянии подушка будет иметь возможность складываться и сворачиваться до компактных размеров для хранения и транспортировки. При этом, когда подушка будет накачиваться до состояния, когда она будет готова для крепления несущих элементов купола, оболочка подушки будет сохранять заданную проектом форму, повторяющую внутреннее очертание купола из-за содержания в теле резинового полотна нейлоновых шнуров. Армированная резина также достаточно прочная, чтобы препятствовать прокальванию в ходе монтажа, рабочие могут беспрепятственно перемещаться по подушке, размещать на ней инструменты, элементы купола, а также подмости.

Как видно из схемы на рисунке 2, пневматическая подушка-опалубка состоит из нескольких независимых друг от друга отсеков. Каждый отсек отделен от других горизонтальными перегородками из армированной резины. Для повышения неизменяемости формы оболочки подушки предусматриваются ребра жесткости, на рисунке 2 обозначены утолщенными линиями. Ребра жесткости – это локальные утолщения армированной резины по толщине до 8–10 мм и шириной полосы утолщения до 30–50 мм в зависимости от массы купола. Разделение подушки на отсеки происходит по следующему принципу:

- Исходя из конструкции купола, он условно разбивается на оптимальное количество ярусов. Важное требование к разбиению на ярусы – рабочим должно быть удобно подавать и закреплять элементы с поверхности земли, сводя к минимуму дополнительное использование различных средств подмащивания.

Разделение подушки на отсеки в зависимости от разбиения купола на ярусы представлено на рис. 17. Нижний отсек купола (обозначен черным) предназначен для поднятия всего купола на дополнительную высоту в 0,5–1,0 м, монтажу фундаментных опорных подошв к опорным узлам купола и последующему опусканию купола на землю. Для удобного крепления опорных подошв предусматривается, что данный отсек в диаметре меньше предыдущего (красного) на 1 м и имеет отступ от кромки вовнутрь.

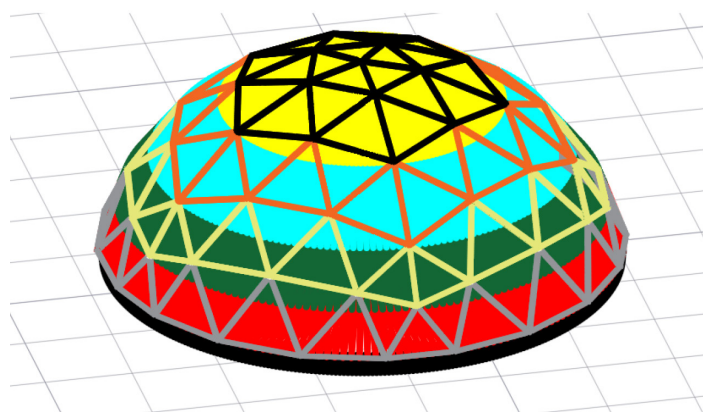


Рис. 5. Разбиение купола на ярусы

Для обеспечения горизонтального положения разделяющих отсеки перегородок из армированной резины и предотвращения их выпирания в ходе накачивания воздуха, соседние перегородки связываются между собой вертикальными лентами из армированной резины толщиной 8–10 мм и шириной 50–100 мм. Длина связывающих перегородки лент в точности соответствует высоте отсека, в котором они располагаются. Данные

мероприятия позволяют нагнетать воздух в подушку при помощи воздушного компрессора под давлением до 8 атмосфер, будучи уверенными, что заданная форма оболочки будет соблюдена.

Каждый отсек пневматической подушки оснащен независимым отверстием для регулируемого нагнетания и спуска воздуха, оборудованным обратным клапаном во избежание выхода воздуха из отсека.

Для изначального закрепления несущих элементов верхнего яруса купола на наружной поверхности оболочки подушки в местах крепления стержней, образующих вершину купола, предусмотрены ремни из эластичной резины толщиной 0,5–1,0 мм. Прочность данных ремней невелика, они не выдерживают собственного веса пневматической подушки и требуются только для начального закрепления в проектном положении отдельных стержней и центрального узла купола. В дальнейшем остальные стержни удерживаются на подушке в результате поверхностного сцепления между материалами «резина-дерево».

Подушка предварительно изготавливается в заводских условиях с применением специальных клеев и спаек для соединения отдельных элементов из резинового полотна между собой. В процессе изготовления необходимо соблюдать высокое качество, чтобы в итоге обеспечить полную герметичность. Рекомендуется перед началом эксплуатации пневматической подушки-опалубки произвести испытания в заводских условиях.

Подготовка территории ведется путем расчистки территории от снега и инородных предметов (камни, деревья). Поскольку строительство ведется в условиях крайнего севера, то грунты находятся в вечномёрзлом состоянии. По технологии предполагается, что купол будет отстоять от поверхности земли на расстояние 0,5–1 м, в контакте с поверхностью будут только опорные подошвы. По этой причине, даже учитывая возможную неровность поверхности территории, необходимо будет спланировать только локальные участки под опорные подошвы купола. Остальная часть должна быть спланирована до степени, исключая возможное расположение пневматической подушки, отличной от горизонтального.

Также рядом с местом строительства часть территории подготавливается для временного складирования материальных ресурсов и размещения бытового городка строителей.

На первом этапе на подготовленную территорию рабочими размещается и раскладывается пневматическая подушка. Подушка размещается в месте установки будущего купола и ориентируется по сторонам света.

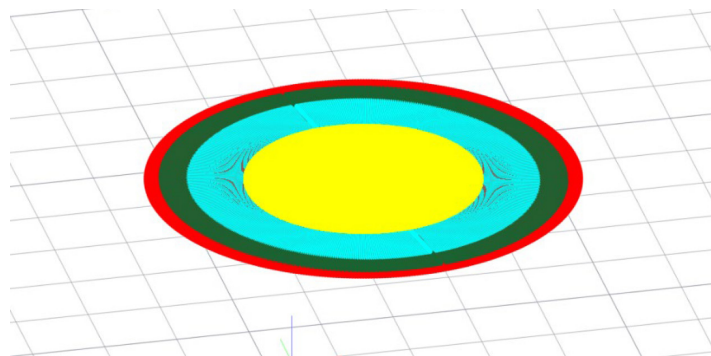


Рис. 6. Уложенная на основание пневматическая подушка-опалубка

Во избежание изменения планового положения подушки (разворота, перемещения по поверхности), она крепится к грунту временными анкерами в специально предусмотренных для этого петлях по краям оболочки.

На втором этапе в рабочей зоне устанавливается электрогенератор и воздушный компрессор. Предусматривается доставка этого оборудования на рамах с колесами или полозьями для удобного перемещения по поверхности площадки.

Воздушный компрессор подключается воздухопроводным рукавом к верхнему отсеку подушки и выполняется его накачивание воздухом до давления в 5 атмосфер через отверстие, оборудованное обратным клапаном во избежание выхода воздуха из отсека.

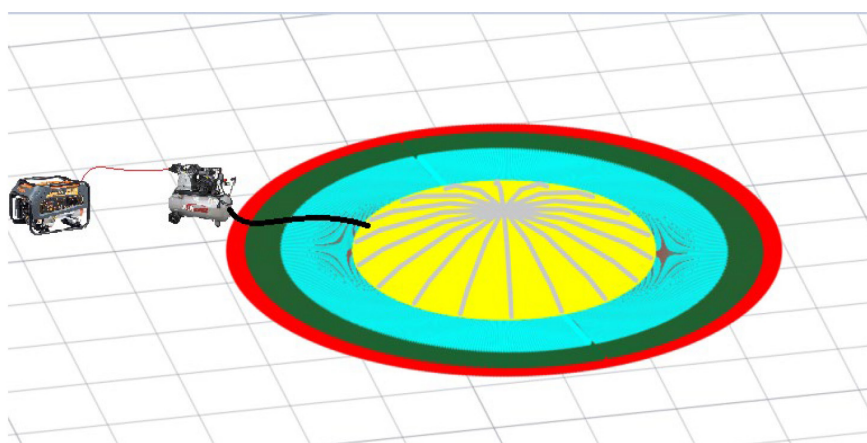


Рис. 7. Накачивание верхнего отсека воздушным компрессором

После того, как отсек накачан, воздушный компрессор отключается рабочие приступают к монтажу несущих элементов купола. Элементы вершины купола размещаются на поверхности оболочки, связываются между собой в коньковом узловом соединении и во избежание скольжения по поверхности купола фиксируется эластичными резиновыми ремешками, установленными на наружной поверхности оболочки купола. Масса несущих элементов не превышает 51 кг, поэтому рабочие могут вручную переносить элементы и устанавливать их в проектное положение, поскольку на начальном этапе проектное положение приближено к горизонтальному.

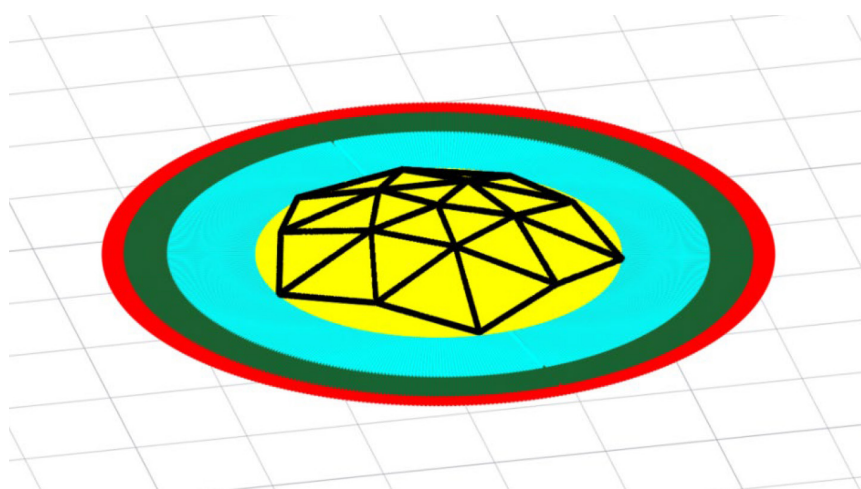


Рис. 8. Смонтированный 1-й ярус купола

Далее технологический цикл повторяется вновь для последующих ярусов вплоть до полного завершения монтажа несущих конструкций. Элементы устанавливаются по очереди в смонтированные ранее узлы и закрепляются на оболочке при помощи резиновых ремешков. Как только 3 элемента связываются между собой в жесткий диск, ремешки отвязываются и элементы самостоятельно удерживаются в проектном положении на оболочке купола. Также для упрощения процесса монтажа купола, предполагается, что на закрепленные грани в пределах яруса сразу же устанавливаются алюминиевые фасадные кассеты. Масса каждой кассеты не превышает 47 кг, что также позволяет рабочим переносить и монтировать их вручную.

Также технология позволяет предусмотреть полное исключение использования подмостей и лестниц при монтаже несущих элементов купола. Для этого на наружной поверхности оболочки при ее изготовлении к каждому узлу устраивается ряд петель из армированной резины или прочных шнуров, по схеме работы напоминающий лестницу. Рабочие могут без труда и риска перемещаться по этим петлям к узлу, выставлять подаваемые с земли элементы в узлы и закреплять их. Высота монтажного горизонта не превышает 5 м.

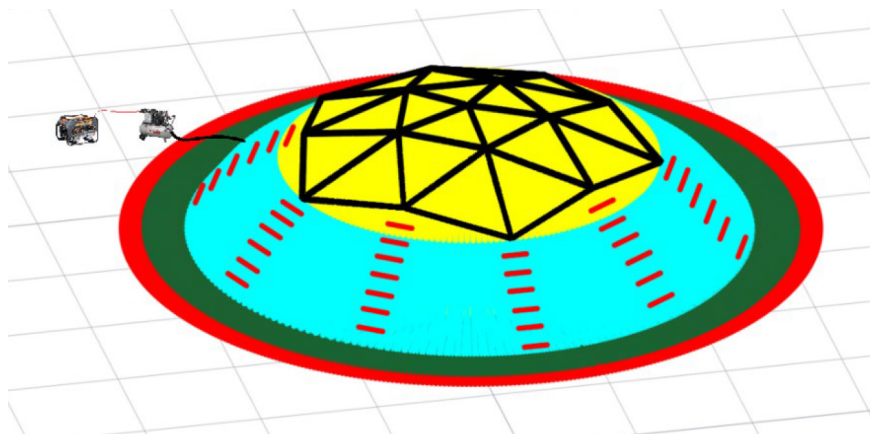


Рис. 9. Накачивание второго отсека пневматической подушки

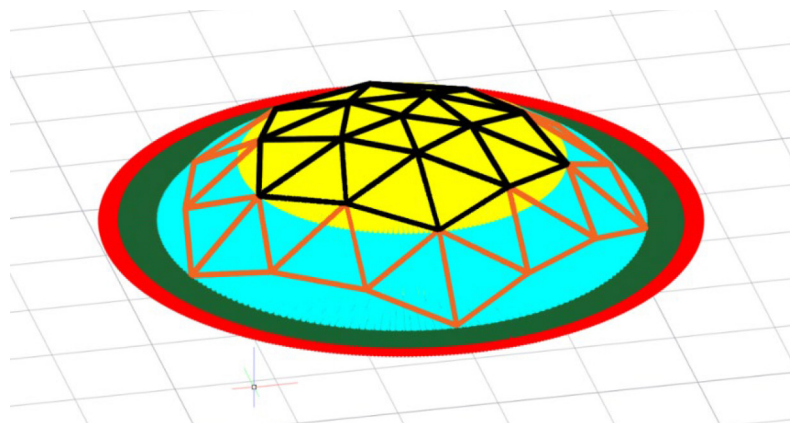


Рис. 10. Установка несущих элементов купола на втором отсеке

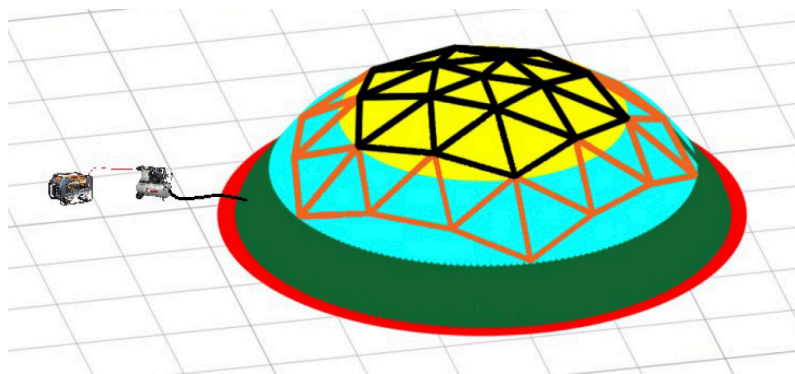


Рис. 11. Накачивание третьего отсека купола

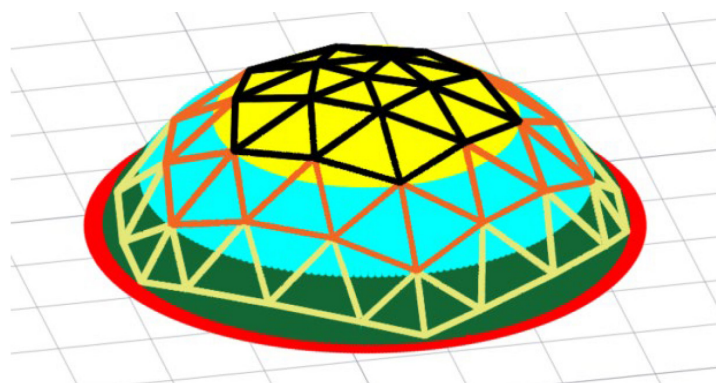


Рис. 12. Установка несущих элементов купола на третьем отсеке

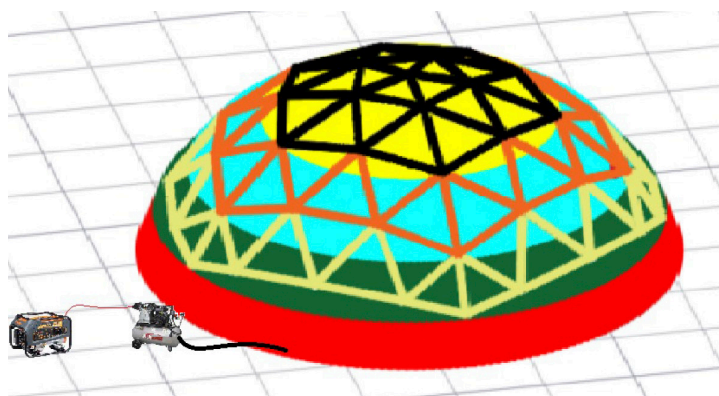


Рис. 13. Накачивание четвертого отсека купола

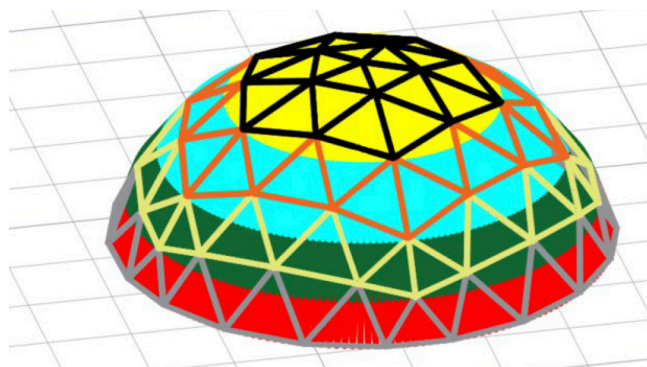


Рис. 14. Установка несущих элементов купола на четвертом отсеке

После установки несущих конструкций (стержней и узлов) купола на последнем нижнем отсеке пневматической опалубки, воздушный компрессор подключается к следующему отсеку, находящемуся еще на уровень ниже. Данный отсек в диаметре меньше последнего купольного (красного) на 1–2 м и позволяет дополнительно поднять купол на 0,5–1 м для установки опорных подошв в подвешенном положении.

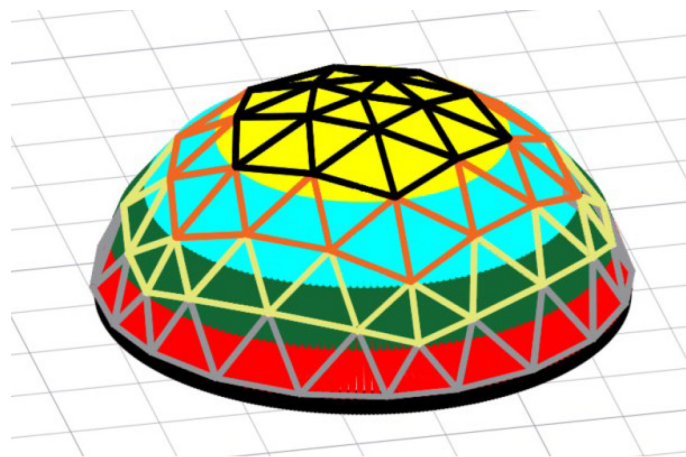


Рис. 15. Поднятие купола для установки опорных подошв

После поднятия купола и монтажа опорных подошв в подвешенном положении производится сдувание пневматической подушки, начиная с нижнего отсека и установка купола на землю. Под собственным весом подушки эластичные резиновые ремешки, закрепляющие элементы верхушки купола, рвутся и подушка опускается на землю, где сворачивается рабочими до компактного состояния и извлекается.

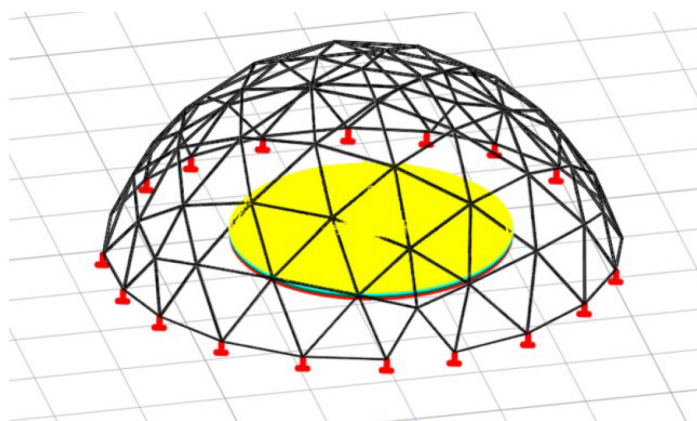


Рис. 16. Установка купола на опорные подошвы и сдувание подушки

Далее выполняется перекрытие пола купола в уровне нижнего пояса. Во избежание прогибов перекрытия могут устанавливаться дополнительные опорные подошвы с регулирующими домкратами. После производится теплоизоляция и внутренняя отделка купола при помощи раздвижных регулируемых подмостей внутри купола.

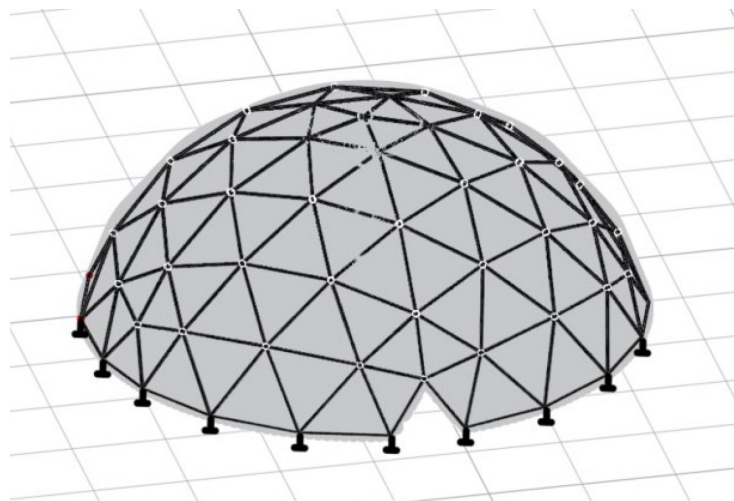


Рис. 17. Общий вид готового купола

Литература

1. Искржицкая А. <http://www.abitant.com/posts/dekonstruktsiya-geodezicheskogo-kupola>. Деконструкция геодезического купола Проект летнего павильона Peoples Meeting.
2. Лабудин Б. В. Совершенствование деревянных клееных конструкций с пространственно-регулярной структурой: дис. доктор технических наук: 05.23.01 – строительные конструкции, здания и сооружения. Архангельск. 2006. 310 с.
3. Животов Д. А., Латута В. В. Совершенствование технологии возведения пространственных конструкций в форме геодезических куполов // 75-ой научной конференции профессоров, преподавателей, научных работников, инженеров и аспирантов – СПбГАСУ, 2019.
4. Монтаж купольных покрытий – https://bstudy.net/651339/tehnika/montazh_kupolnyh_pokrytiy.
5. Осипова А.В. Работа сетчатого купола при монтаже навесным способом // Молодой ученый. – 2018. – № 20. – С.162–164.
6. СП 48.13330.2019 Организация строительства. Актуализированная редакция СНиП 12-01-2004.
7. Казаков Ю. Н., Мороз А. М., Захаров В. П. Технология возведения зданий. – СПб.: Изд-во «Лань». 2018 – 256 с.
8. Ершов М. Н., Лapidус А. А., Теличенко В. И. Технологические процессы в строительстве в 10 книгах. – М.: АСВ, 2016 – 1072 с.
9. https://acidome.ru/lab/calc/#3/8_Kruschke_Semicone_4V_R20_beams_200x80 (дата обращения 20.03.2021)

УДК 624.1

Надежда Сергеевна Максимова, студент
(Санкт-Петербургский государственный
архитектурно-строительный университет)
E-mail: esperanse1997@gmail.com

Nadezhda Sergeevna Maksimova, student
(Saint Petersburg State University
of Architecture and Civil Engineering)
E-mail: esperanse1997@gmail.com

УСТРОЙСТВО ФУНДАМЕНТОВ В УСЛОВИЯХ ВЕЧНОЙ МЕРЗЛОТЫ

CONSTRUCTION OF FOUNDATIONS IN PERMAFROST CONDITIONS

В статье рассмотрены мерзлые грунты, принципы и особенности устройства фундаментов в условиях вечной мерзлоты. Немалая часть территории Российской Федерации, которая богата полезными ископаемыми, расположена в зоне вечной мерзлоты, но в настоящее время эти территории недостаточно хорошо освоены. Наиболее сложным этапом возведения зданий является устройство их подземной части. Ниже изложены особенности вечномёрзлых грунтов, основные методы и способы устройства фундаментов в условиях Крайнего Севера, их сравнение, достоинства и недостатки. Анализ собранных данных показал, какие типы фундаментов наиболее хороши для применения при строительстве на вечномёрзлых грунтах.

Ключевые слова: вечная мерзлота, устройство фундаментов, принципы возведения фундаментов, свая, вечномёрзлый грунт, пучинистые грунты.

The article discusses frozen soils, principles and features of the construction of foundations in permafrost conditions. A large part of the territory of the Russian Federation, which is rich in minerals, is located in the permafrost zone, but at present these territories are not well developed enough. The most difficult stage in the construction of buildings is the arrangement of their underground part. Below are the features of permafrost soils, the main methods and methods for constructing foundations in the Far North, their comparison, advantages and disadvantages. Analysis of the collected data showed which types of foundations are most suitable for use in construction on permafrost soils.

Keywords: permafrost, construction of foundations, principles of building foundations, pile, heaving soils.

Вечная мерзлота – явление мирового масштаба. Согласно сведениям учёных, она охватывает примерно двадцать пять процентов поверхности земли и около двух трети всей территории Российской Федерации.

Невзирая на неблагоприятные климатические условия, территория Земли богата полезными ископаемыми. Только лишь в Российской Федерации залегает более тридцати процентов выявленных резервов нефти, примерно шестьдесят процентов запасов природного газа, неисчерпаемые запасы торфа и каменного угля, множество месторождений с цветными металлами, золотом и алмазами. Для повышения экономики нашей страны немаловажно осваивать природные сокровища Сибири. По этим и многим другим причинам возведение зданий и сооружений в условиях Крайнего Севера необходимо даже при трудностях, возникающих при строительстве на вечномёрзлых грунтах.

Обязательной составляющей процесса возведения зданий и сооружений является разработка грунта. Вечномёрзлый грунт – это четырёхдисперсная среда, которая состоит из воды, газа, льда и твёрдых частиц [1]. Этот грунт обладает более высокими прочностными характеристиками по сравнению с грунтом в обычном состоянии. Например, порог прочности при сжатии мёрзлых суглинков достигает шестидесяти кгс/см² [3]. Поэтому вечная мерзлота разрабатывается как скальный грунт, расчет которой мы производим по [11].

Классификация вечномёрзлых грунтов приведена ниже.

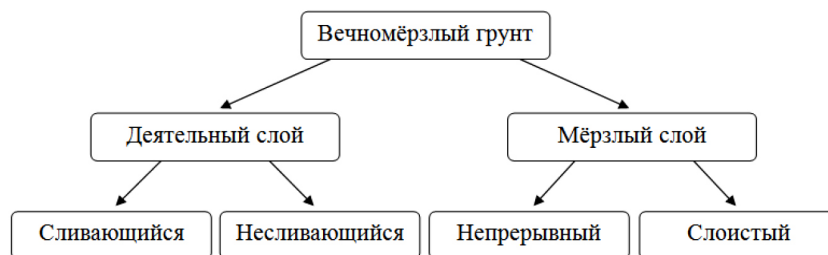


Рис. 1. Классификация вечномёрзлых грунтов

Немало сложностей возникает при устройстве фундаментов на вечномёрзлых грунтах. Так, при сохранении отрицательных температур, грунт является прочным, но при малейшем колебании температур (повышении или даже понижении), происходит изменение свойств, что является причиной их нестабильности. Также при протаивании вечномёрзлых грунтов зачастую появляются деформации, которые порой превышают допустимые значения [2]. Эти и другие особенности грунтов необходимо учитывать при проектировании и выборе технологий устройства фундаментов.

Существует два принципа возведения фундаментов: принцип сохранения мерзлого состояния основания в естественной среде и принцип оттаивания грунта основания и деградации вечной мерзлоты с учетом возможных деформаций.

Принцип сохранения мерзлого состояния основания в естественной среде появился в тридцатых годах прошлого века. Использование проветриваемого подполья позволило разработать метод возведения зданий на вечномёрзлых грунтах.

Принцип сохранения мерзлого состояния основания в естественной среде (рис. 2) применяется в случае, когда грунты основания можно сохранить в мерзлом состоянии на протяжении всего периода эксплуатации. Данный принцип включает в себя: устройство вентилируемых подполий или нежилых первых этажей зданий, укладку в основании сооружения охлаждающих труб, каналов или использование вентилируемых фундаментов, установку сезонно-действующих охлаждающих устройств, и, кроме того, реализацию иных мероприятий по устранению или уменьшению теплового воздействия сооружения на мерзлые грунты основания.

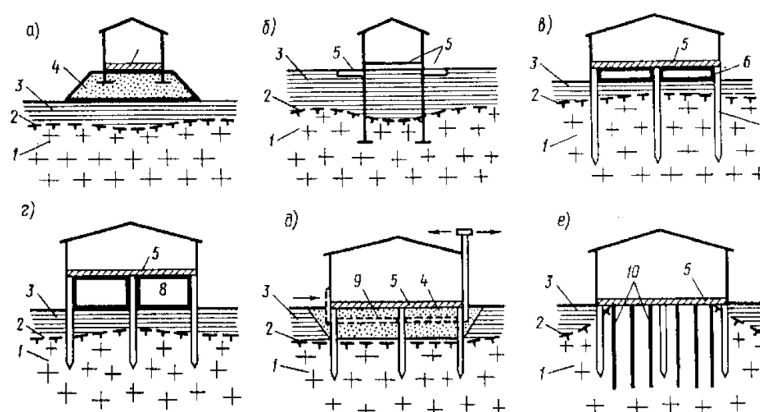


Рис. 2. Сохранения мерзлого состояния грунтов: 1 – вечномёрзлый грунт; 2- верхняя граница слоя вечномёрзлого грунта; 3- деятельный слой; 4 – насыпной пучинистый грунт; 5 – теплоизоляция; 6 – вентилируемое подполье; 7 – сваи; 8 – неотапливаемый 1-й этаж; 9 – вентиляционные каналы; 10 – замораживающие колонки

Принцип оттаивания грунта основания и деградации вечной мерзлоты с учетом возможных деформаций применяют при присутствии в основании скальных или других малосжимаемых грунтов, при не сплошном распространении вечномерзлых грунтов, кроме того, когда сохранение мерзлого состояния грунтов не гарантирует необходимый уровень надежности строительства. Применение данного принципа допускает постепенное оттаивание оснований при эксплуатации.

Вышеперечисленные принципы эффективны и надёжны при неизменности климатического состояния окружающей среды. В результате глобального потепления в последние двадцать пять – тридцать лет темп роста температуры грунтового основания составляет в среднем в Сибири ноль целых пять сотых градуса Цельсия в год.

Увеличение температуры приводит к оттаиванию льда в грунтовом массиве, вследствие чего грунт становится водонасыщенным. Следовательно, характеристики основания идут вразрез с проектными, по которым здание было введено в эксплуатацию. Следует проводить меры по улучшению показателей грунта, так как происходит выщивание грунта и происходит крен здания.

При возведении зданий и сооружений в вечномерзлых грунтах применяют следующие варианты фундаментов: свайный, при котором появляется пространство между грунтом и основанием, и ленточный, расположенный непосредственно на земле. При использовании свайных фундаментов, возникший зазор гарантирует естественную вентиляцию мерзлой поверхности, а при использовании ленточных нужно обеспечить высокую теплоизоляцию фундаментов для сохранения грунта в естественном состоянии. Как правило, на многолетнемёрзлых грунтах используют висячие сваи, которые обеспечивают несущую способность за счет смерзания боковой поверхности с грунтом и оперения острия сваи. Но случаются ситуации, когда целесообразнее использовать иной тип фундаментов. К примеру, сборные столбчатые фундаменты применяют для зданий, строящихся на подсыпке с неглубоким залеганием кровли разрушенных скальных пород, а также с массивами льда на площадках. В случае, если подошва фундамента расположена в пределах насыпи из непучинистых грунтов, то применяют ленточные.

Устройство ленточных и столбчатых фундаментов подразумевает внушительный объём земляных работ, поэтому преимущественно рациональным выбором в условиях многолетней мерзлоты является устройство свайных фундаментов.

На многолетнемёрзлых грунтах в большинстве случаев применяются буроопускные сваи с гладкой боковой поверхностью [4]. Технология их применения заключается в том, что в заранее пробуренную скважину опускают сваю, а пространство между свайей и стенками скважины заполняют раствором и выдерживают до смерзания с окружающими грунтами. Нагрузка от сооружения передается на грунты основания через нижний конец сваи и боковую ее поверхность.

Значительным минусом буроопускных свай с гладкой боковой поверхностью считается их малая надёжность в условиях вечной мерзлоты из-за снижения несущей способности со временем. В условиях вечной мерзлоты из-за результата снижения несущей способности со временем. Одной из основных проблем в зоне распространения многолетнемёрзлых грунтов является глобальное потепление. В настоящее время наступила потребность в появлении новых типов свай, позволяющих использовать несущую способность оснований более эффективно.

Невзирая на ряд положительных сторон винтовых свай, таких, как их высокая технологичность и дешевизна, существует и ряд недостатков [4]. Бурение скважин под такие сваи не прощает погрешностей, потому что велика вероятность снижения несущей способности основания по боковой поверхности сваи. Исследования литературы показали, что буроопускные сваи с гладкой боковой поверхностью имеют ряд недостатков, поэтому следует стремиться к созданию буроопускных свай с неровной боковой поверхностью, так как именно эта конфигурация даёт возможность значительно повысить несущую способность грунтов основания. С этой целью Набережным А. Д. была изобретена эффективная методика по расчёту буроопускных свай. Это сваи с ребристой боковой поверхностью.

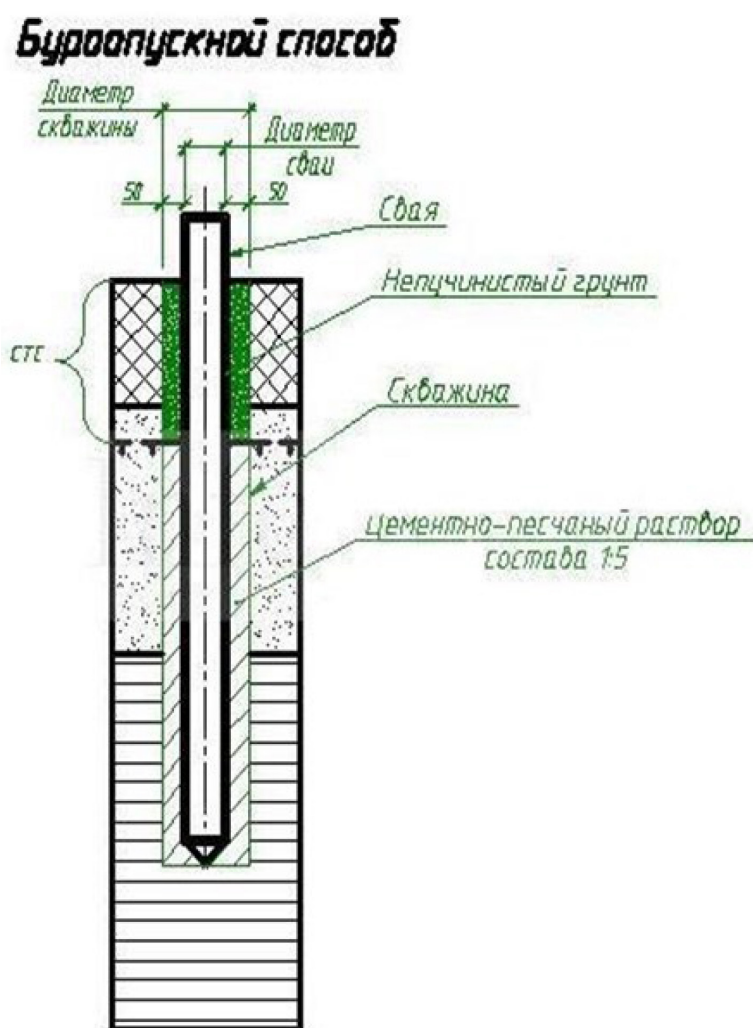


Рис. 3. Устройство свайного фундамента буроопускным способом

Грунт под рёбрами таких свай работает на сжатие, что значительно эффективнее, чем работа грунта на сдвиг по поверхности смерзания с материалом обычной буроопускной сваи.

При долгосрочном применении буроопускных свай с неровной боковой поверхностью на их ребрах образовывается тончайший слой льда. В данных сваях нагрузка передается нижними гранями ребер и грунт (грунтовый раствор) работает преимущественно

на сжатие, благодаря чему наличие тонкого слоя льда не будет существенно уменьшать несущую способность основания. Экспериментальным путём было выявлено: чем меньше шаг рёбер, тем выше несущая способность.

Ребристые сваи наиболее эффективны, чем другие виды свай в условиях вечной мерзлоты по причине того, что площадь смерзания поверхности сваи с грунтом больше, из-за этого увеличивается несущая способность основания.

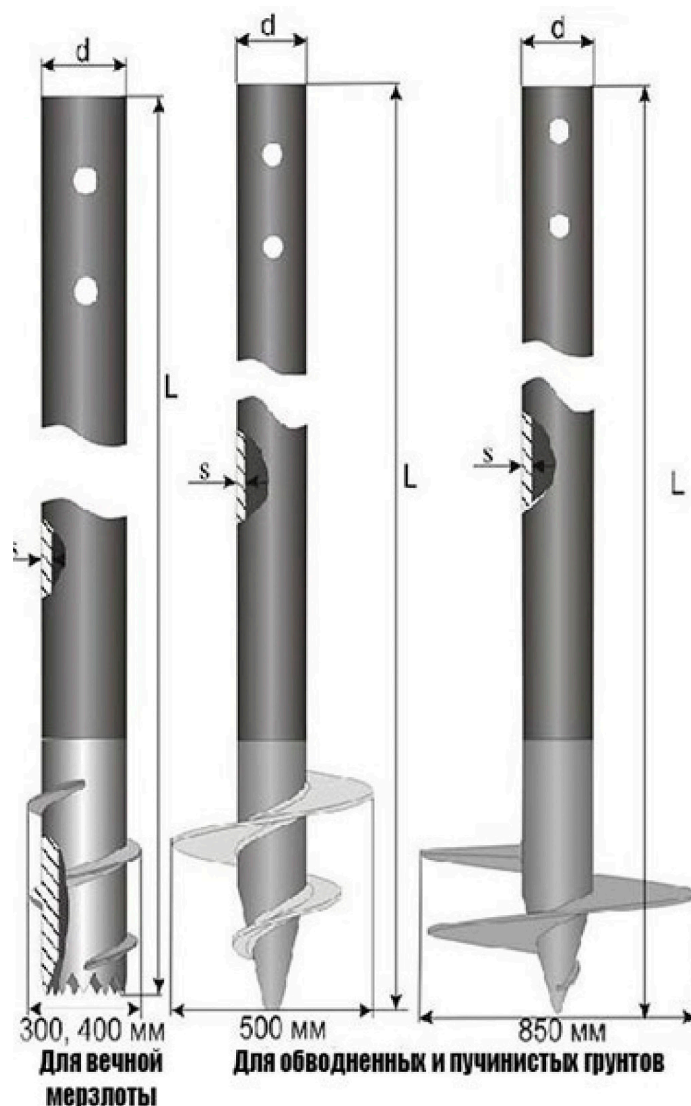


Рис. 4. Устройство винтовых свай

Применение ребристых свай экономически наиболее рентабельно, нежели применение буропускных свай с гладкой поверхностью.

Ремонтные работы повреждённых зданий и сооружений требуют крупных расходов. По этой причине, наиболее рационально внедрение в строительное производство нового типа свай. Согласно сведениям технико-экономического сравнения буропускных свай с гладкой и с ребристой боковой поверхностью, экономический эффект при внедрении свай с ребристой боковой поверхностью составит порядка двух миллиардов рублей в год, что значительно уменьшает расходы на строительные работы.

Заключение

Таким образом, один из основных моментов при строительстве на вечномёрзлых грунтах – это прогноз условий вечной мерзлоты при изучении местности. Мы должны принимать во внимание несколько важных факторов: что может произойти при строительстве и какие процессы могут развиваться – пучение или термоэрозия; учитывать динамику климата; принимать решения, по какому принципу возводить здания и сооружения, рассчитывать экономическую выгоду при строительстве на вечной мерзлоте. При низких температурах, когда мерзлота содержит значительное количество льда, необходимо использовать принцип сохранения мерзлого состояния грунтов. А при постепенном оттаивании грунта и присутствии малосжимаемых, в том числе скальных грунтов применять принцип оттаивания грунта основания и деградации вечной мерзлоты с учетом возможных деформаций.

Литература

1. Справочник геотехника. Основания, фундаменты и подземные сооружения/ Под общей ред. В. А. Ильичева и Р. А. Мангушева. – М.: Изд-во АСВ, 2014. – 728 с
2. Цытович Н. А. Механика мерзлых грунтов. Учебн. Пособие. М., «Высш. Школа», 1973. 448 с. с илл.
3. Пособие по определению физико-механических свойств промерзающих, мерзлых и оттаивающих дисперсных грунтов / Роман Л. Т., Царапов М. Н. и др. – М. : «КДУ», «Университетская книга», 2018. – 188 с.
4. Пьянков С. А. Свайные фундаменты: учебное пособие / С. А. Пьянков. – Ульяновск: УлГТУ, 2007.
5. Руководство по проектированию свайных фундаментов / НИИОСП им. Н. М. Герсеванова Госстроя СССР. – М.: Стройиздат, 1980.
6. Технология устройства свайных фундаментов: учеб. пособие / В. В. Верстов, А. Н. Гайдо; СПбГАСУ – СПб., 2010. – 180 с.
7. Справочник по строительству на вечномёрзлых грунтах/ Велли Ю. Я., Докучаев В. В., Федоров Н. Ф.; Авторы: Антонов А. Ф., Велли Ю. Я., Гальперин В. В., Герасимов А. С., Докучаев В. В., Еремеев М. А., Заборщиков О. В., Золотарь А. И., Иоффе В. М., Казанцев И. А., Либер И. С., Либерман И. А., Маркин К. Ф., Неймарк Л. И., Федоров Н. Ф., Фриман Р. Э., Ческис И. С., Шейнкман Д. Р., Яковлев А. В., Ястребов А. Л. – Стройиздат. Ленинград, 1977 – 552 с.
8. СП 22.13330.2016 Основания зданий и сооружений. Актуализированная редакция СНиП 2.02.01-83* (с Изменением № 1). – М., 2016.
9. СП 24.13330.2011 Свайные фундаменты. Актуализированная редакция СНиП 2.02.03-85 (с Опечаткой, с Изменениями № 1, 2). – М., 2011.
10. СП 48.13330.2019 Организация строительства. Актуализированная редакция СНиП 12-01-2004.
11. СП 25.13330.2012 Основания и фундаменты на вечномёрзлых грунтах. Актуализированная редакция СНиП 2.02.04-88 (с Изменениями № 1-4).

УДК 69.059.35

Нигина Исмаиловна Малышева, студент
(Санкт-Петербургский государственный
архитектурно-строительный университет)
E-mail: mans.nigina97@mail.ru

Ismailovna Malysheva Nigina, student
(Saint Petersburg State University
of Architecture and Civil Engineering)
E-mail: mans.nigina97@mail.ru

ЭФФЕКТИВНОСТЬ СОВРЕМЕННЫХ МЕТОДОВ УСИЛЕНИЯ КОНСТРУКЦИЙ В ОБЛАСТИ РЕКОНСТРУКЦИИ ПРОМЫШЛЕННЫХ И ГРАЖДАНСКИХ ОБЪЕКТОВ

THE EFFICIENCY OF MODERN STRENGTHENING METHODS ON THE RECONSTRUCTION OF INDUSTRIAL AND CIVIL OBJECTS

В данном исследовании проведен сравнительный анализ традиционных и современных методов усиления конструкций в области реконструкции промышленных и гражданских объектов. На примере технологии внешнего армирования углеродными волокнами рассмотрены особенности применения современных методов усиления. Рассмотрены их эффективность и преимущества над традиционными. Приведены технические и экономические обоснования выбора современных методов усиления.

Ключевые слова: усиление конструкций, реконструкция объектов, углеродное волокно, обследование сооружений, система внешнего армирования.

This study provides a comparative analysis of traditional and modern methods of strengthening structures on the reconstruction of industrial and civil facilities. On the example of the technology of external reinforcement with carbon fibers, the features of the application of modern reinforcement methods are considered. Their effectiveness and advantages over traditional ones are considered. The technical and economic substantiation of the choice of modern amplification methods is presented.

Keywords: reinforcement of structures, reconstruction of objects, carbon fiber, inspection of structures, external reinforcement system.

Каждое здание и сооружение, в связи с различными естественными и неестественными силовыми воздействиями, в процессе эксплуатации подвергается износу и частичному разрушению. В связи с этим остро встает вопрос обследования гражданских и промышленных зданий на предмет их разрушений в процессе эксплуатации с последующей реконструкцией.

Реконструкция зданий – переустройство или приспособление зданий и сооружений к изменившимся нормативным, функциональным, технологическим, архитектурным, градостроительным и иным требованиям [1].

Одним из важных направлений реконструкции объектов является усиление строительных конструкций.

Усиление строительных конструкций осуществляется в целях повышения несущей способности и эксплуатационной пригодности при изменении действующих на них нагрузок и условий эксплуатации, а также при обнаружении дефектов и повреждений в конструкциях [2].

Методы усиления конструкций можно условно разделить на несколько видов:

- традиционные;
- современные;

- комбинированные (совмещают первые 2 вида).

К традиционным методам усиления строительных конструкций относятся:

- обетонирование объекта, осуществляемое нанесением дополнительного бетонного слоя для увеличения площади сечения и крепости конструкции;
- упрочнение отдельных конструкций посредством монтирования элементов стального проката, например, уголками, стяжками, швеллерами и т.п.;
- монтаж дополнительных элементов, для распределения несущей нагрузки (распорки и т. д.);

Основными недостатками при применении традиционных методов усиления конструкций являются:

- необходимость останавливать эксплуатацию объекта (в ряде случаев);
- использование тяжелой строительной техники;
- существенные затраты на транспортировку материалов;
- увеличение собственного веса конструкции после проведения работ.

В современном мире появляется большое количество высокотехнологичных решений. Современные методы и решения становятся более экономичными, надежными и долговечными в том числе и в направлении усиления строительных конструкций. Данные методы направлены на решение проблем и недостатков традиционных методов.

К современным методам усиления строительных конструкций относятся:

- усиление железобетонных конструкций композитными материалами, например, технология внешнего армирования углеродными волокнами;
- осуществляется в ситуациях, требующих существенного увеличения несущей способности элементов;
- инъектирование, целесообразно применять при обнаружении полостей и трещин в несущих конструкциях, в том числе фундамента. Этот метод позволяет скрепить части железобетонного объекта;
- усиление конструкции преднапряженными канатами повышает жесткость и устойчивость к трещинам, усиливает прочность монолитных объектов. Применяются предварительно напряженные канаты, со знаком напряжения противоположному знаку нагрузки.

Одним из наиболее эффективных современных методов усиления конструкций является технология использования систем внешнего армирования углеродными волокнами.

Принцип усиления конструкций сооружений углеродным волокном заключается в наклеивании легких, при этом высокопрочных, коррозионностойких углеродных лент на существующие железобетонные конструкции.

Углеродное волокно – материал, состоящий из тонких нитей диаметром от 5 до 15 мкм, образованных преимущественно атомами углерода. Углеродные волокна характеризуются высокой прочностью, низким удельным весом, низким коэффициентом температурного расширения и химической инертностью.

Усиление конструкций объектов методом внешнего армирования углеродным волокном значительно эффективнее традиционных методов усиления. Данная технология позволяет при относительно небольшом расходе материала значительно повысить общую несущую способность конструкций.

Из основных особенностей метода можно выделить:

- стойкость к коррозии;
- высокая прочность;
- небольшой вес;
- высокая технологичность и скорость выполнения работ;
- проведение работ без остановки объекта на реконструкцию;
- не требует применения грузоподъемных механизмов.

Для сравнения ниже приведены расчетные параметры углеродных волокон и стали (рис. 1):

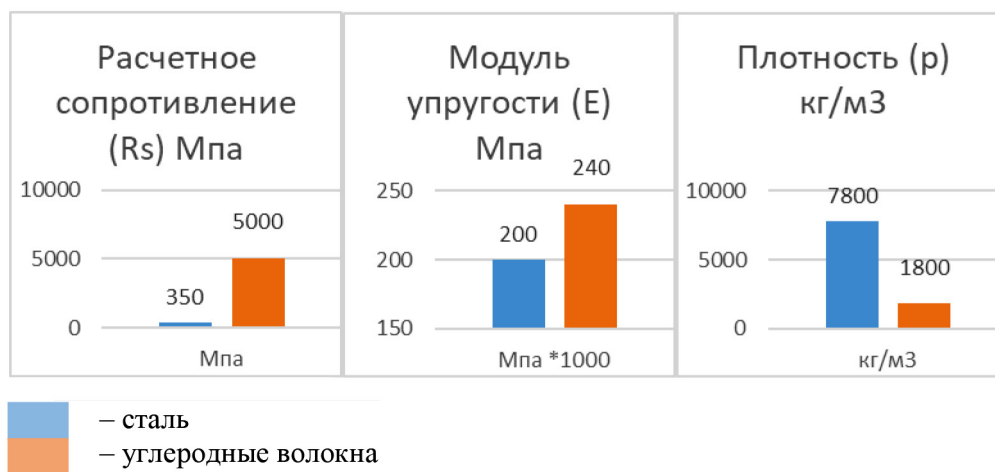


Рис. 1. Расчетные параметры углеродных волокон и стали

Разберем на нескольких примерах техническую и экономическую эффективность метода усиления конструкций углеродными волокнами.

Пример № 1: Усиление колонн.

Проблема: Прочность бетона в колоннах ниже проектной вследствие низкого качества бетонной смеси.

Решение: Внешнее армирование данных колонн путем наклеивания углеродного волокна по типу «бандажа». Восстановление несущей способности колонн до проектной (рис. 2).

	Усиление углеродным волокном	Усиление металлом
Скорость	Высокая скорость выполнения работ на 30–70 % выше, чем металлом	Низкая скорость выполнения работ в связи с повышенной трудоемкостью и сложностью монтажа
Эффективность	100 % включение в работу, низкий вес	Сложность включения в работу, дополнительные нагрузки на конструкцию
Стоимость	На 10% ниже	Высокая



Рис. 2. Армирование колонн углеродным волокном

Пример № 2: Усиление ферм.

Проблема: Воздействие сверхнормативной нагрузки при общей потере несущей способности ферм.

Решение: Внешнее армирование углеродным волокном позволяет восстановить и увеличить несущую способность ферм. Высокая технологичность позволяет не останавливать производство работ под фермами (рис. 3).

	Усиление углеродным волокном	Усиление металлом
Скорость	Высокая скорость выполнения работ на 30–70 % выше, чем металлом	Низкая скорость выполнения работ в связи с повышенной трудоемкостью и сложностью монтажа
Эффективность	100% включение в работу, низкий вес	Сложность включения в работу, дополнительные нагрузки на конструкцию
Стоимость	На 30% ниже	Высокая



Рис. 3. Армирование ферм углеродным волокном

Пример №3: Усиление плит покрытий.

Проблема: Сверхнормативная нагрузка на плиты покрытия в связи с размещением на кровле дополнительного оборудования.

Решение: Усиление плит покрытия углеродным волокном, восстановление и увеличение несущей способности плит. (рис. 4).

	Усиление углеродным волокном	Усиление металлом
Скорость	Высокая скорость выполнения работ без прерывания технологического процесса на площадке	Низкая скорость выполнения работ в связи с повышенной трудоемкостью и сложностью монтажа
Эффективность	100 % включение в работу, низкий вес	Сложность включения в работу, дополнительные нагрузки на конструкцию
Стоимость	На 30 % ниже	Высокая



Рис. 4. Армирование плит покрытий углеродным волокном

Пример № 4: Усиление плит покрытий.

Проблема: Сверхнормативные нагрузки, непредусмотренные проектом, воздействующие на монолитную железобетонную плиту перекрытия с возникновением трещин с раскрытием до 0,6–0,8 мм. Крайне стесненные условия и наличие коммуникаций и оборудования, смонтированных непосредственно под плитой. Усиление стальными конструкциями невозможно.

Решение: Устройство дополнительного внешнего армирования углеродным волокном. Усиление углеродным волокном позволяет не прибегать к демонтажу коммуникаций, значительно сократить сроки и стоимость работ по усилению плиты перекрытия (рис. 5).

	Усиление углеродным волокном	Усиление металлом
Скорость	Высокая скорость выполнения работ. На 30–70 % выше, чем металлом	Низкая скорость выполнения работ в связи с повышенной трудоемкостью и сложностью монтажа
Эффективность	100 % включение в работу, низкий вес.	Подведение дополнительных балок, дополнительные нагрузки на конструкцию, демонтаж коммуникаций.
Стоимость	На 30 % ниже	Высокая



Рис. 5. Армирование плит покрытий углеродным волокном

Заключение

1. При реконструкции зданий и сооружений особое внимание необходимо уделять усилению деформированных, изношенных, разрушенных конструкций.

2. При проведении усилений конструкций традиционными методами выявлены ряд недостатков, связанных с необходимостью проведения сложных дополнительных работ, использованием дополнительного оборудования, трудоемкостью проведения данных работ, использования грузоподъемных элементов. В большинстве случаев необходимо приостанавливать эксплуатацию объекта.

3. В качестве возможных решений проблем традиционных методов усиления конструкций сооружений в настоящее время применяют современные методы усиления. Данные методы являются более эффективными, имеют более низкую стоимость выполнения работ, имеют более высокую скорость выполнения работ, в большинстве случаев без прерывания технологического процесса на площадке.

Литература

1. Шихов А. Н. Реконструкция зданий и сооружений: курс лекций / А. Н. Шихов, М-во с.-х. РФ, федеральное гос. бюджетное образоват. учреждение высшего образов. «Пермская гос. с.-х. акад. им. Акад. Д. Н. Прянишникова». – Пермь: ИПЦ «Прокрость», 2016. – 398 с.

2. Усиление несущих железобетонных конструкций производственных зданий и просадочных оснований / А. Б. Голышев, П. И. Кривошеев, П. М. Козелецкий и др. – К.: Логос, 2004. – 219 с.: ил. – Библиогр.

3. Юдина А. Ф. Реконструкция и техническая реставрация зданий и сооружений: учеб. Пособие для студ. Учреждений сред. И проф. образования / А. Ф. Юдина. – 3-е изд., стер. – М.: Издательский центр «Академия», 2014. – 320 с.

4. ГОСТ 31937-2011 «Здания и сооружения. Правила обследования и мониторинга технического состояния».

5. СП 164.1325800.2014 Усиление железобетонных конструкций композитными материалами. Правила проектирования.

УДК 698

Кирилл Андреевич Марочкин, студент
(Санкт-Петербургский государственный
архитектурно-строительный университет)
E-mail: Smail220597@yandex.ru

Kirill Andreevich Marochkin, student
(Saint Petersburg State University
of Architecture and Civil Engineering)
E-mail: Smail220597@yandex.ru

**ОСОБЕННОСТИ ТЕХНОЛОГИЙ НАНЕСЕНИЯ
ШТУКАТУРНОГО РАСТВОРА**

FEATURES OF TECHNOLOGIES FOR APPLYING PLASTER MORTAR

В данной статье рассматривается тема, которая очень актуальна в современном гражданском строительстве, а именно строительство жилых домов. Так как на данный момент для застройщиков важным является скорость возведения домов, то необходимо уделить особое внимание отделочным работам. Они очень влияют на сроки строительства жилых домов. Более подробно рассмотрены штукатурные работы: способы, применяемые для данных работ, последовательность работ и возможные дефекты при этих работах. Рассмотрены все плюсы и минусы технологий нанесения штукатурного раствора, чтобы в дальнейшем выявить оптимальную технологию, которая будет способствовать минимальному возникновению дефектов.

Ключевые слова: штукатурная смесь, робот-штукатур, механизированный способ, штукатурный слой, роботизированный способ.

This article discusses a topic that is very relevant in modern civil construction, namely the construction of residential buildings. Since at the moment the speed of construction of houses is important for developers, it is necessary to pay special attention to finishing works. They greatly affect the construction time of residential buildings. Plastering works are considered in more detail: the methods used for these works, the sequence of works and possible defects in these works. All the pros and cons of applying plaster mortar technologies are considered in order to further identify the optimal technology that will contribute to the minimum occurrence of defects.

Keywords: plaster mixture, robot-plasterer, mechanized method, plaster layer, robotic method.

Стремительный рост городов, создал огромную потребность в строительстве жилых зданий. В связи с чем основной задачей застройщиков, является скорость возведения здания, высокое качество, длительный срок эксплуатации здания. Качество отделочных работ может зависеть от нескольких факторов таких как материалы, способы нанесения, дефекты.

Существует множество различных дефектов отделочных работ (штукатурных работ). Такие как: трещины, вспучивания, дутики, отслаивание. Чаще всего встречаются трещины, отслаивание, вспучивание штукатурного слоя. Данные дефекты появляются из-за высокого темпа строительства. В следствии чего основная осадка здания приходится на конец строительных работ (отделочных работ). В связи с этим приходится выполнять повторную работу по устранению дефектов, а также в большом количестве выполнять гарантийные обязательства перед жильцами домов.

Существует несколько способов нанесения штукатурного раствора на поверхность.

Ручное нанесение штукатурного слоя

По технологии штукатурных работ весь цикл можно разделить на несколько этапов:

- подготовка поверхностей;

- устройство маяков;
- обрызг;
- нанесение грунта;
- накрывка;
- затирка.

Перед началом работ способом ручного нанесения штукатурного раствора, необходимо произвести очистку поверхности от строительной пыли, наростов. Следующим этапом происходит установка маяков. Этот этап очень важен и ответственен. От качества данного этапа на прямую зависит правильность построения плоскости стен, после нанесения штукатурного раствора. Маяками это специальные планки, которые крепятся к стене при помощи гипсового раствора [1].

Обрызг – это черновой слой штукатурки, который предназначен для заполнения раковин, неровностей поверхности стен. На поверхность набрасывается более жидкий состав штукатурной смеси при помощи различных инструментов (рис. 1). При помощи сокола раствор накидывают на поверхность с различной высоты. За счет этого раствор с силой бьется о поверхность стены, заполняя все неровности, раковины. А также уплотняется, за счет чего создается прочный штукатурный слой.

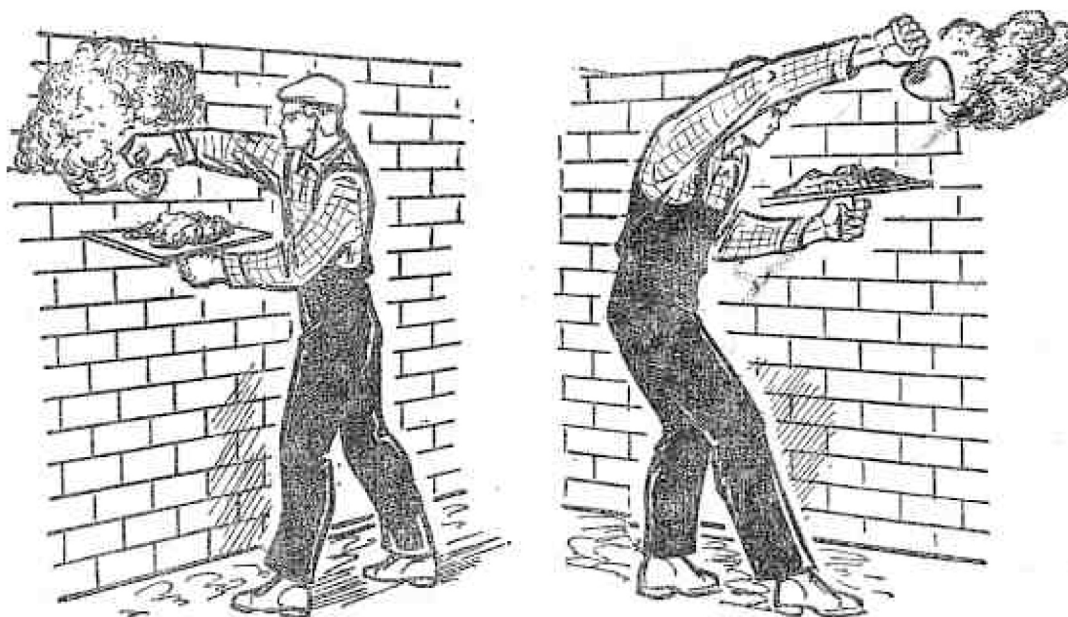


Рис. 1. Ручное нанесение штукатурки (обрызг)

Последующий слой наносится путем намазывания. Раствор наносят на поверхность путем вертикальных или горизонтальных движений. Чтобы нанести толстый слой раствора, необходима в первую очередь нанести основной слой штукатурки, не разравнивая его, дождаться полного застывания. Только затем наносить второй слой с последующим выравниванием.

От качества бетонного, кирпичного основания зависит толщина слоя, чем качество изначальной поверхности лучше, тем тоньше будет штукатурный слой.

Следующими этапами по технологии оштукатуривания наносится грунт, а после выполняется накрывка и затирка.

Грунт является основным слоем. В данный этап работ образуется слой необходимой толщины. Раствор замешивают в более густую консистенцию, в отличие от обрызга.

Накрывка – это заключительный слой штукатурки, за счет которого сглаживаются, прячутся все изъяны, возникшие в ходе предыдущих этапов.

Затирка – это окончательный этап штукатурных работ. На данном этапе вручную устраняют мелкие дефекты, не используя растворы.

Роботизированный способ

Технологии не стоят на месте и на в замены людям приходят роботизированные машины. Роботы не только наносят штукатурный раствор на поверхности стен, но и выравнивают достаточно непростые поверхности. Но, к сожалению, совсем без участия человека не обойтись.

Цель робота-штукатура (рис. 2) увеличить скорость процесса выравнивания поверхности. При помощи данного агрегата удастся приумножить скорость работ в несколько раз, что влечет за собой сокращение сроков строительства.

Принцип действия машины прост. Заранее приготовленную смесь загружают в бак (емкость). После чего машина наносит смесь на стену, постепенно разравнивая его с помощью специального приспособления, установленного на подвижной части. Одним из основных минусов является то, что лишь некоторые роботы способны самостоятельно обеспечивать пополнение раствора в предназначенную емкость. В основном роботы не оснащены данным механизмом, и заправка штукатурной смесью происходит вручную.

Роботу-штукатуру требуется всего две направляющие. Для монтажа робота-штукатура необходимо 2 рабочих, в процессе работы необходим всего один контролер, который следит за объемом оставшейся смеси.

Чтобы робот-штукатур приступил к работе, требуется предварительно выполнить следующие операции: смонтировать вертикальные направляющие, по которым происходит перемещение подвижного узла; закрепить головку; загрузить предварительно готовый раствор в емкость; запустить машину. После этого участие рабочего не требуется. Чтобы слой штукатурки был равномерным, необходимо, чтобы робот-штукатур постоянно был на неизменном расстоянии от обрабатываемой им стены. Это постоянство обеспечивается с помощью планки, горизонтальной устанавливаемой в процессе закрепления между направляющими агрегата и обрабатываемой стеной. Завершив установку, эту планку-эталон убирают, чтобы она не мешала ходу работы.

После завершения захватки, а именно от пола до потолка, робота-штукатура переставляют на следующую захватку, где он продолжает наносить выравнивающий слой.



Рис. 2. Робот-штукатур

Плюсы:

- Для работы может быть использован не самый качественный материал, в отличие от штукатурной машины. Песок должен быть мелким и просушенным.
 - Уменьшается стоимость работ, в следствие уменьшения количества людей в звене.
 - Штукатурные работы машинным нанесением выполняются довольно быстро, поскольку робот способен обрабатывать 35–75 м² поверхности в час. Но при условии того, если поверхность изначально ровная.
 - Работа выполняется качественно. После того как штукатурка высохнет, отклонение на два метра составляет 2-3 мм [2].
- Минусы:
- Для качественной работы необходима ровная поверхность пола и потолка для того, чтобы надежно закрепить агрегат и выставить его по уровню.
 - Так же присутствуют ограничения высоты работы, они составляют 5 метров от уровня пола. В противном случае возможно искривление металлического профиля.
 - При больших объемах работ целесообразно использовать дополнительное оборудование в виде штукатурной станции для подачи раствора в емкость робота-штукатура. Но в данном случае теряется уникальная возможность агрегата работать с любыми материалами. В результате чего большинство плюсов обесцениваются.
 - Робот имеет не малый вес в районе 100 кг, что затрудняет затарку на место работ, а также перенос с места на место. Данная конструкция не обладает высокой мобильностью, что затрудняет ее оперативный перенос на новую захватку.
 - Рабочие должны иметь специальные технические знания.

Механизированный способ

Переход от ручного на механизированный способ нанесения штукатурных растворов сильная необходимость в современном мире строительства. При помощи специальной техники возможно сэкономить время, силы, но и увеличить качество растворов. Это происходит за счет строгого смешивания ингредиентов в определённых пропорциях, в результате чего смесь всегда будет однородной.

Одним из главных преимуществ над конкурентами является долговечность и высокое качество слоев штукатурных стен, в связи с тем, что смесь подается под давлением, что увеличивает сцепление штукатурной смеси с поверхностью стен. После нанесения штукатурной смеси механизированным способом шпаклевать поверхность уже не приходится, так как она получается ровной и гладкой. Что приводит к экономии на материалах отделочных работ.

С помощью механизированного способа нанести слой штукатурки чрезвычайно легко. Штукатурная машина (рис. 3) оборудована специальным бункером, в который подается вода и смесь штукатурки, в последствии производится их смешивание и подача готового к производству состава в распылитель [1]. Рабочий, выполняющий штукатурные работы машинным способом обязан следить только за своевременным заполнением бункера и при помощи распылителя наносить смесь на поверхность.



Рис. 3. Штукатурная станция

После нанесения штукатурного слоя при помощи механизированного способа, остается только произвести выравнивание смеси при помощи правила.

Так как раствор в бункере при выполнении штукатурных работ механизированным способом смешивается автоматически, исключается человеческий фактор, и состав всегда получается однородным. Именно благодаря этому на рабочих поверхностях шанс

проявление эффекта очаговости очень низок из-за неоднородного нанесения раствора, а, следовательно, штукатурка в дальнейшем не будет трескаться, отслаиваться.

Мастера, производящие работы при помощи штукатурных станциях, обычно отмечают только положительные моменты в механизированном нанесении раствора:

- Минимальная тяжёлая физическая нагрузка;
- Скорость выполнения работ увеличивается в 3–4 раза;
- Материалы для машинного нанесения штукатурки по цене дешевле, чем похожие смеси для ручного способа работы;
- Расход материалов меньше, чем при использовании аналогичных методов нанесения штукатурного слоя;
- Стоимость оплаты труда рабочих меньше чем при ручном способе нанесения.
- Качество работы является на высоком уровне

Минусы:

- Высокий уровень шума, что исключает работу в ночное время;
- Работа на трехфазном токе;
- Достаточно длительный период высыхания штукатурки – 7–8 дней [2];
- Достаточно длительное время на обслуживание станции в начале и конце рабочей смены (подготовка станции к работе должна длиться до 2 часа и еще 2 часа уходит на мойку оборудования после ее окончания).

Заключение

1. Отделочные работы влияют на сроки возведения жилых домов. Чем качественнее и быстрее они будут выполнены, тем быстрее дом можно ввести в эксплуатацию. А качество отделочных работ может зависеть от нескольких факторов таких как материалы, способы нанесения, дефекты.

2. Выявлены преимущества и недостатки различных способов нанесения штукатурного раствора: ручного, роботизированного и механизированного.

3. Наиболее подходящим методом под современные реалии является механизированный метод, так как он менее продолжителен, более экономичен и способствует свести возникновение дефектов к минимуму.

Литература

1. Строительство жилых и общественных зданий / А. Ф. Юдина. – Москва: Издательский центр «Академия», 2019. – 384 с.
2. Сводом правил СП 71.13330.2017 «Изоляционные и отделочные покрытия».
3. ГОСТ Р 57984-2017 Штукатурка для наружных и внутренних работ. Правила подбора, приготовления и нанесения.
4. СП 131.13330.2018. «СНиП 23-01-99* Строительная климатология» – Введ. 29.05.2019 – М.: Минстрой России – 119 с.

УДК 624.016, 693.955, 691.714

Андрей Андреевич Олефиренко, студент
Александр Владимирович Пивоварчик, студент
(Санкт-Петербургский государственный
архитектурно-строительный университет)
E-mail: olefirenko44719185@yandex.ru,
piwowarchik2015@gmail.com

Andrey Andreevich Olefirenko, student
Aleksander Vladimirovich Piwowarchik, student
(Saint Petersburg State University of
Architecture and Civil Engineering)
E-mail: olefirenko44719185@yandex.ru,
piwowarchik2015@gmail.com

«БЕЗОТДЕЛОЧНАЯ» ТЕХНОЛОГИЯ ИЗГОТОВЛЕНИЯ МОНОЛИТНЫХ КОНСТРУКЦИЙ

„NON-FINISHING“ TECHNOLOGY OF MANUFACTURING MONOLITHIC STRUCTURES

Одну из ключевых ролей при изготовлении монолитных конструкций играет качество лицевой поверхности железобетонного изделия, так как обеспечение гладкой поверхности в процессе изготовления позволяет снизить или даже исключить расходы на последующую отделку. В последнее время все большую актуальность получает «безотделочная» технология возведения монолитных конструкций, благодаря которой значительно сокращаются расходы на отделочные работы. В статье рассмотрены основные требования нормативных документов, предъявляемые к бетонным поверхностям, а также способы их достижения. Особое внимание уделяется различным типам палуб, позволяющих контролировать цвет и текстуру будущей поверхности.

Ключевые слова: «безотделочная» технология, монолитная технология, категория поверхности, лицевая поверхность, типы палуб.

One of the key roles in the manufacture of monolithic structures is played by the quality of the front surface of a reinforced concrete product, since ensuring a smooth surface during the manufacturing process can reduce or even eliminate the costs of subsequent finishing. Recently, the «non-finishing» technology for the construction of monolithic structures has become increasingly important. The article discusses the basic requirements of regulatory documents for concrete surfaces, as well as ways to achieve them. Special attention is paid to different types of formlinings, allowing to control the color and texture of the future surface.

Keywords: «non-finishing» technology, monolithic technology, surface category, front surface, types of formlinings.

Монолитное строительство – одна из самых перспективных технологий возведения зданий и сооружений. Ее главным преимуществом по сравнению со сборным домостроением является то, что конфигурация и размеры строящегося здания могут быть любыми; объемно-планировочные и конструктивные решения могут в точности соответствовать желаниям заказчика [1, 2, 3].

Согласно источнику [4] в западных странах доля монолитного домостроения превышает 55 % от общего объема жилищного строительства. Всплеск популярности монолитного строительства обосновывается тем, что в последнее десятилетие значительно возросло качество бетонных работ за счет появления новых прогрессивных видов опалубки [5, 6].

Кроме того, к преимуществам монолитной технологии возведения зданий можно отнести следующее:

- простота выполнения работ;

- материалы поставляются непосредственно на строительную площадку, минуя заводы по изготовлению железобетонных изделий, что сокращает количество посредников в цепочке поставщик-потребитель;

- возможность применения на объектах, возводимых методами «Top-Down» и «Semi-Top-Down» (в последнее время данные технологии получили большое распространение при строительстве в стесненных условиях городской застройки) [7, 8].

Стоит также отметить и главный недостаток монолитной технологии: качество железобетонных изделий не может быть гарантировано в той же степени, как в случае с заводскими изделиями. Качество лицевой поверхности монолитного изделия зачастую уступает сборному. Наиболее распространенные дефекты бетонной поверхности, такие как раковины и каверны, выбоины, сколы и трещины, представлены на рис. 1. Природа дефектов неоднозначна: с одной стороны, их появление обосновывается ненадлежащим качеством выполнения монолитных работ, а с другой – свойствами самого материала [9].

В связи с этим, все большую актуальность приобретает развитие «безотделочной» технологии изготовления монолитных изделий, целью которой является применение специальных технологий, обеспечивающих такое качество лицевой поверхности бетона, при котором изделие не нуждается в дополнительной отделке. Немаловажную роль для данной технологии играет и строгий контроль качества за выполнением работ [10].

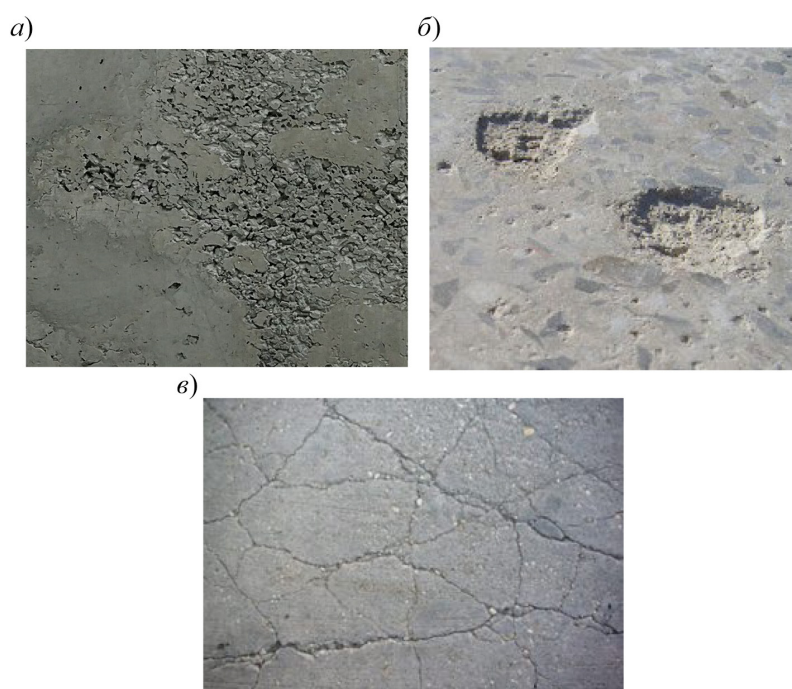


Рис. 1. Примеры дефектов поверхности бетона:
а) раковины и каверны, б) выбоины; в) трещины

Действующий на территории РФ нормативный документ, регламентирующий качество поверхностей железобетонных изделий и конструкций – СП 70.13330.2012¹. В та-

¹ СП 70.13330.2012 Несущие и ограждающие конструкции. Актуализированная редакция СНиП 3.03.01-87 (с Изменениями № 1, 3). М.: ФГУП ЦПП, 2011.

блице X.1 Приложения X выделено четыре класса бетонных поверхностей: от А3 до А7. В таблице X.2 Приложения X приведена классификация бетонных поверхностей по основному назначению. В табл. 1 и 2 приведены требования к классу А3 (поверхность с повышенными требованиями к внешнему виду) и А4 (поверхность, подготовленная под отделку).

Таблица 1

Классы бетонных поверхностей

Класс бетонной поверхности	Допуски прямолинейности для измеряемых расстояний, мм			
	местные неровности (0,1 м)	1 м	2 м	3 м
А3	2	4.5	7	9.5
А4	3	7.5	10.5	14

Таблица 2

Параметры лицевых поверхностей

Класс бетонной поверхности	Допуски, мм			
	Раковины		Сколы	
	Диаметр	Глубина	Глубина	Суммарная длина на 1 м
А3	4	2	5	50
А4	10	2	5	50

Данные критерии не соответствуют понятию «безотделочной» технологии изготовления монолитных конструкций, тем более что даже таких параметров без строго контроля за процессом бетонирования на строительной площадке достичь не представляется возможным.

Авторы статей [9, 10, 11, 12] выделяют следующие варианты обеспечения качества лицевых поверхностей:

1. Эффективные смазочные составы – помогают осуществлять процесс распалубки без разрушения конструкции;
2. Высокоподвижные бетонные смеси – достигаются за счет добавления специальных пластифицирующих добавок;
3. Специальные опалубочные системы;
4. Подстилающие растворы – наносятся на поверхность форм или опалубок до укладки бетонной смеси и обеспечивают более ровную поверхность изделия.

Особое внимание стоит уделить опалубке, так как она играет значительную роль в формировании лицевой поверхности железобетонных конструкций. Применяя различ-

ные виды палубы (составная часть опалубки), можно добиться необходимой текстуры поверхности и оттенка ее цвета. Различные типы палуб и их влияние на лицевую поверхность приведены в табл. 3.

Таблица 3

Типы палуб и их влияние на лицевую поверхность бетона

Тип палубы	Цвет бетона	Текстура бетона
Доска пиленая	Темный (после неск. циклов – светлее)	Грубая дощатая текстура; На поверхности могут оставаться волокна древесины; Практически нет пор
Доска строганая	Темный (после неск. циклов – светлее)	Гладкая поверхность с отчетливой древесной текстурой; Небольшое количество пор
Доска профилированная	Темный	Сильно выраженная древесная текстура, углубления в бетоне; Поры отсутствуют
Плиты из древесных материалов	Темный	Шероховатая поверхность; Возможны пятна; Поры практически отсутствуют
Плита ДОКА 3-SO 21 или 27 мм	Светлый	Гладкая поверхность с неярко выраженной дощатой текстурой; Поры практически отсутствуют
Плита Дока 3-S plus 21 или 27 мм	Светлый	Гладкая матовая поверхность; Обычное количество пор
ProFrame-панель 21 или 27 мм	Светлый	Гладкая матовая поверхность; Неглубокий оттиск пластмассовой окантовки; Обычное количество пор
Конструктивная плита Дока 3-SO 21 или 27 мм	Светлый	Вид дощатой обшивки благодаря прорезным продольным пазам (образуются рельефные швы); Обычное количество пор
Докарпex – опалубочная плита / многослойная плита	Светлый	Гладкая неструктурированная поверхность; Обычное количество пор
Xlife-плита 21 мм	Светлый	Гладкая поверхность; Обычное количество пор
Матрицы	Светлый	Может обеспечить различные текстуры; Обычное количество пор
Стальной и алюминиевый лист	Светлый	Гладкая поверхность; Обычное количество пор

На основании проведенного анализа можно сделать следующие выводы:

1. В настоящее время возрастает актуальность «безотделочной» технологии возведения монолитных конструкций, однако нормативные документы, действующие в России, не определяют соответствующие ей требования, то есть необходимо вводить новые методики и требования к контролю качества данной технологии.

2. Лицевую поверхность, не требующую дополнительной отделки, можно получить, используя специальные типы палуб, смазочные составы и подстилающие растворы. Немаловажную роль играет также строгий контроль качества работ, выполняемых на строительной площадке.

3. Особое внимание стоит уделить виду используемой палубы. На рынке уже представлен ряд палуб, позволяющих получить высокий класс лицевой поверхности.

Литература

1. Рыбнов Е. И. Егоров А. Н., Хайдуцкий З., Гдимиян Н. Г. Организация и планирование работы производственных структур при крупномасштабном жилищном строительстве // Вестник гражданских инженеров. – 2018. – № 3 (68). – С. 98–102.

2. Дроздова, И. В. Влияние строительного комплекса на развитие Санкт-Петербургской агломерации / И. В. Дроздова, Г. Ф. Токунова, О. А. Жлудова // Вестник гражданских инженеров. – 2017. – № 6 (65). – С. 339–343.

3. Головина С. Г., Сокол Ю. В. К вопросу исследования совместной работы строительных материалов в наружных ограждающих конструкциях в бывших доходных домах исторического центра Санкт-Петербурга // Вестник гражданских инженеров. – 2018. – № 3 (68). – С. 112–117.

4. Judina, A. (2020) Non-reagent methods for the activation of concrete mix raw components in the construction industry // Architecture and Engineering, 5 (1), pp. 30-35, DOI: 10.23968/2500-0055-2020-5-1-30-35.

5. Евтюков С. А., Тилинин Ю. И., Щербаков А. П. К вопросу автоматизации процессов монолитного домостроения с учетом исследования конструкционных сталей в строительной робототехнике // Вестник гражданских инженеров. – 2019. – № 3 (74). – С. 72–79.

6. Yudina A., Oganyan R. Technology of winter concreting of monolithic constructions with application of heating cable, Architecture and Engineering. 2017. Т. 2. № 2. pp. 43–48.

7. Гайдо А. Н. Технологии устройства ограждений котлованов в условиях городской застройки и акваторий / А. Н. Гайдо, В. В. Верстов, Я. В. Иванов. – СПб.: СПбГАСУ, 2014. – 368 с.

8. Гайдо А. Н., Верстов В. В. К вопросу определения технологических параметров производства свайных работ в стесненных условиях // Вестник гражданских инженеров. – 2017. – № 3 (62). – С. 84–94.

9. Юдина А. Ф., Пономарев М. Ю. Параметры определения оценки качества поверхности при «безотделочной» технологии возведения монолитных конструкций // Вестник гражданских инженеров. – 2018. – № 5 – С. 98–105.

10. Юдина А. Ф., Тилинин Ю. И. Выбор критериев сравнительной оценки технологий жилищного домостроения // «Architecture and Engineering» (ISSN: 2500-0055) 2019. № 1. СПб.: СПбГАСУ, 2019.

11. Юдина А. Ф., Пономарев М. Ю. Использование «облицовочного» бетона при возведении монолитных зданий // Строительство: новые технологии - новое оборудование. – 2017. – № 3. – С. 39–56.

12. Тилинин Ю. И. Технологии строительства жилых многоквартирных домов в Санкт-Петербурге // Тилинин Ю. И., Тилинин В. Ю. // Сборник статей по материалам межвузовской научно-практической конференции: Современные направления развития технологии, организации и экономики строительства. ВИ (ИТ) ВА МТО, – СПб.: Изд-во Политехнического университета, 2020. – С. 54–56.

УДК 69.07

*Полина Николаевна Печкова, студент
(Санкт-Петербургский государственный
архитектурно-строительный университет)
E-mail: polya-pechkova@mail.ru*

*Polina Nikolaevna Pechkova, student
(Saint Petersburg State University
of Architecture and Civil Engineering)
E-mail: polya-pechkova@mail.ru*

**РЕАЛИЗАЦИЯ МЕТОДА ОЦЕНКИ НЕСУЩЕЙ СПОСОБНОСТИ
СВАЙНЫХ ФУНДАМЕНТОВ С УЧЕТОМ СПОСОБОВ ИХ ВОЗВЕДЕНИЯ**

**IMPLEMENTATION OF THE METHOD FOR EVALUATION OF BEARING CAPACITY
OF PILE FOUNDATION DEPENDING ON THE METHOD OF ERECTING**

В данном исследовании описана методика оценки несущей способности свай на основе результатов статических испытаний грунтов с учетом технологии устройства свай. Показано, что существующие методики не отвечают требованиям современной практики развития технологий и не учитывают оказываемые ими воздействия на массив грунта. На основе проведенных исследований, автором был представлен алгоритм определения мероприятий по уточнению несущей способности, а также предложена практическая реализация способа с помощью нейронной сети.

Ключевые слова: свайный фундамент, несущая способность грунтов, технологические параметры, статические испытания грунтов сваями, нейронная сеть.

This study reveals a method for evaluation of bearing capacity of piles based on the results of soil static testing taking into account the method of erecting. According to the Russian practice of construction, such tests are obligatory and established in the current standards. On the basis of the studies, the algorithm of determination of bearing capacity measures clarification was provided, along with practical realization of the method by means of the neural network.

Keywords: pile foundation, bearing capacity, technological parameters, static testing of soils with piles, neural network.

Среди существующих методов определения несущей способности свайных фундаментов наиболее универсальным и достоверным являются испытания грунтов статической вдавливающей нагрузкой, выполняемые на предварительно погруженных сваях (рис. 1). Данный метод определения несущей способности не меняется уже много лет и не учитывает особенности грунтовых условий и воздействия на них технологических параметров [1].



Рис. 1. Испытания грунтов статической вдавливающей нагрузкой при помощи анкерных свай

На практике часто наблюдается ситуация, когда свая получила осадку, превышающую допустимую, но при этом максимальная нагрузка, предусмотренная испытанием, не достигнута. При этом прирост осадки на последней ступени нагрузки в несколько раз превышает прирост на предыдущей ступени [2, 3]. Описанное явление называют «провалом» свай.

НАГРУЖЕНИЕ :

Ступень нагружения		Время выдержки на ступени (мин.)	Осадка (мм)	
тонны	% от max.		с начала испытания	за ступень нагружения
0	0	0	0,00	0,00
12	10	60	0,53	0,53
24	20	60	1,90	1,37
36	30	60	4,56	2,66
48	40	60	8,45	3,89
60	50	90	16,80	8,35
72	60	3	41,80	25,00

РАЗГРУЗКА :

Ступень разгрузки		Время выдержки на ступени (мин.)	Обратное перемещение свай (мм)	
тонны	% от max.		с начала испытания	за ступень разгрузки
60	80	15	41,80	0,00
36	60	15	41,75	-0,05
12	40	15	40,20	-1,55
0	0	60	39,20	-1,00

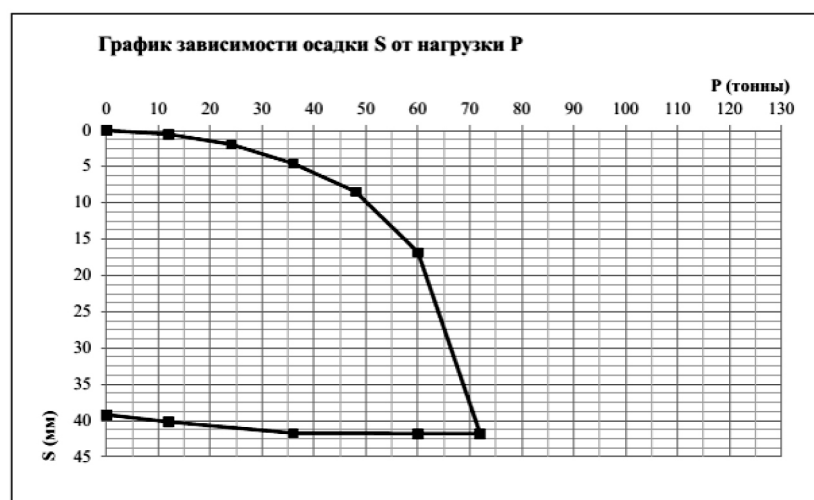


Рис. 2. «Провал» свай (достижение максимально допустимой осадки при переходе на ступень нагрузки равную 60 % от максимальной)

В данном случае приходится принимать меньшее значение несущей способности свай, чем то, что заложено в проекте. Следствием этого является необходимость уменьшения расчетных нагрузок, заглубления свай, увеличения их количества и т. п. Поэтому возникают дополнительные затраты на проектирование и затягивание сроков строительства. На рис. 2 представлен пример испытания свай, в ходе которого свая была недогружена, так как произошел ее «провал». Свая должна была испытываться до нагрузки 120 тонн, но набрала осадку больше допустимой 40 мм [4]. В результате на основании полученных данных был сделан вывод о несущей способности по грунту, равной 60 тонн (предыдущая ступень перед «провалом»).

Альтернативой существующей методике послужит способ, согласно которому уточнение несущей способности будет осуществляться посредством дополнительных мероприятий, выбор которых будет зависеть от технологических параметров устройства свай

и результатов статических испытаний грунтов. Данная методика позволит более рационально подходить к вопросу точности оценки несущей способности без значительного увеличения стоимости и продолжительности работ.

Разработку данного способа будем осуществлять для забивных свай, так как забивка является наиболее часто применяемой технологией устройства свай.

Для создания алгоритма необходимо произвести следующие мероприятия:

1) **Анализ исполнительной документации:** журналов погружения/ изготовления свай, листов авторского надзора характеристик геологических разрезов. Выделение технологических параметров устройства свай, сопоставление которых с получаемыми результатами испытаний даст возможность объективно оценить получаемые значения несущей способности свай.

2) Осуществить **априорное ранжирование** в виде объективной оценки технологических параметров, полученного в результате опроса специалистов из сферы строительства, специализирующихся на свайных фундаментах.

В результате анализа соответствующей документации были выделены следующие параметры, оказывающие влияние на качество их устройства забивных свай:

- время (сезон года) устройства свай;
- глубина погружения в несущий слой;
- конечный отказ;
- количество ударов;
- производительность работ – количество свай, погружаемых в смену;
- наличие стыков (цельная или составная свая);
- срок отдыха;
- отношение массы молота к массе сваи;
- тип молота – дизельный или гидравлический;
- конструкция торца сваи – тупой или острый;
- коэффициент соотношения расчетного к фактическому конечному отказу;
- наличие в пределах глубины погружения сваи слабых водонасыщенных грунтов;
- наличие в пределах глубины погружения сваи песчаных грунтов;
- наличие в пределах глубины погружения сваи слоев плотных грунтов.

Далее четверем специалистам будет предложено проранжировать приведенные выше параметры. Каждый специалист должен расположить параметры в определенной последовательности в зависимости от степени их влияния на анализ результатов статических испытаний грунтов сваями. В ходе обработки полученных результатов опроса для каждого параметра необходимо найти сумму рангов $\sum_{j=1}^m a_{ij}$, где m – число опрошенных специалистов; a_{ij} – ранг i -го параметра, присвоенный j -м исследователем [5]. Степень влияния показателя на исследуемую величину оценивается по величине суммы рангов: чем меньше сумма рангов параметра, тем большее влияние он оказывает на исследуемую величину. Таким образом будут выявлены технологические параметры, оказывающие наибольшее влияние на качество устройства свай.

3) **Анализ многолетнего опыта работ** в виде отчетов, содержащих графики зависимости значений нагрузки и осадки свай, на основании которых делают заключения о несущей способности забивных свай. Обширная база данных с результатами испыта-

ний, проведенных в г. Санкт-Петербурге, позволит установить зависимости между технологическими параметрами и факторами, влияющими на результаты статических испытаний (рис. 3).

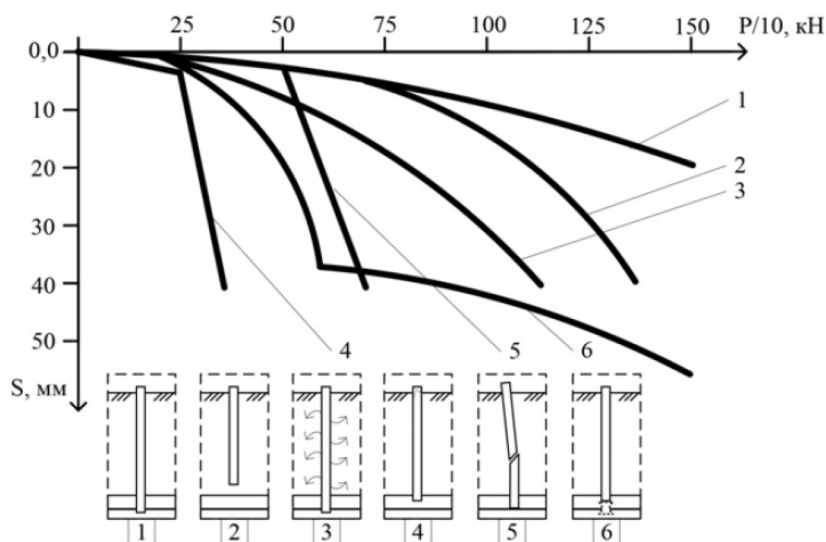


Рис.3. Графики, испытания сваи статическими нагрузками в зависимости от различных технологических факторов: 1–6 – соответственно для качественной сваи, при недостижении несущего слоя грунта и ненарушенной структуре грунта при разуплотнении межсвайного массива грунта в результате технологического воздействия, при разрушении оголовка сваи, при разрушении тела (нарушении сплошности) сваи, выпоре элемента из грунта (наличии бурового шлама под пятой).
 P – статическая вдавливающая нагрузка, s – осадка сваи.

На основе опыта практической работы определены следующие технологические факторы, приводящие к снижению качества свайных работ:

- разрушение элемента при погружении;
- выпор элемента из грунта;
- недостаточное заглубление элемента в несущий слой;
- снижение сопротивления сил бокового и лобового трения по грунту, вызванное изменением НДС массива грунта при производстве работ.

1) Определение перечня уточняющих мероприятий в соответствии с определенными технологическими факторами.

Возможно проведение следующих мероприятий для уточнения несущей способности:

- проверка сплошности ствола свай неразрушающим методом;
- дополнительные изыскания (статическое зондирование);
- повторное испытание свай с увеличением срока отдыха;
- погружение дублирующего элемента с проведением статического испытания;
- то же с изменением опорного слоя и контролем технологических параметров погружения свай;
- визуальный контроль дефекта элемента с откопкой ствола сваи;
- допогружение испытываемой сваи с контролем технологических параметров.

В результате мы получим алгоритм, состоящий из:

1) Нахождения в исполнительной документации значения технологических параметров, оказывающих наибольшее влияние на качество забивных свай.

2) Установления технологических факторов в соответствии с показателями и результатами статических испытаний.

3) Назначения на основе проведенного анализа дополнительных мероприятий для уточнения несущей способности.

Дальнейшую разработку алгоритма уточнения качества устройства свай планируется осуществлять в виде создания нейронной сети с помощью языка программирования Python. Нейронная сеть позволит определить технологический фактор и соответствующий ему подходящий способ уточнения несущей способности, автоматически анализируя входную информацию.

Обучение нейронной сети анализу результатов статических испытаний грунтов и технологических показателей способа производства работ будем производить с помощью тренировочных данных, полученных в ходе исследования и анализа исполнительной документации. Результаты будут получаться в виде параметров устройства свай и мероприятий, рекомендуемых для корректировки значения несущей способности.

Используемая для создания нейронной сети функция – сглаженная S-образная сигмоида, представленная формулой [6]:

$$y = \frac{1}{1 + e^{-x}}. \quad (4)$$

Первый слой узлов – входной, и его единственное назначение – представлять входные сигналы. Таким образом, во входных узлах функция активации к входным сигналам не применяется. Первый слой нейронных сетей является всего лишь входным слоем, представляющим входные сигналы и на котором не производятся никакие вычисления. Далее уже на втором слое потребуются определить входной сигнал для каждого узла в этом слое. В сигмоидальной функции активации x – комбинированный сигнал на входе узла. Данная комбинация образуется из необработанных выходных сигналов связанных узлов предыдущего слоя, сглаженных весовыми коэффициентами связей. Весовые коэффициенты в нашем случае будут представлять собой ранги показателей, определенных ранее. На приведенной ниже диаграмме указано сглаживание поступающих сигналов за счет применения весовых коэффициентов связей.

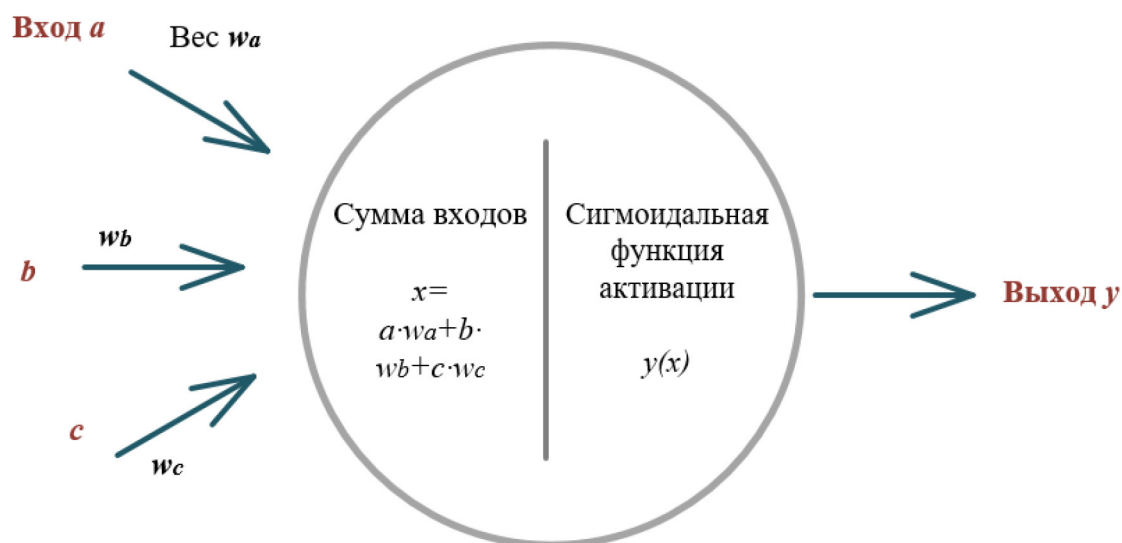


Рис. 4. Схема работы нейронной сети

В результате данной инициализации и тренировочных операций мы получим нейронную сеть, которой будем задавать входные сигналы в виде показателей устройства свай и результатов статических испытаний и получать на выходе данные о качестве устройства и рекомендации по уточнению несущей способности.

Литература

1. Гайдо А. Н. Оценка несущей способности свай в зависимости от значений технологических параметров их устройства или изготовления / А. Н. Гайдо // Геотехника. – 2016. – № 6. С. 42–52.
2. Гайдо А. Н., Левинтов Г. В. Анализ результатов определения несущей способности грунтов // Вестник гражданских инженеров. 2013. № 2 (37). С. 117–124.
3. Гайдо А. Н., Левинтов Г. В. Анализ результатов определения несущей способности грунтов, полученных при их статических испытаниях сваями с выпором // Геотехника. 2013. № 3. С. 4–14.
4. ГОСТ 5686-2020. Грунты. Методы полевых испытаний сваями. Введен 2021-01-01. – М.: ФГУП «Стандартинформ», 2020. 52 с.
5. Априорное ранжирование факторов. Методические указания к лабораторной работе для студентов специальности 110400 «Литейное производство черных и цветных металлов»/ Сост. А. В. Щекин – Хабаровск: Издво Хабар.гос.техн.ун- та, 2004.– 12 с.
6. Рашид, Тарик. Создаем нейронную сеть. : Пер. с англ. – СПб. : ООО «Альфа-книга», 2017. – 272 с.

УДК 699.82

Юлия Юрьевна Рыкова, студент
(Санкт-Петербургский государственный
архитектурно-строительный университет)
E-mail: juliarykova04@yandex.ru

Yulia Yurievna Rykova, student
(Saint Petersburg State University
of Architecture and Civil Engineering)
E-mail: juliarykova04@yandex.ru

ГИДРОИЗОЛЯЦИЯ ДЕФОРМАЦИОННЫХ И РАБОЧИХ ШВОВ В МОНОЛИТНЫХ КОНСТРУКЦИЯХ ПОДЗЕМНЫХ СООРУЖЕНИЙ

WATERPROOFING OF MOVEMENT AND COLD JOINTS IN MONOLITHIC UNDERGROUND CONSTRUCTIONS

В данном исследовании поставлена проблема протечек подземных частей здания. Рассмотрены понятия деформационный и рабочий швы, методы их гидроизоляции. Оптимальным методом гидроизоляции швов подземных конструкций выбрана гидротехническая шпонка, рассмотрена технология устройства шпонки, выявлены особенности ее устройства, установлена классификация по различным параметрам.

Ключевые слова: деформационный шов, рабочий шов, гидроизоляция, монолитные конструкции, гидротехническая шпонка, герметизация швов, герметики, бентонитовые маты, гидроизоляционные ленты.

In this study reveals the problem of leaks in the underground parts of the building is posed. The concepts of movement and cold joints, methods of their waterproofing are considered. The optimal method for waterproofing the joints of underground constructions is a waterstop, the technology of the waterstop is considered, the features of its device are revealed, and a classification is established according to various parameters.

Keywords: movement joint, expansion joint, waterproofing, monolithic construction, waterstop, joint sealing, sealants, bentonite mats, waterproofing tapes.

На сегодняшний день освоение подземного пространства также актуально, как и освоение надземного. Возводятся такие подземные объекты как: парковки, подвалы, нижние этажи торговых комплексов, сооружения транспортного назначения. В этих частях здания могут размещаться инженерные системы, водопроводные и канализационные сети. Мы получаем экономию надземного пространства, освобождаются площади для жилых и общественных зданий, не нарушается сформированная структура городской застройки (например, в исторических центрах городов).

Подземные конструкции зданий и сооружений в процессе эксплуатации подвергаются воздействию грунтовых вод. Присутствует проблема периодического затопления подземных частей зданий, появление протечек, что может привести к таким последствиям как: уменьшение срока эксплуатации сооружения, образование коррозии арматуры, дополнительные ремонтные работы по отделке помещений, конструкций, защитных покрытий. При возведении монолитных конструкций имеется необходимость в деформационных и рабочих швах. Данные швы нуждаются в качественной герметизации и гидроизоляции, для повышения качества конструкции, ее надежности и долговечности. На данный момент существует большое количество способов гидроизоляции подземных сооружений, зачастую применяется целый комплекс мероприятий. В данной статье рассматриваются методы гидроизоляции деформационных и рабочих швов монолитных конструкций.

Обратимся к понятиям деформационный и рабочий швы. **Деформационный шов** в строительной конструкции – строительный шов, устраиваемый в местах возможных деформаций, возникающих при колебании температуры воздуха, сейсмических явлениях, неравномерной осадке грунта и других воздействиях, способных вызвать опасные собственные нагрузки, которые снижают несущую способность конструкций [1]. Простыми словами, деформационный шов – это сформированный зазор между элементами конструкции (обычно двумя). Его главная задача – компенсация напряжений, перераспределение нагрузки в местах возможных деформаций. В зависимости от назначения деформационные швы делятся на:

- **Осадочные швы** – это деформационные швы в стенах, перекрытиях, фундаменте. Предотвращают сдвиговые напряжения от осадок (при неравномерном давлении в разных точках здания создается нагрузка на конструкции фундамента). Применяются при строительстве объектов разной этажности.

- **Температурные швы** – такие деформационные швы компенсируют напряжения от температурных перепадов. Необходимы даже в регионах с умеренным климатом.

- **Антисейсмические швы** – применяются в зданиях, находящихся в районах, подверженных землетрясениям, цунами и другим природным катаклизмам, а также при строительстве на слабых грунтах.

- **Усадочные швы** препятствуют появлению трещин в бетонных стенах и полах в процессе их усадки во время твердения. Ширина усадочных швов увеличивается и по окончании усадки швы должны быть наглухо заделаны.

По возможности, швы могут совмещаться – например, температурно-осадочные швы.

По величине зазора подразделяются на:

- Узкие (до 30 мм)
- Средние (до 60 мм)
- Широкие (более 60 мм)

Рабочий шов бетонирования – строительный шов, предусмотренный проектом производства работ в конструктивном элементе в месте контакта бетонов разного возраста без разрыва рабочей арматуры [1]. Также рабочий шов бетонирования могут называть «холодным», неподвижным швом.

При устройстве любого шва необходима его герметизация. Наличие герметизации предотвращает проникновение воды и других агрессивных сред через швы внутрь конструкции. Влага может проникнуть в поры и мельчайшие трещины бетона, расширяться при замерзании и воздействовать на конструкцию. Поверхностные воды могут быть насыщены агрессивными химическими соединениями, при длительном контакте с ними бетон теряет прочность. Не редкостью является и появление коррозии. Также нельзя забывать и о развитии грибов, плесени.

Обычно протечки в конструкциях появляются ввиду проникновения воды через рабочие швы, деформационные швы, пропуски коммуникаций. Стоит понимать, что гидроизоляция сооружения – это определенная система, комплекс мер. Нельзя ограничиться одним методом гидроизоляции, необходим системный подход к ее реализации. Существуют данные методы гидроизоляции швов:

- герметики

- ленты
- бентонитовые маты
- гидротехнические шпонки

К герметикам относятся: мастики, термопласты (горячего отверждения – битумы, холодного отверждения – резино-битумы), терморектопласты, силиконы. Данные материалы (если используются как самостоятельный элемент) могут выполнять свои функции только в швах с небольшим зазором (до 25 мм) и с небольшими последующими деформациями. Условия окружающей среды также являются ограничивающим фактором в подборе герметиков. Герметик должен представлять собой непроницаемый материал, изменять форму и размер с целью восприятия деформации в шве, восстанавливать исходные свойства, обладать сцеплением с бетонной поверхностью, а также не допускать отслаивания, не допускать хрупкость при низкой температуре эксплуатации. Требований достаточно много для такого элемента, поэтому рассматривать применение данного материала нужно под каждый конкретный случай. В качестве вспомогательного материала к герметикам может использоваться праймер (грунтовка) – связующий состав между герметиком и материалом конструкции, когда есть необходимость совмещения материалов с различными свойствами поверхностей. Из явных минусов – не могут в полной мере воспринимать деформативные изменения в конструкции. Данный элемент может использоваться совместно с гидротехнической шпонкой в качестве клеевого состава полости шва.

Гидроизоляционные ленты – монтируются с наружной стороны шва, вдоль зазора с помощью клеевых составов. Изготавливаются из неопренового каучука, материалов на основе EPDM, ПВХ. Фиксируются после полного завершения конструкции.

Бентонитовые маты – это двухслойные синтетические маты с наполнением из высокоактивной глины – бентонита. Маты укладывают по изолируемой поверхности и прижимают грунтом или другой конструкцией. При намокании бентонит набухает, образуя непроницаемую для воды преграду [3]. Просты в укладке. Могут использоваться совместно с другими видами гидроизоляции. Например, со шпонками (рис. 1) [5].

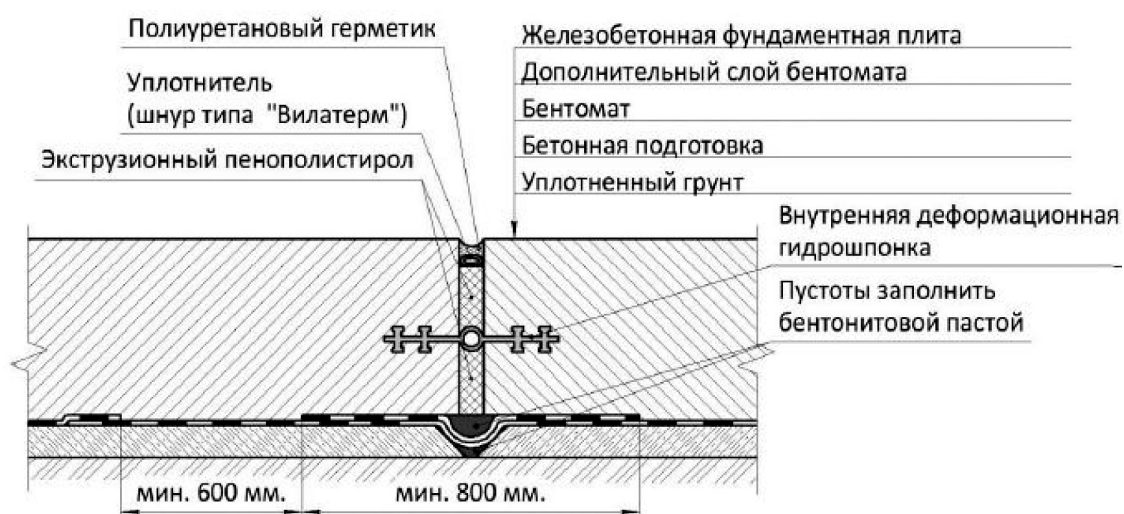


Рис. 1. Схема устройства деформационного шва с помощью бентонитового мата и гидротехнической шпонки

На данный момент самым действенным методом защиты от воды и компенсации напряжений является **Гидротехническая шпонка** – изделие в виде линейного профиля, предназначенное для герметизации мест сопряжения железобетонных конструктивных элементов подземных и заглубленных сооружений (рис. 2). Гидрошпонка предназначена также для возможности части конструкции перемещаться независимо от другой части, без возникновения напряжений (рис. 3). Подробнее рассмотрим данный элемент.

Гидротехнические шпонки изготавливаются преимущественно из пластифицированного поливинилхлорида (**ПВХ-П**). Это самый распространенный материал. Из плюсов: легкость монтажа, большая конфигурация типоразмеров. Соединения шпонок выполняются методом сварки. Из минусов: ограниченный температурный диапазон (до $-15\text{ }^{\circ}\text{C}$). Возможны и другие дополнительные конфигурации материалов – это резиновые смеси на основе этиленпропиленового каучука (**EPDM-резина**). Отличие от ПВХ-П шпонок резина EPDM не пластифицируется, имеют широкий температурный диапазон (до $-50\text{ }^{\circ}\text{C}$), а также высокую устойчивость к износу, агрессивным средам, сохраняют эластичность при отрицательной температуре. Но следует учесть особенность: резиновые шпонки требуют соединения методом вулканизации.

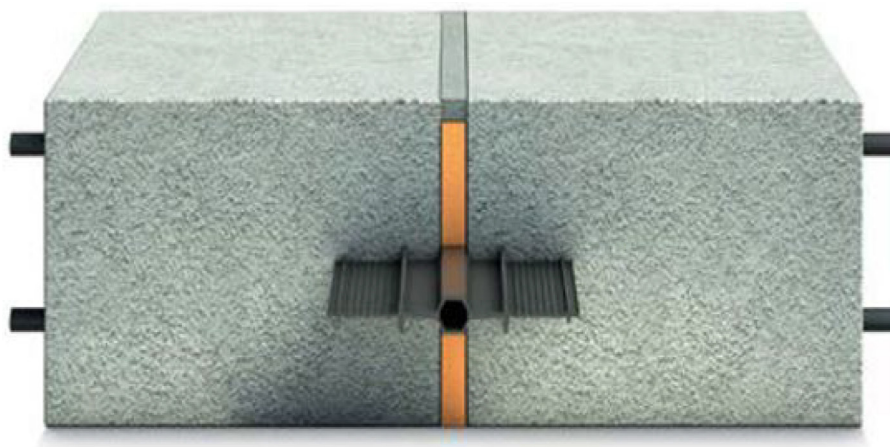


Рис. 2. Внутренняя гидротехническая шпонка для деформационных швов в теле бетонной плиты

СЖАТИЕ	РАСТЯЖЕНИЕ
СДВИГ ПОПЕРЕЧНЫЙ	СДВИГ ПРОДОЛЬНЫЙ

Рис. 3. Принцип действия гидротехнической шпонки при возникновении напряжений

Выбор материала и профиль сечения шпонки определяется следующими факторами:

- предполагаемой нагрузкой – величиной давления воды, направление воды

- суммарными деформациями (ожидаемые горизонтальные изменения ширины шва, ожидаемые вертикальные сдвиги)

- ширина шва, длина шва, высота профиля
- примыкающее покрытие
- агрессивные среды
- температурно-влажностный режим
- вид шва (деформационный/рабочий)

На основе анализа технологических регламентов производителей шпонок была выявлена классификация:

- **По назначению шва**

- Деформационный шов
- Рабочий шов

- **По материалу**

- ПВХ
- Резина

- **По месту расположения шпонки**

- Центрального заложения
- Внутренние (тип «плита-стена»)
- Внешние (расположены снаружи конструкции)
- Угловые (для внешних и внутренних углов)
- Завершающие (только для деформационных швов)
- Уплотнительные профили
- Специальные: прижимные для соединения старой и новой конструкции и «таракан» для устройства проходов в инженерные коммуникации

- **По форме**

Технология установки шпонок, следующая:

Шпонку необходимо подготовить, очистить от загрязнений, далее установить шпонку в арматурном каркасе и опалубке в соответствии с проектом. Далее одна из частей конструкции бетонируется, опалубка снимается и проводится визуальный осмотр. После этого мы приступаем к подготовке смежной части конструкции к бетонированию. Вторая часть шпонки очищается скребком или водой под давлением 0,6–1,0 Мпа (в зимнее время – парогенератором), после, насухо вытирается. В полость шва устанавливается и закрепляется наполнитель, далее устанавливается опалубка и производится бетонирование с последующим через некоторое время снятие опалубки и визуальный осмотр.

Также необходимо учесть ряд особенностей:

- работы по установке шпонок выполняет квалифицированная бригада специалистов;
- при отрицательной температуре необходимо выдержать шпонки в теплом помещении при температуре не ниже плюс 5 °С не менее 12 часов до начала выполнения работ по их установке;

- при выполнении работ температура воздуха также не должна быть ниже плюс 5 °С, при дожде и снеге работы по выполнению стыковых соединений проводить только под навесом;

- зазор между шпонкой любого типа и ближайшим арматурным стержнем не менее 20 мм;

- в качестве заполнителя полости шва использовать пенополистирол, пенопласт или аналоги. Заполнитель полости шва крепить клеевым составом;
- применяемый клеевой состав должен иметь хорошую адгезию к склеиваемым материалам. В качестве клеевого состава используют: герметики, мастики, клеи холодного применения на полиуретановой, бутилкаучуковой, полисульфидной, эпоксидной основе;
- необходима чистота поверхности шпонки, во избежание образования полостей и пустот;
- формообразующие поверхности опалубки должны быть смазаны. Перед установкой щитов удалить подтеки смазки и не допустить попадание на поверхность шпонки;
- предусмотреть защитные козырьки для того, чтобы при бетонировании конструкции бетонная смесь не попала на шпонку;
- гидрошпонки центрального заложения в горизонтальной плите устанавливать «V-образно» под углом 15° вверх;

Выводы и заключение:

1. Гидротехническая шпонка является самым оптимальным методом гидроизоляции благодаря следующим преимуществам:

- широкая номенклатура размеров, типов, видов, форм шпонок под различные потребности и цели;
- вероятность разрыва шпонки – минимальна;
- выдерживает большие нагрузки от давления воды;
- материал изделия стоек к химическим и физическим воздействиям, влаге, эластичен, устойчив к старению;
- не требуют обслуживания при эксплуатации;
- является частью конструкции.

2. Недостатки гидротехнических шпонок:

- для установки шпонок требуется персонал, имеющий соответствующую квалификацию, чтобы не допускать ошибок в технологии установки;
- зависимость от сопутствующих внешних факторов: гидрошпонка должна быть чистой, наличие мусора, масла, других загрязнений приведет к неплотному прилеганию бетонной смеси и образованию пустот;
- усложнение производства работ при неблагоприятных погодных условиях (дождь, снег – необходимость в навесе), а также подогрев зоны проведения работ при температуре ниже плюс 5 °С;

3. Также стоит обратить внимание на рабочие («холодные») швы. Они более сильно подвержены раскрытию трещин в сопряжениях конструкций.

4. Определено, что гидротехническая шпонка будет действовать в совокупности с другими методами гидроизоляции. Шпонки препятствуют прямому прохождению воды через зазор, но они не могут защитить конструкцию в «обход» шпонки – в порах, капиллярах, трещинах. Для решения данной проблемы существуют вспомогательные методы гидроизоляции. Это можно назвать гидроизоляционной системой – совокупность элементов, направленных на защиту сооружения от воздействия воды и влаги.

5. Информация о гидротехнических шпонках мало освещена в научной литературе.

6. Проблема протечек на сегодняшний момент все же дает о себе знать, необходимо найти «слабые» места в конструктивных элементах и предложить метод решения.

Литература

1. СТО НОСТРОЙ 2.7.156-2014 Конструкции бетонные и железобетонные. Устройство водонепроницаемых конструкций. Правила, контроль выполнения и требования к результатам работ.
2. ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ РЕГЛАМЕНТ на установку гидроизоляционных шпонок АКВАСТОП при устройстве и восстановлении гидроизоляции деформационных и технологических швов бетонирования в железобетонных конструкциях подземных и заглубленных сооружений - ТР 186-07 – Москва – 2008.
3. Фадеев А. Б. Гидроизоляция подземных частей зданий и сооружений: учебное пособие для студентов строительных специальностей / СПб. гос. архит.-строит. ун-т. – СПб., 2007. – 53 с.
4. Шилин А. А., Зайцев М. В., И. А. Золотарев, О. Б. Ляпидевская. Гидроизоляция подземных и заглубленных сооружений при строительстве и ремонте: Учеб. Пособие. – Тверь, издательство «Русская торговая марка», 2003. 399 с.
5. ТИПОВОЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ РЕГЛАМЕНТ по применению бентонитовых матов «PROPLATE Hydrobip» для устройства антифильтрационной гидроизоляции строительных конструкций. ООО «Стальпротект», г. Москва – 2017 г.

Антон Юрьевич Сазонов, магистрант
(Санкт-Петербургский государственный
архитектурно-строительный университет)
E-mail: s.anton@inbox.ru

Anton Yuryevich Sazonov, undergraduate
(Saint Petersburg State University
of Architecture and Civil Engineering)
E-mail: s.anton@inbox.ru

ПРОБЛЕМЫ КИРПИЧНЫХ ФАСАДОВ ИСТОРИЧЕСКОЙ ЧАСТИ САНКТ-ПЕТЕРБУРГА

PROBLEMS OF BRICK FACADES IN THE HISTORICAL PART OF ST. PETERSBURG

Сохранение архитектурного наследия Санкт-Петербурга требует современных методов ремонтно-восстановительных работ кирпичных стен, фасадов. В статье проанализированы основные проблемы исторической кирпичной кладки. Рассмотрены основные дефекты, причины их возникновения и способы устранения, а также технологическая последовательность выполнения работ.

Ключевые слова: кирпичные здания, раствор, вычинка, обследование фасадов, дефекты кирпичной кладки, способы их устранения.

Preservation of the architectural heritage of St. Petersburg requires modern methods of repair and restoration of brick walls and facades. The main problems and the technological sequence of the work are considered.

Keywords: brick buildings, mortar, scraping, facade inspection, brickwork defects, ways to eliminate them.

Большая часть города в основном была построена из кирпича и раствора. Правильно построенные каменные здания не нуждаются в ремонте или обслуживании, но, поскольку эти дома стареют, очевидно, что потребуются ремонт. И в этом заключается проблема. На первый взгляд все довольно просто. Выньте старый материал и вставьте что-нибудь новое или нанесите новый материал на старый. Проблемы исходят из «материала». Большинство людей не осознают этого, но материалы для каменной кладки, которые мы используем в современном строительстве, полностью отличаются (например, на молекулярном уровне) от материалов, из которых были построены наши «каменные» дома десятилетия назад. И во многих случаях новые «вещи» не так хороши, как старые [1].

Изготовлен исторический кирпич из глины с высоким содержанием органических веществ и обожжен в угольных печах. Этот кирпич очень прочный. Кроме того, он более мягкий и впитывающий, чем большинство современных кирпичей. Это заставляет кирпич расширяться и сжиматься при атмосферных изменениях и изменениях влажности. Кроме того, он очень «дышащий», что позволяет ему высыхать, как правило, холодными зимами. Из-за этих характеристик необходимо было использовать более мягкий строительный раствор с аналогичными характеристиками. Раствор должен расширяться и сжиматься вместе с кирпичом и обеспечивать воздухопроницаемость. Похоже, новое поколение каменщиков утратило смысл и смысл использования строительного раствора. Раствор не является клеем. Он не скрепляет кирпичи. Строительный раствор – это наполнитель, он заполняет пустоты между различными каменными блоками. Раствор растрескивается так, что кирпич остается целым. Отремонтировать и заменить раствор намного проще, чем заменить кирпич. Раствор, который использовался в первоначальной конструкции, был основан на извести, известковом растворе или смеси, называемой известковой замазкой. Известковые растворы имеют тенденцию к медленному отвержде-

нию (затвердеванию) и, в итоге, превращаются в известняк, который очень прочен. Это было идеальное совпадение. Раствор с высоким содержанием извести имеет несколько характеристик, которые полностью отличаются от современных растворов на основе портландцемента с добавками. Когда вода проходит через известковый раствор, часть извести растворяется (вплоть до молекулярного уровня) и частично растворяясь перемещается вместе с водой. Это позволяет раствору повторно заполнять небольшие трещины, возникающие из-за нормальной осадки. Это называется аутогенным исцелением и известно еще со времен древних греков. Известковый раствор будет расширяться и сжиматься, чтобы учесть движение, вызванное атмосферными изменениями и изменениями влажности. Известковые растворы твердеют за счет карбонизации, от контакта с углекислым газом в воздухе, а не за счет гидратации, как это делают современные растворы портландцемента. Он также был совместим с влагопроницаемостью кирпичей, поэтому вода поглощалась и испарялась одинаково из обоих материалов. Старая кладка (из цельного камня) также будет поглощать некоторое количество влаги, но сама масса стены ограничит количество влаги и глубину проникновения, и влага будет испаряться обратно из стены с атмосферными изменениями [2].

В 40-х годах начали стали применять портландцементные растворы. Они твердые, хрупкие и влагостойкие, но их гораздо проще использовать. Когда новый портландцементный раствор укладывается поверх старого исходного раствора извести, водостойкий раствор удерживает воду в стене. Когда зимой стены замерзают и оттаивают, задержанная вода расширяется, а стены трескаются и разваливаются. Владельцы зданий видят, что происходит ухудшение, и ошибочно думают, что им нужно добавлять все больше и больше портландцемента, чтобы не допустить проникновения воды. На самом деле они запечатывают воду. Дополнительный ремонт с использованием современных растворов ускоряет разрушение стены, так как каждое новое нанесение уплотняет стену все плотнее и плотнее. Конечный результат – поврежденная кладка [3].

Добавление в раствор песка не прибавит прочности, а только сделает растворную смесь более водопроницаемой. Это позволяет удерживать больше воды в кирпиче здания. Наиболее частым результатом неправильного нанесения раствора является то, что тонкий слой трещин частичного раствора отваливается в течение нескольких лет. В тех областях, где новый раствор уходит достаточно глубоко, чтобы оставаться на месте, влага имеет тенденцию задерживаться как в стыках раствора, так и на краевых поверхностях кирпича. Разные слои или строительный раствор под поврежденным участком приводят к ухудшению свойств влажного кирпича из-за расширения, которое происходит при замерзании. Это называется растрескиванием. Целые поверхности кирпича могут буквально начать постепенно отслаиваться. Во многих случаях захваченная влага приводит к тому, что целые части кирпича выпирают из здания из-за циклов замораживания / оттаивания. При этом возникает существенное повреждение кладки, а иногда и разрушение конструкции [4].

Еще одной проблемой старых кирпичных фасадов являются стальные перемычки над окнами и дверьми. В современных кирпичных и каменных зданиях над этими перемычками устанавливают гидроизоляцию, а в более старых – нет. С годами влага проникает в стену, где она разрушает сталь, вызывая ржавчину и расслаивание. Когда сталь

расслаивается, она очень медленно отслаивается и расширяется. Расширяющаяся сталь заставляет кирпичи вокруг окон вздуться, а декоративная каменная кладка трескается. Самый распространенный (и ошибочный) ремонт – это заделка или затирка швов между перемычками и кладкой и герметизация перемычек, что, по мнению неопытного ремонтника, будет препятствовать попаданию воды в стену. На самом деле происходит то, что вода задерживается в стене, и перемычки изнашиваются быстрее. Когда устанавливаются новые окна, обычно оборачивают оконную раму и стальные перемычки алюминиевой облицовкой. Цель состоит в том, чтобы защитить оконную раму и стальные перемычки, но обшивка фактически удерживает воду в стене, что ускоряет разрушение перемычки.

Неправильные методы ремонта настолько укоренились в строительной отрасли, что стало стандартной практикой наносить новые растворы поверх старых до тех пор, пока не появится выпуклый стык раствора вместо красиво нанесенного вогнутого стыка. Из всего этого можно извлечь пару уроков. Если мы не будем злоупотреблять нашими зданиями, применяя неправильные принципы, материалы и методы, они прослужат долго.

Также необходимо понимать, что существуют большие различия в растворе, и использование неправильного раствора только повредит здание. С точки зрения долговечности, стены, как открытая система, находятся в контакте с другими смежными конструкциями, которые участвуют в динамике общего поведения. Даже когда любое проникновение может быть успешно устранено, контакт с землей или соседними стенами обеспечивает источники влаги за счет капиллярности. Практически все кирпичные стены содержат растворимые соли. Они могут присутствовать в виде высолов, которые образуют кристаллы различной формы и расположены на поверхности, например, в виде пятен, и в виде растворенных веществ в водных растворах на стенах и внутри них. Основными известными солями, образующимися в стенках, являются карбонаты, сульфаты, хлориды, нитраты, оксалаты и натрий, калий, кальций, магний и аммиак. Различные виды солей, значительно различаются в зависимости от присутствующих материалов, но поэтому тип обнаруженной соли может очень часто указывать на их происхождение. И штукатурка, и окрасочный слой стен обычно представляют собой открытые структуры с высокой пористостью (их поры легко соединяются между собой). Это означает, что существует большая поверхность, подверженная воздействию агентов разложения, и есть легкая проницаемость для жидкостей, контактирующих с ней, как жидкостей (растворы солей, разбавленных в стенке), так и газов в виде атмосферных загрязнителей и водяного пара). В кладке требуется, чтобы химическая совместимость между заменяющим раствором и старым раствором, физическая совместимость в отношении процесса растворимости солей и воды, а также структурная совместимость, где сопротивление нового раствора должно быть аналогичным исторической кладке во избежание повреждений при использовании растворов с портландцементом.

Необходимость совместимости строительных растворов привела к разработке специальных продуктов, позволяющих избежать повреждения химическими реакциями [5].

Большое количество исторических построек не отвечает требованиям безопасности, потому что сегодняшние требования более строгие, чем во время строительства. Чтобы вывести эти исторические здания на уровень стандартов безопасности сегодня,

необходимо адаптировать их конструкцию. Однако историческая ценность может быть потеряна из-за вмешательства, поэтому необходимы новые подходы для достижения достаточной безопасности. Существуют традиционные и инновационные методы ремонта. Некоторые из методов, которые широко используются в кирпичных конструкциях, включают установку горизонтальных анкерных стержней; установку анкеров между элементами конструкции; добавление новых стен, контрфорсов и усиление фундаментов, замена слабого раствора в швах существующей кладки (перетяжка), ремонт трещин, обшивка стен железобетоном, инъекции раствора каменной кладки стен, инъекции цементной или эпоксидных смол в трещины, вставка железобетонных «кольцевых» блоков или рам и железобетонных плит. У каждого из этих методов есть свои преимущества и недостатки. Некоторые инновационные методы включают укрепление кирпичной кладки с креплением армированной ткани к поверхности, восстановление каменной кладки с подходящей цементной заливкой, вставка поперечного соединения в каменные стены, установка сейсмической изоляции для отдельных объектов и установка устройств рассеивания энергии.

Восстановление старых кирпичных зданий следует рассматривать в качестве государственной политики, чтобы сохранить те немногие здания, которые останутся на будущее. Нам повезло с уникальной архитектурой и строительными материалами в этом городе. Если мы хотим, чтобы наши здания из кирпича продолжали свое существование, мы должны учиться работать с ними. Если мы этого не сделаем, мы можем ожидать, что наши дома быстро развалятся, и на ремонт возникнут чрезмерные расходы. Всегда дешевле делать все правильно с первого раза.

Литература

1. Тришина А. Д. Совершенствование организационно-технологических решений в проектировании конструкций из кирпича с учетом теплотехнических особенностей // Сб. статей магистрантов и аспирантов. Серия «Строительство». Вып. 2. Т. 1. СПбГАСУ. СПб. 2019. С. 263–270.
2. Юдина А. Ф. Реконструкция и техническая реставрация зданий и сооружений. Учеб. пособие 2-е изд. / Москва. Издательский двор. 2012. 315 с.
3. Серова А. С. Совершенствование организации строительных работ на объектах культурного наследия // Сб. статей магистрантов и аспирантов. Серия «Строительство». Вып. 2. Т.1. СПбГАСУ. СПб. 2019. С. 246–252.
4. Колесник А. С. Магистерская диссертация Разработка организационно-экономической модели сохранения объекта культурного наследия, на примере учебного корпуса НИУ–ВШЭ в г. Санкт-Петербурге, СПбГАСУ, СПб, 2018.
5. Современные технологии усиления деревянных стропил в доходных домах исторической части Санкт-Петербурга / В. В. Латута, В. З. Величкин, Д. А. Животов, Ю. И. Тилинин // Вестник гражданских инженеров. – 2019. – № 5 (76). – С. 125–131.

УДК 692.231.2

Кирилл Павлович Силиванов, студент
(Санкт-Петербургский государственный
архитектурно-строительный университет)
E-mail: 79817572107@ya.ru

Kirill Pavlovich Silivanov, student
(Saint-Petersburg State University
of Architecture and Civil Engineering)
E-mail: 79817572107@ya.ru

ОСОБЕННОСТИ ТЕХНОЛОГИИ НАДСТРОЙКИ ЭТАЖЕЙ ПРИ РЕКОНСТРУКЦИИ ЖИЛЫХ ЗДАНИЙ

FEATURES OF THE TECHNOLOGY FOR ADDING STOREYS IN THE RENOVATION OF RESIDENTIAL BUILDINGS

В статье рассматриваются организационно-технологические особенности производства строительного-монтажных работ по надстройке этажей на существующие конструкции при реконструкции жилых зданий, обеспечивающие соблюдение требований по охране труда, сокращение сроков производства работ, снижение трудозатрат, экономию ресурсов и повышение качества готовых конструкций. В результате работы были выявлены, структурированы, обобщены и описаны особенности технологии, требующие обязательного выполнения и соблюдения специальных мероприятий при проведении реконструкции жилого фонда с надстройкой.

Ключевые слова: реконструкция с надстройкой этажей, особенности технологии надстройки, надстройка этажей, мансарда, технические решения.

The article deals with the organizational and technological features of the production of construction and erection works on the superstructure of floors on the existing structures during the reconstruction of residential buildings, ensuring compliance with the requirements of occupational safety, reducing the terms of works, reducing labor costs, saving resources and improving the quality of the finished structures. As a result of the work, the features of technology that require mandatory performance and compliance with special measures during the reconstruction of residential buildings with superstructure were identified, structured, summarized and described.

Keywords: reconstruction with storey extension, features of extension technology, mansard, superstructure of floors, attic, technical solutions.

Необходимость решения проблемы реконструкции жилого фонда, как исторической застройки, так и жилых домов первых массовых серий, с каждым днем приобретает все большую актуальность. Застройка прошлых столетий, зачастую представляющая собой на сегодняшний день архитектурную, историческую и в целом градостроительную ценность, очевидно, перестала соответствовать нынешним требованиям по комфорту, безопасности и энергоэффективности, несмотря на достаточный, а порой и избыточный запас прочности, что подтверждают обследования проведенные Санкт-Петербургским центром «Строительство» Российской инженерной академии, который пришел к заключению, что в соответствии с критериями ВСН 53-86(р), капитальные конструкции зданий далеко не исчерпали свой физический ресурс, а в случае серий ОД-6, 1-335А, Г-ИЗ, 1лг-507 и вовсе имеется существенный запас прочности несущих элементов [1], становится очевидно, что все большему количеству зданий в России требуется не только восстановить их проектные эксплуатационные и технические характеристики, но и привести их в соответствие с актуальными нормативными требованиями и стандартами. Наиболее экономически и социально разумным решением данной проблемы является реновация

жилых кварталов путем реконструкции домов и обновлением благоустройства прилегающих территорий с созданием новых точек притяжения, данная методология оказывает положительный эффект обновления «лица» города и снимает социальную напряженность, в отличие от подхода при котором реновация представлена сносом существующих зданий и строительством новых с чрезмерным увеличением плотности населения и вытекающими из этого негативными последствиями в виде перегруженных инфраструктурных объектов и социальных учреждений. Невозможно переоценить положительный эффект, достигнуть которого возможно с помощью последовательного обновления жилого фонда путем реконструкции.

Текущая организационно-правовая форма проведения капитального ремонта и реконструкции, не позволяет своевременно и массово восстановить жилой фонд, в случае Петербурга, речь идет об зданиях исторического центра города, а также о фонде массовых серий – сегмент домостроения города, представленный обширно и широко, но практически повсеместно требующий ликвидации морального и физического износа. Современным и актуальным будет для реконструкции привлечь инвестиционные средства, сделать это позволит реконструкция с надстройкой этажей (рис. 1) на уже существующие ограждающие конструкции.

В процессе реконструкции помимо строительства новых объемов или перевода существующих неэксплуатируемых чердачных помещений в жилой мансардный этаж, инвестор производит: капитальный ремонт мест общественного пользования здания, замену инженерных сетей, включая замену ИТП и водомерных узлов, замену заполнений, а также установка новых – остекление балконов и лоджий. Результат проведения такой реконструкции устраним имеющиеся недостатки домов, продлит срок эксплуатации зданий – минимальный срок экономически эффективной эксплуатации составит не менее 40 лет, усовершенствует условия проживания жильцов, а также улучшит показатели визуальной привлекательности.



Рис. 1. Пилотный жилой дом, реконструированный с надстройкой этажа на Торжковской, 16

Стоит уделить особенное внимание правовому вопросу регулирования проведения реконструкции с надстройкой. На текущий момент в Санкт-Петербурге с 2015 года Службой государственного строительного надзора и экспертизы не было выдано ни одного разрешения на строительство мансард или надстроек на существующие здания.

Текущие юридические и правовые ограничения не позволяют застройщикам производить работы законным путем – пройдя экспертизу проектной документации, и согласовав новый облик здания с Комитетом по градостроительству и архитектуре, так как по мнению СГСНиЭ при строительстве мансард уменьшается полезная площадь общего имущества дома – площадь неэксплуатируемых чердачных помещений, а значит для получения разрешения на строительство необходимо получение согласия 100 % собственников общего имущества, достичь такого всеобщего консенсуса не представляется возможным, пожалуй, ни в одном жилом доме, в отличие от согласия $\frac{2}{3}$, которого достаточно при реконструкции без уменьшения полезной площади общего имущества, но сегодня в городе продолжает строиться большое количество мансард, застройщики производят работы без каких-либо согласований с государственными органами, и лишь уже при фактической готовности производят необходимые согласования. Такой подход негативно сказывается на внешнем виде города и качестве новых построенных объемов, ведь изменение этажности необходимо производить и контролировать в строгом соответствии с градостроительными и архитектурными требованиями, с соблюдением инсоляции, а также санитарно-гигиеническими и противопожарными требованиями. Очевидно, что следует упростить процедуру получения разрешения на строительство, неэксплуатируемые чердачные помещения не представляют никакой пользы для собственников жилья, кровли зачастую протекают, а перекрытия неправильно теплоизолированы, что способствует образованию сосулек в зимний период года, что также влечет к дополнительным затратам собственников, в случае если, же чердачные пространства перестроить в мансардные, а на плоских кровлях надстроить этажи, которые могут эксплуатироваться как жилые, так и как коммерческие помещения, то это площадь действительно станет полезной для собственников общедомового имущества.

Согласованные проектные решения надстроек потребуют скорейшей реализации, причем наиболее важно производить реконструкцию зданий без выведения здания из эксплуатации и расселения жильцов, что опять же позволит добиться согласия на реконструкцию максимального количества собственников, в связи с чем необходимо предусмотреть организационно-технологические мероприятия направленные на обеспечение безопасности и сокращение сроков производства работ. Для обеспечения безопасности: при демонтажных работах необходимо предусмотреть разработку технических мероприятий по обеспечению устойчивости конструкций, перед производством монтажных работ разработать технологические схемы, с применением специализированных монтажных кранов, подъемных механизмов и оснастки для подъема элементов конструкций в стесненных условиях, предусмотреть галереи с усиленным покрытием, способные выдержать падение груза над входными группами подъездов. При проектировании следует закладывать решения принимая во внимание ограничение на предельный вес строительных конструкций в 150 кг. С принятыми технологическими решениями, сроками поэтапного выполнения строительного-монтажных работ необходимо ознакомить жильцов реконструируемого дома. Ремонтные работы внутриквартирного оборудования и инженерных сетей производить по согласованию с жильцами и с применением закон-

ченного технологического цикла – демонтаж, установка по видам работ, исключая многократные развертывания фронта работ в жилом помещении в рабочую смену. Наиболее эффективным методом подъема строительных конструкций и материалов на надстраиваемый этаж является использование специальных подъемных площадок (рис. 2), смонтированных у торца дома, перемещение грузов с подъемников на межэтажное перекрытие осуществлять с помощью выносной приемной площадки.



Рис. 2. Подъемная площадка

Для удобства производства работ необходимо по периметру дома обустроить консольные навесные леса (рис. 3) с ограждением, по которым будут перемещаться рабочие.



Рис. 3. Стальной крепежный элемент подвесных консольных лесов

Массу грузов, подаваемых подъемников, следует ограничивать возможностью их транспортировки по консольным навесным лесам, по чердачному перекрытию или по пло-

ской крыше вручную с помощью средств малой механизации. Строительно-монтажные работы при плоской совмещенной крыше дома-основы начинаются с периметра дома, где проводится демонтаж карнизных блоков, после чего вдоль стен устанавливается монолитный пояс, на котором укрепляется проектируемая конструкция мансарды, закрытая временным покрытием из специальной армированной пленки.

После этого производится демонтаж существующей крыши дома и начинается монтаж покрытия надстраиваемого этажа, который проводится захватками по 6 м [2]. Работы могут производиться как с использованием консольных навесных лесов, так и с ограждением стандартных наружных лесов по периметру здания, так как в дальнейшем их установка будет необходимо при производстве работ по утеплению наружных ограждающих конструкций. Следует предусматривать мероприятия, предотвращающие складированию материалов, конструкций и строительного мусора, образовавшихся в результате демонтажа, так как несвоевременный вывоз данных материалов может привести к перегрузке существующего перекрытия. Необходимо предусмотреть такую последовательность производства работ по монтажу несущих конструкций и покрытия, которая позволит избежать долговременного раскрытия кровли, путем работы по захваткам с частичной разборкой существующей кровли, либо вовсе без ее разборки, если же такая последовательность неэффективна, то является обязательным обеспечение защиты нижележащего этажа от протечек.

Комплекс мероприятий необходимый для эффективного и быстрого выполнения строительно-монтажных работ по реконструкции на каждом отдельном доме должен быть описан в рабочей документации, строгое соблюдение которой позволит достичь наилучших показателей. Использование современных технологий, средств механизации и хорошо обученных рабочих позволяет в плановые сроки выполнять комплекс работ по реконструкции многоэтажного жилого дома без отселения жильцов. Организация работ представляет собой объектный поток, включающий ряд специализированных. Совмещение технологических процессов путем разбивки объекта на вертикальные и горизонтальные захватки с учетом технологической последовательности производства работ обеспечивает ритмичный посекционный ввод [3].

Рассмотренные выше технологические особенности производства работ по реконструкции жилых домов с надстройкой этажей требуют глубокой проработки узлов и методологий улучшения технологических процессов. Необходимо произвести уточнение и обобщение технологии надстройки, которая позволит вести реконструкцию жилых зданий в условиях стесненной застройки без расселения жильцов, без применения крупногабаритной строительной техники и с соблюдением нормативных требований безопасности.

Литература

1. Постановление Правительства Санкт-Петербурга от 10.02.2000 № 4 «О Региональной программе реконструкции жилых домов первых массовых серий в Санкт-Петербурге».
2. Градостроительная и социально-экономическая политика в праве горожан на реконструкцию жилых домов в Москве: Монография / В. Н. Чернышов, М. В. Бойко. – М.: Диона, 2018.
3. Блиновский Е. А., Кульков С. А. Использование легких металлических конструкций при надстройке этажей реконструируемых зданий // Теоретические исследования и экспериментальные разработки студентов и аспирантов: сборник научных трудов: в 2 ч. Ч. 1 / под ред. Т. Б. Новиченковой. Тверь: Тверской государственный технический университет, 2019.

УДК 692

Иван Андреевич Смирнов, магистрант
(Санкт-Петербургский государственный
архитектурно-строительный университет)
E-mail: mr.ivan.smirnov@inbox.ru

Ivan Andreevich Smirnov, undergraduate
(Saint Petersburg State University
of Architecture and Civil Engineering)
E-mail: mr.ivan.smirnov@inbox.ru

**ПРИМЕНЕНИЕ ТЕХНОЛОГИЙ ВИРТУАЛЬНОЙ РЕАЛЬНОСТИ
ПРИ ВЫПОЛНЕНИИ СТРОИТЕЛЬНО-МОНТАЖНЫХ РАБОТ**

**APPLICATION OF VIRTUAL REALITY TECHNOLOGIES
IN CONSTRUCTION AND INSTALLATION WORKS**

В период строительства проектная документация претерпевает множество изменений, т.к. невозможно предусмотреть все нюансы, в особенности те, которые возникают в результате эксплуатации объекта. Также зачастую у производителей работ на строительной площадке возникают вопросы, связанные с чтением чертежей, их интерпретацией, для чего требуется представительство проектной организации на объекте. Для решения данной проблемы строительная отрасль передовых стран, успешно внедривших в работу BIM-технологии, предлагает применение VR, AR и MR технологий, позволяющих строителям в процессе выполнения различных операций при возведении зданий и сооружений наглядно представлять себе задачи, стоящие перед ними.

Ключевые слова: VR-технология, AR-технология, MR-технология, GNSS, дополненная реальность, виртуальный макет, виртуальная реальность, BIM.

During the construction period, the project documentation undergoes many changes, because it is impossible to foresee all the nuances, especially those that arise as a result of the operation of the object. It is also common for manufacturers of work on the construction site to have questions related to reading drawings, their interpretation, which requires the representation of the design organization on the site. To solve this problem, the construction industry of advanced countries that have successfully implemented BIM technologies, offers the use of VR technologies that allow builders to visualize the tasks they face while performing various operations in the construction of buildings and structures.

Keywords: VR technology, AR technology, MR technology, GNSS, augmented reality, virtual layout, virtual reality, BIM.

В строительную отрасль виртуальная реальность (*Virtual Reality* — виртуальная реальность) пришла как конкурентное преимущество проектных организаций, представляющих своим заказчикам вместо привычного всем объемного макета, подгружаемый в очки виртуальной реальности виртуальный макет. Очки помогают очутиться перед и внутри объекта, оценить отделку, светопроницаемость, влияние солнца и осадков на внешний вид (рис. 1).

Но строители пошли дальше и решили внедрить VR технологию в строительный процесс. Первыми это сделали в США, где перед возведением объектов, проводят VR презентации для топ-менеджмента и бригадиров строительных команд. Они, в свою очередь, доносят информацию до рядовых сотрудников [1].

Виртуальная реальность даёт видение будущего до того, как оно даже произойдёт, может предотвратить задержки в расписании, определить сталкивающиеся элементы и уменьшить перерасход средств, позволяя проектным группам сосредоточиться на сборке, а не на макетах с только краткосрочной полезностью. Подрядчики смогут вно-

сить точные изменения с данными, включая подробные измерения, условия на местах и информацию о прошлых переделках, которая доступна мгновенно в прямом, расширенном виде наложения [2].



Рис. 1. Погружение человека в виртуальную реальность

Принцип работы устройств виртуальной реальности заключается в накладывании поверх реальных объектов и оборудования цифровую информацию, доступ к которой имеют все участники строительного процесса, что повышает качество и эффективность коммуникации и совместной работы [3]. *VR* не позволяет привязать объект к местности. Для этого используется технология *MR* (*Mixed Reality* – смешанная реальность). Находясь на стыке виртуальной и дополненной реальностей, *MR* позволяет сопоставлять проектно-документацию с реально выполненной задачей. [7] Ярким примером внедрения системы *MR* является программный продукт *SiteVision* компании *Trimble*. Для ориентации в пространстве программа не привязывается к какой-то точке, а использует технологию *GNSS*. Алгоритм использования программы, следующий:

- на мобильное устройство устанавливается приложение, с помощью сети Интернет устанавливается местоположение устройства;
- в приложение подгружаются данные проекта (для продвинутых проектов, имеющих *4D* модель можно подгрузить календарный план и выбрать тот момент времени, совпадающий с текущей датой, и отобразить те объёмы работ, которые должны быть выполнены на данный момент времени);
- при помощи шлемов, очков и других устройств для отображения виртуальной реальности происходит наложение виртуальных объектов поверх реальных, что позволяет контролировать проделанную работу, скорректировать сроки и устранить коллизии между реальным объектом и проектом (рис. 2).



Рис. 2. Накладка цифровой информации поверх реальных объектов

Технология дополненной реальности *AR* (*Augmented Reality*- дополненная реальность) облегчает процесс обучения рабочих (Рис. 2). Если технология *VR* при помощи шлема или очков даёт только картинку объекта, то при помощи сенсоров, звуковых устройств *AR* даёт возможность взаимодействовать с объектом, производить манипуляции с ним. Новые сотрудники могут тренироваться в использовании потенциально опасного оборудования в безопасной среде. Вместо голой теории, они получают практические знания и оттачивают мышечную память, что позволяет работникам учиться работать со строительной техникой быстрее и безопаснее [4]. Инструктаж по ТБ и охране труда может также эффективнее проводиться с применением дополненной реальности. Рабочим на стройке проще и понятнее выполнять свои обязанности, имея наглядное пособие.

Помимо помощи в возведении объектов недвижимости и выполнении разных СМР, виртуальная реальность может стать незаменимой в процессе контроля и приемки работ, так как полностью сводит на нет необходимость иметь при себе чертежи, сметы и т. д. Изображение, накладываемое на возведенные конструкции, выявляет все отклонения от проекта без необходимости измерительных работ. Также в функционал многих приборов входят подгружаемые сметы с производителем и документам о качестве на строительные материалы и конструкции. Так, например, многие производители опалубок (*Doka, Paschal, Peri* и т. д.) разработали приложения для смартфонов, при помощи которых можно не только наглядно увидеть каким образом будет собрана опалубка, но и проверить качество сборки. Производители строительных машин и оборудования, а также компании по их аренде предлагают программы по подбору строительной техники, что особенно актуально в условиях ограниченного пространства строительной площадки. Данная программа имеет привязку к местности, что даёт возможность наглядно убедиться в том, что подобранная техника справится с поставленной задачей, придёт

все узкие места и не нарушит правил безопасности при производстве работ. К тому же, помимо технических нюансов, приложение поможет произвести расчёт затрат на проведение работ.



Рис. 3. Рабочий продумывает план действий

Стоит отметить проекты, где виртуальная реальность позволила строительным компаниям спланировать каждый аспект проекта, снизить расходы, повысить безопасность и ускорить рабочие процессы. Так, компания *Layton Construction* (США) удалось сэкономить \$250 000 при строительстве медицинского центра площадью 45 000 квадратных метров. В компании разработали 20 виртуальных макетов вместо традиционных физических для подбора конфигурации операционных и других критически важных помещений. Это позволило не только сократить затраты, но и значительно ускорить процессы согласования – документация по предпроектной стадии была передана на 2 месяца раньше, чем планировалось [5]. Компания *Mortenson* (США) использовала шлемы дополненной реальности *Daqri* при строительстве медицинского центра *Hennepin Country* в Миннеаполисе. Шлемы регулярно обеспечивали сотрудников информацией и данными об объекте строительства в режиме реального времени, например, позволяли получить доступ к инструкциям для выполнения конкретных работ. Препятствием для широкого внедрения *AR* является дороговизна устройств. В случае с *Mortenson* цена шлемов составила \$15 000 [6].

Таким образом, с возрастанием требований клиентов, усложнением дизайна, высоким конкурсным давлением в динамически развивающейся строительной индустрии для повышения производительности и качества необходимо внедрение таких передовых технологий как *VR*. Действенно и обучение в *VR*, так как именно строительная отрасль связана с большим количеством опасных работ. Сегодня при внедрении таких

проектов вполне возможно просчитать их экономическую эффективность [8]. Кроме того, VR-симуляции и интерактивные решения становятся все более реалистичными и доступными, что способствует популяризации технологии. А еще VR – это привлекательное и небанальное впечатление для покупателей, сотрудников или начинающих специалистов.

Литература

1. <https://vr-app.ru/blog/architecture/>
2. Ушаков А. Виртуальная реальность в реальном строительстве / А. Ушаков, А. Крупницкий, И. Дроздова // Строительный эксперт: сайт. – URL: <https://ardexpert.ru/article/7963> (28.04.2019).
3. <https://vr-j.ru/news/kak-dopolnennaya-realnost-transformiruet-stroitelnyuyu-otrasl/>
4. <https://vr-j.ru/news/kak-dopolnennaya-realnost-transformiruet-stroitelnyuyu-otrasl/>
5. <https://yandex.ru/turbo/s/forbes.ru/tehnologii/359301-illyuziya-kirpicha-kak-virtualnaya-realnost-izmenit-stroitelnyuyu-otrasl>
6. <https://yandex.ru/turbo/s/forbes.ru/tehnologii/359301-illyuziya-kirpicha-kak-virtualnaya-realnost-izmenit-stroitelnyuyu-otrasl>
7. Петров Г. Ожившие технологии будущего: VR, AR, MR в строительной отрасли / Петров Г. // TECHNOMAGAZINE: сайт. – URL: <https://t-magazine.ru/pages/mixed-reality-2020ready/> (08.09.2020).
8. Ятлук Л. Технологии VR: как использовать в строительстве и недвижимости? / Ятлук Л. // modumlab: сайт. – URL: <https://modumlab.com/blog/building/> (18.06.2020)

УДК 692.433

Артур Алимович Тугушев, студент
(Санкт-Петербургский государственный
архитектурно-строительный университет)
E-mail: tugushev1996@mail.ru

Artur Alimovich Tugushev, student
(Saint Petersburg State University
of Architecture and Civil Engineering)
E-mail: tugushev1996@mail.ru

**СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ИЗОЛЯЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ
ЭКСПЛУАТИРУЕМОЙ ИНВЕРСИОННОЙ КРОВЛИ**

**IMPROVEMENT OF INSULATION MATERIALS
OF OPERATED INVERTED ROOF**

В данном исследовании были выявлены полифункциональные изоляционные материалы, способные заменить традиционные изоляционные материалы для эксплуатируемой инверсионной кровли. Разработана оптимальная конструкция инверсионной кровли на основе полифункциональных материалов. В работе было обосновано улучшение подобной кровли – рациональность использования данных полифункциональных материалов в её конструкции. Выполнен теплотехнический расчет и анализ разработанной конструкции инверсионной кровли для климатических условий г. Санкт-Петербурга. Доказано, что выявленные материалы способны выдерживать действие воды, влаги и мороза. Разработана оптимальная организационно-технологическая схема производства работ по устройству инверсионной кровли с эксплуатируемым покрытием.

Ключевые слова: инверсионная кровля, эксплуатируемая кровля, изоляция, изоляционный материал, полифункциональный материал, теплотехнический расчет

In the study, multifunctional insulation materials have been identified that can replace traditional insulation materials for an operated inverted roof. An optimal design of an inverted roof based on multifunctional materials has been developed. The work substantiated the improvement of such a roof – the rationality of using these multifunctional materials in its structure. The thermal calculation and analysis of the developed construction of the inverted roof for the climatic conditions of St. Petersburg were carried out. It has been proven that the identified materials are able to withstand the action of water, moisture and frost. An optimal organizational and technological scheme of work on the construction of an inverted roof with an operating coating has been developed.

Keywords: inverted roof, operated roof, insulation, insulation material, multifunctional material, thermal calculation.

Закономерной тенденцией современного строительства является применение принципа объединения нескольких функциональных сред в одном здании. Примерами таких пространств могут быть объединение общественного, офисного здания с автостоянкой, объединение жилого дома и комфортной среды для отдыха со спортивной площадкой в одно единое строение. Таким образом достигается экономия места и земли – весь функционал здания размещен по его высоте. Подобный принцип экономичного, в плане пространства, строительства, достигается и за счет использования эксплуатируемой инверсионной кровли.

Конструкция инверсионной кровли является «перевернутой» по сравнению с конструкцией традиционной плоской кровли: основной слой гидроизоляции размещен под слоем плит утеплителя из экструдированного пенополистирола (ЭППС), который защищает его от механических воздействий, различных повреждений и воздействий температур [1, 2]. Подобное конструктивное решение способно увеличить срок службы кров-

ли с помощью надежной защиты нижележащего гидроизоляционного слоя. Финишный слой кровли может быть представлен в виде различных материалов покрытия: растительные насаждения, железобетонная плитка, тротуарная плитка, декинг и др. Данный слой является эксплуатируемым, так как появляется возможность дальнейшего использования поверхности покрытия данного вида кровли: создание прогулочного пространства и зоны отдыха, площадки для занятия спортом, пространство с растительностью («зеленая» кровля) или парковочное пространство [3, 4].

Важную роль в конструкции подобной кровли, помимо теплоизоляции, играют материалы для гидро- и пароизоляции. Для выполнения данных функций в отечественном строительстве активно используются различные рулонные материалы, ставшими уже традиционными: гидроизоляционные пленки и мембраны, пароизоляционные пленки, геотекстиль, битумные мастики, праймеры и другие материалы на основе битумно-полимерного вяжущего. Зачастую, для лучшей гидро- и пароизоляции кровли, данные материалы укладываются в несколько слоев, например, устройство Техноэласта ЭПП в два слоя, обмазка битумом в два слоя и др.

В ходе исследования были найдены полифункциональные изоляционные материалы, способные выполнить роль паро-, гидро- и дополнительной теплоизоляции с целью создания оптимальной конструкции инверсионной кровли с эксплуатируемым покрытием. Данные материалы достаточно укладывать в один слой. Они просты в устройстве, а также являются оптимальной заменой традиционным изоляционным материалам.

В качестве пароизоляции, оптимальным будет являться материал, имеющий многослойную структуру, в том числе пленочную, а также имеющий в своем составе внешние поверхности, которые способны отражать тепло.

Подобным примером является пленочная изоляция *SuperFOIL SFUF* от английской фирмы «*SuperFOIL*». *SuperFOIL SFUF* – это многослойная пленочная изоляция, имеющая в своей структуре 13 слоев светоотражающей пленки, разделительных слоев термопены и покрытая полиэтиленом [5]. Подобный материал является универсальной и оптимальной альтернативой традиционной пленочной пароизоляции кровли: водо- и пароизоляционная защита, звуко- и шумоизоляция. Кроме описанных выше свойств, *SuperFOIL* прост в устройстве и не требует специальных инструментов. Подходит для размещения под слоем утеплителя кровли из ЭППС для гидро- и пароизоляционной защиты несущего бетона. Толщина материала – 6,0 мм. Сопротивление теплопередаче составляет 0,8 м²·К/Вт.

Отечественный аналог подобного материала в ходе исследования не был найден. В условиях современной рыночной экономики, возможен экспорт данного изоляционного материала из Великобритании и Европы в Россию, либо, как вариант, целесообразна разработка материала-аналога отечественного производства с возможными модификациями. Более того, материал способен заменить собой слой пароизоляционной пленки в конструкции плоской кровли.

В качестве улучшенной гидроизоляции, оптимальным будет являться битумно-полимерный материал, имеющий многослойную структуру, и имеющий в составе SBS-модифицированный (стирол-бутадиен-стирол) битум. Подобный состав способен также обеспечить и дополнительную теплоизоляцию конструкции.

Примером такого материала может послужить гидроизоляционная система «*Brabant*» от французской фирмы «*Siplast*». Изоляционный материал в данном случае представляет собой геомембрану, состоящую из наплавляемого эластомерно-битумного

SBS-модифицированного рулонного материала на полиэфирной основе [6]. Применение данного материала распространено в строительстве железнодорожных мостов в Европе.

Найденным отечественным примером битумно-полимерного многослойного материала с *SBS*-модифицированным битумом является материал Днепротекс ПЭ от НТЦ «Гидрол-Кровля». Это пятислойный рулонный битумно-полимерный материал на полиэфирной или несущей основе и *SBS*-модифицированном битуме, лицевая поверхность которого защищена геотекстильным полотном плотностью 400–750 г/м² из полиэфирных волокон [7]. Изоляцию из Днепротекса укладывают способом подплавления на бетонные, асбоцементные, металлические, деревянные и другие основания. Также возможна укладка на существующий битумный водоизоляционный ковер.

В отличие от битумных рулонных материалов, не содержащих полимерный модификатор, обладает повышенной долговечностью, гибкостью, тепло- и морозостойкостью, эластичностью, а также атмосфероустойчивостью. Материал имеет толщину 8,1 мм. В ходе исследования было выявлено, что применение данного материала распространено в транспортном, дорожном строительстве, а применение для изоляции эксплуатируемой кровли имеет только рекомендательный характер. Реальных примеров использования для конструкции инверсионной кровли не было найдено.

Для выявления эффективности найденных полифункциональных изоляционных материалов в конструкции инверсионной кровли, была разработана конструкция инверсионной кровли без опорных элементов для дальнейшего оценочного теплотехнического расчета и анализа. Финишный эксплуатируемый слой кровли представлен в виде бетонной (тротуарной) плитки (рис. 1). За основу была взята конструкция на основе кровли «ТН-Тротуар» от компании «ТехноНИКОЛЬ» [8].

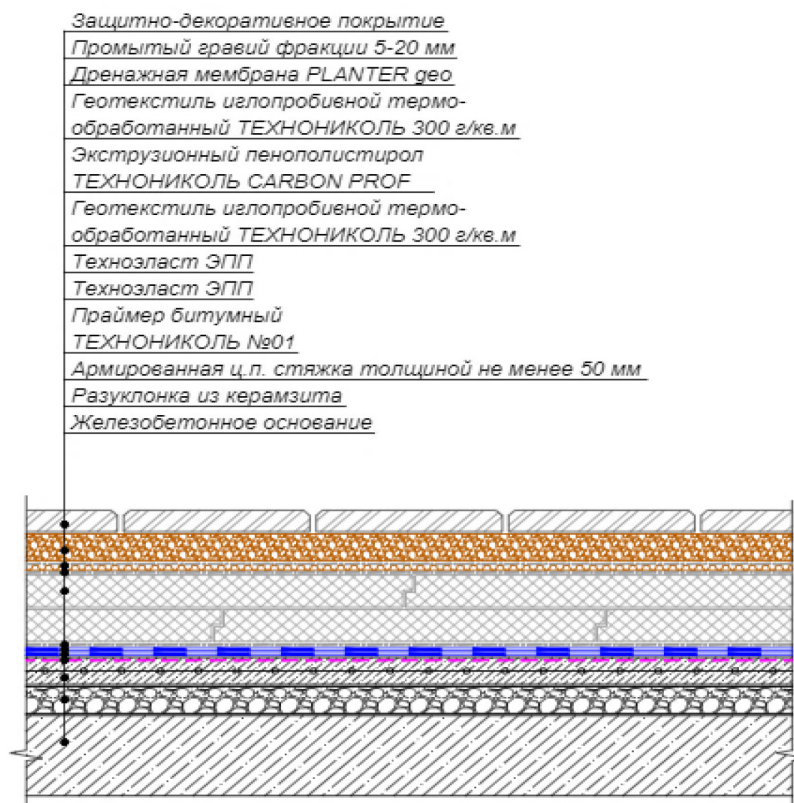


Рис. 1. Инверсионная кровля «ТН-Тротуар»

Предложенная для расчета конструкция кровли с полифункциональными изоляционными материалами имеет особенности по сравнению с решением «ТН-Тротуар» (рис. 2).

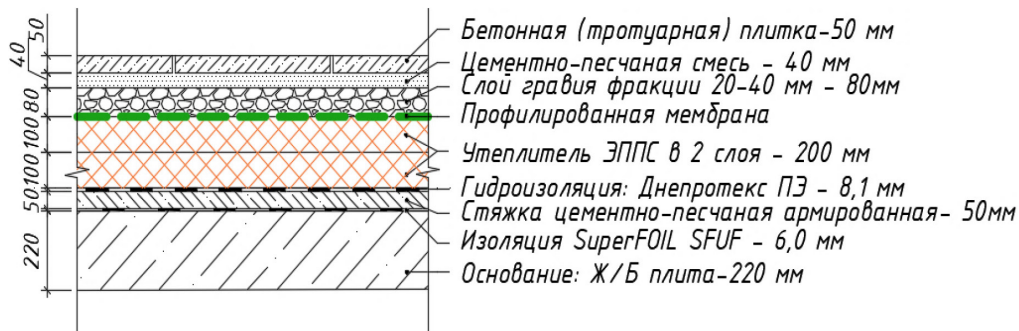


Рис. 2. Разработанная конструкция инверсионной кровли без опор с применением полифункциональных изоляционных материалов

Основные из них:

1. Геотекстиль иглопробивной, 2 слоя Техноэласта ЭПП с праймером заменены на битумно-полимерный материал, имеющий многослойную структуру, и имеющий в составе SBS модификатор – Днепротекс ПЭ (8,1 мм толщиной);

2. Для защиты железобетонного основания и конструкции кровли от влаги была добавлена многослойная пленочная изоляция 6,0 мм – изоляция SuperFOIL SFUF.

Теплотехнический расчет и анализ был выполнен в среде «SmartCalc» для климатических условий г. Санкт-Петербурга под жилое помещение в соответствии с СП 131.13330.2018 «Строительная климатология», СП 50.13330.2012 «Тепловая защита зданий», СП 345.1325800.2017 «Здания жилые и общественные. Правила проектирования тепловой защиты» и СП 23-101-2004 «Проектирование тепловой защиты зданий» [9]. Принятые условия температуры и влажности: внутри +20 °С (относительная влажность 55 %), снаружи: –10 °С (относительная влажность 85 %)

В ходе теплотехнического расчета установлено, что сопротивление теплопередаче конструкции кровли составило 7,86 м² °С/Вт. Данное значение доказывает, что ограждающая конструкция удовлетворяет нормам по тепловой защите (рис. 3).

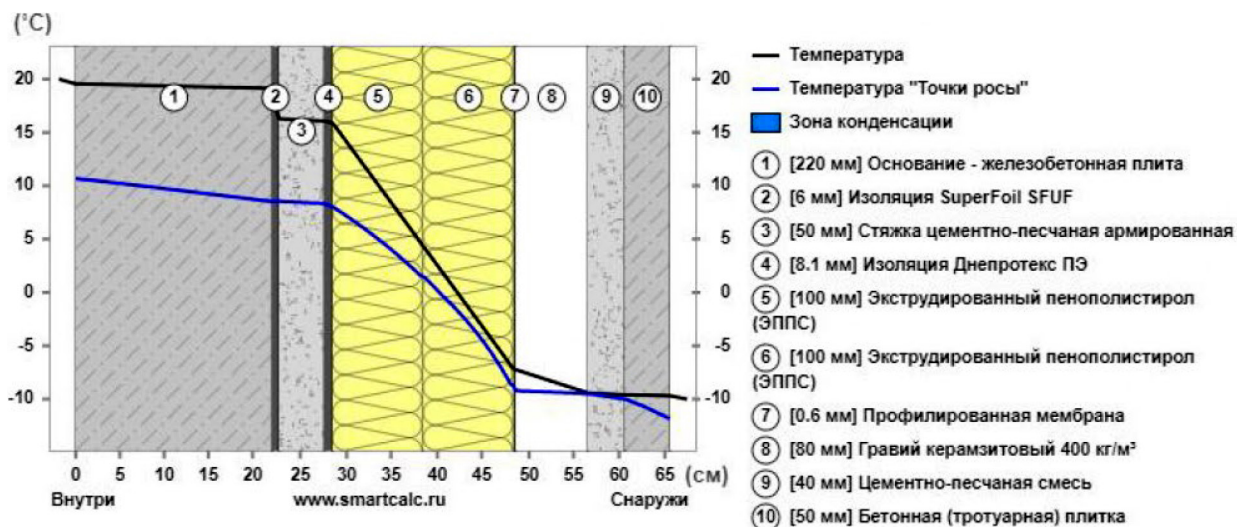


Рис. 3. Анализ возникновения конденсации в кровле

Кроме того, анализ защиты от переувлажнения методом безразмерных величин показал, что в ограждающей конструкции кровли переувлажнение невозможно (рис. 4).

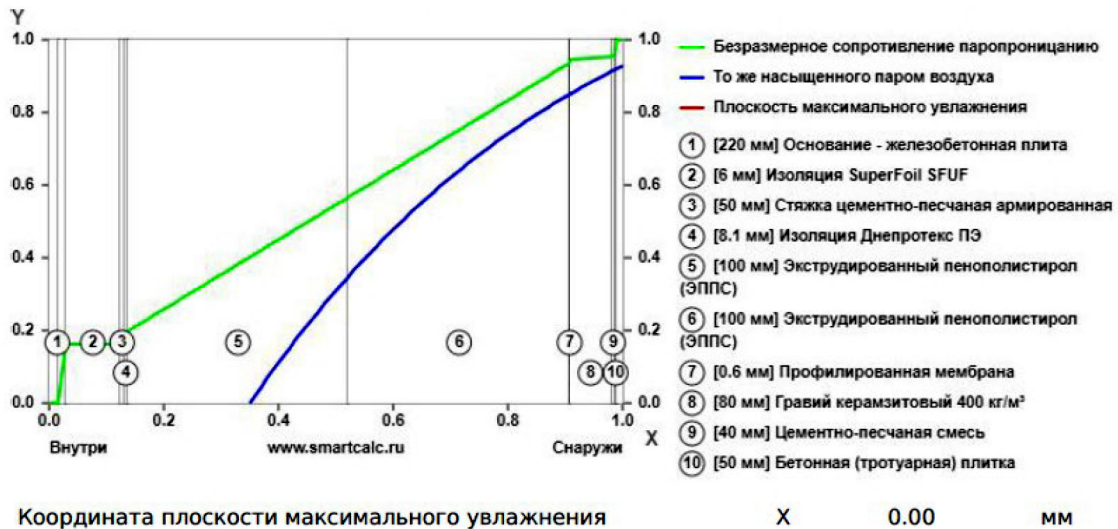


Рис. 4. Анализ сопротивления паропроницанию

В ходе послойного расчета защиты конструкции от переувлажнения, а также при расчете защиты конструкции от образования конденсата было установлено, что разработанная конструкция кровли с полифункциональными изоляционными материалами удовлетворяет требованиям защиты от переувлажнения.

Потеря тепла за отопительный сезон составила 13,85 кВт·ч (рис. 5).

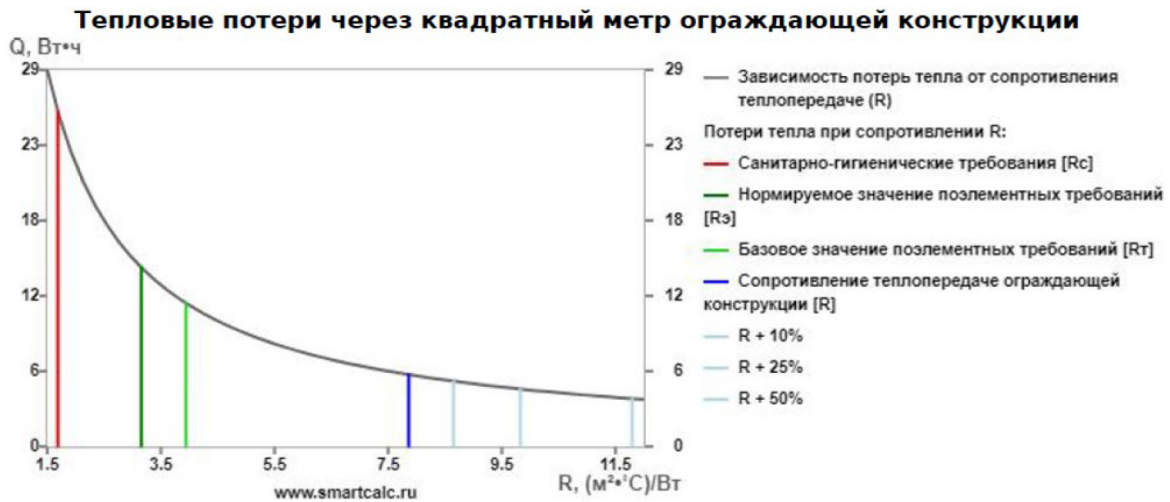


Рис. 5. Диаграмма тепловых потерь через квадратный метр ограждающей конструкции

В рамках исследования была разработана оптимальная организационно-технологическая схема производства работ по устройству инверсионной кровли с полифункциональными изоляционными материалами на примере проекта реконструируемого пятиэтажного корпуса производства оборудования общего и специального назначения. Адрес объекта: г. Санкт-Петербург, Красногвардейский район, Партизанская улица, дом 11. Проектными решениями предусматривалась надстройка шестого этажа с эксплуатиру-

емой инверсионной кровлей из традиционных материалов изоляции. В рамках исследования, состав кровли был заменен на разработанный выше, схема производства работ предоставлена ниже (рис. 6).

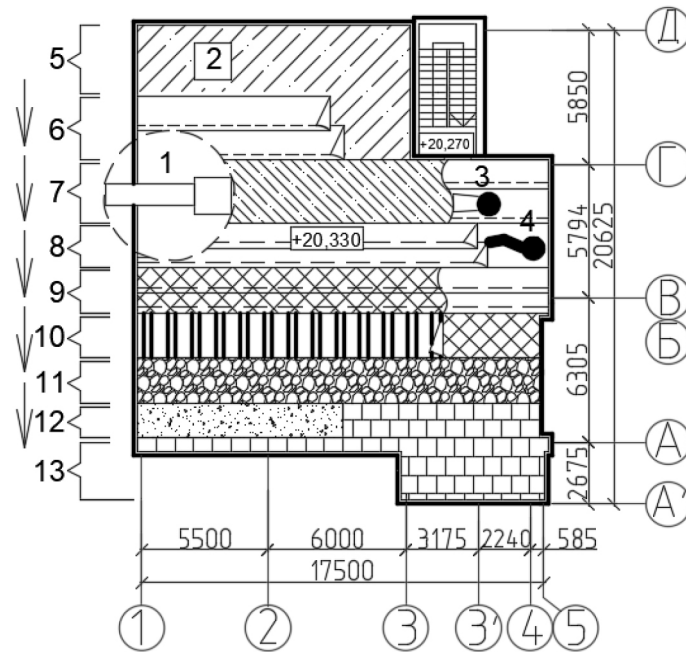


Рис. 6. Организационно-технологическая схема производства работ по устройству инверсионной кровли с полифункциональными изоляционными материалами:

- 1 – подъемный механизм; 2 – временный склад рулонных материалов; 3 – тележка;
- 4 – газовый баллон с ручной горелкой; 5 – готовое ж/б основание под кровлю;
- 6 – укладка изоляции *SuperFOIL SFUF*; 7 – устройство уклонообразующего слоя из цем.-песч. стяжки с армированием; 8 – устройство гидроизоляции Днепротекс ПЭ;
- 9 – укладка плит из ЭППС; 10 – укладка профилированной мембраны; 11 – устройство слоя гравия; 12 – устройство слоя ЦПС и тротуарных плит;
- 13 – готовая эксплуатируемая инверсионная кровля

Разработанная оптимальная организационно-технологическая схема производства кровельных работ предусматривает размещение подъемного механизма (кран или подъемник), временный склад рулонных материалов на монтажном горизонте, тележку для транспортировки сыпучих материалов кровли, механизм рабочих в виде газовой горелки, а также саму последовательность устройства слоев инверсионной кровли с полифункциональными материалами.

Заключение

1. В ходе исследования были выявлены полифункциональные изоляционные материалы для конструкции и устройства инверсионной кровли с эксплуатируемым покрытием. Ближайшими аналогами данных материалов являются *SuperFOIL SFUF* и Днепротекс ПЭ. Данные материалы объединяют в себе функции гидро-, пароизоляции и, в случае аналога на примере Днепротекс ПЭ, являются дополнительной теплоизоляцией кровли.

2. Разработана конструкция эксплуатируемой инверсионной кровли с применением полифункциональных изоляционных материалов.

3. Выполненный теплотехнический расчет и анализ для климатических условий г. Санкт-Петербурга доказал, что данные материалы подходят по теплотехническим характеристикам.

4. Применение данных полифункциональных материалов способно заменить слои традиционной изоляции кровли.

5. Разработана оптимальная организационно-технологическая схема производства работ по устройству эксплуатируемой инверсионной кровли с использованием полифункциональных изоляционных материалов на примере проекта реконструируемого здания в г. Санкт-Петербурге.

Литература

1. Донцова Е. И., Рожкова К. С. Анализ материалов для устройства инверсионной кровли // Современные технологии в строительстве. Теория и практика. Том 2 – Пермь: ПНИПУ, 2019. – С. 307–311.

2. Жуков А. Д., Матвеев А. В., Аристов Д. И., Пятаев Е. Р. Экструзионный пенополистирол в системах плоских кровель // Строительство: наука и образование. 2014. №3. URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=21948154> (дата обращения: 08.02.2021).

3. Хайруллин И. З. Эксплуатируемая плоская кровля. URL: <https://novainfo.ru/pdf/057-3.pdf> (дата обращения: 09.02.2021).

4. Sam C. M. Hui. Development of technical guidelines for green roof systems in Hong Kong. URL: <https://hub.hku.hk/bitstream/10722/140385/1/Content.pdf?accept=1> (дата обращения: 05.02.2021).

5. SuperFOIL Underfloor foil insulation. URL: <https://www.superfoil.co.uk/sfuf/> (дата обращения: 16.02.2021).

6. Полифункциональные изоляционные материалы для метростроения. URL: <http://kgidrol.narod.ru/Polyfunctmat.rtf> (дата обращения: 16.02.2021).

7. Зельманович Я. И., Могилевский В. Д. Полифункциональный рулонный материал: дренаж, гидро, тепло, звукоизоляция «в одном флаконе» // Construction materials. 2010. №5. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/polifunktsionalnyy-rulonnyy-material-drenazh-gidro-teplo-zvukoizolyatsiya-v-odnom-flakone> (дата обращения: 01.03.2021).

8. ТН-КРОВЛЯ Тротуар. URL: <https://nav.tn.ru/systems/ploskaya-krysha/tn-krovlya-trotuar/> (дата обращения: 01.03.2021).

9. Теплотехнический калькулятор ограждающих конструкций. URL: <https://www.smartcalc.ru/thermoscalc> (дата обращения: 25.02.2021).

УДК 624.01

Сами Фаресс, магистрант
(Санкт-Петербургский государственный
архитектурно-строительный университет)
E-mail: samifares35@gmail.com

Sami Faress, undergraduate
(Saint Petersburg State University
of Architecture and Civil Engineering)
E-mail: samifares35@gmail.com

**ИЗУЧЕНИЕ РЕАБИЛИТАЦИИ И ВОССТАНОВЛЕНИЯ
НЕКОТОРЫХ УЧАСТКОВ В СТАРОМ ГОРОДЕ АЛЕППО
И ИСПОЛЬЗУЕМЫХ СТРОИТЕЛЬНЫХ МЕТОДОВ**

**STUDYING THE REHABILITATION AND RESTORATION
OF SOME AREAS IN THE OLD TOWN OF ALEPPO
AND THE CONSTRUCTION METHODS USED**

Существуют проблемы и необходимость предпринять срочные инициативы в старом городе Алеппо, которые нуждаются в финансовых ресурсах, недоступных в настоящее время, и в отсутствии традиционных строительных материалов, со ссылкой на видение и структуру планирования для возрождения Город наследия Алеппо, датированный октябрём 2018 года, был разработан план реставрации, который включал в свой первый этап перепроектирование и улучшение существующих инфраструктурных сетей (дороги, инженерные сети, канализация и т. д.), составление планов для определенных территорий. для удовлетворения конкретных потребностей, которые имеют большое экономическое значение (рынки), для этой цели были изучены и реализованы несколько методов и технологий. Для восстановления и восстановления некоторых объектов, таких как старый рынок и старые исторические здания, такие как мечеть Омейядов и часть стены цитадели Алеппо.

Ключевые слова: реставрация, старый Алеппо, поврежденные здания, технологии, реконструкция, реабилитация.

There are challenges and the need to take urgent initiatives in the old city of Aleppo that need financial resources not currently available and in the absence of traditional building materials, with reference to the vision and planning framework for revitalization Aleppo Heritage City dated October 2018 was developed restoration plan, which included in its first stage the redesign and improvement of existing infrastructure networks (roads, utilities, sewerage, etc.), drawing up plans for certain areas. To meet specific needs that are of great economic importance (markets), several methods and technologies have been studied and implemented for this purpose. For the restoration and restoration of some objects such as the old market and old historical buildings such as the Umayyad Mosque and part of the Aleppo citadel wall.

Keywords: restoration, old Aleppo, damaged buildings, technologies, reconstruction, rehabilitation.

То, что произошло в Сирийской Арабской Республике, показывает ужасные последствия этого широкомасштабного разрушения культурного наследия человечества. Древний город Алеппо до конфликта, один из шести сирийских объектов, внесенных в Список всемирного культурного наследия ЮНЕСКО, находящегося под угрозой в 2013 году, был одним из лучших примеров того, как наследие сохраняется в городских районах. В настоящее время разрушения широко распространены в большей части этого города и включают в себя ряд его ценных древних культурных памятников и памятников, поскольку конфликт привел к разрушению этих памятников и памятников или к серьезному повреждению их.

Анализ и информация о текущей ситуации в старом городе Алеппо

Некоторые старые рынки были изучены и проанализированы с точки зрения процента ущерба, а также представления информации и статистических данных, полученных после всестороннего обследования территории, в том числе:

Древний рынок: Реабилитация базара началась, чтобы способствовать возвращению коммерческой деятельности на остальную часть базара. DGAM и городской совет Алеппо в сотрудничестве с Фондом культурных услуг Ага Хана начали вторую фазу восстановления и реабилитации после завершения проекта Аль-Сакатийя Сук. Эта фаза включает восстановление и реабилитацию Хан аль-Харир Сук, которая включает в себя более чем 60 магазинов и три магазина, предназначенных для торговли тканями, сладостями и орехами. Восстановительные работы проходят в два этапа в северной части и включают строительные работы по восстановлению магазинов в соответствии с традиционной архитектурно-строительной системой Алеппо. Работы включают восстановление некоторых разрушенных стен. Вторая фаза находится в южной части, которая включает Хан аль-Банадека. Реставрационные работы продлятся около 160 дней [1].

Рынок Аль-Хаддадин: рынок расположен рядом с мечетью Омейядов, работы были выполнены владельцами магазинов, и почти 25 % магазинов были завершены.

Рынок Аль-Нисван: Около 100 магазинов получили лицензию на реставрацию на рынке, и работы скоро начнутся.

Город Алеппо также прилагает усилия по восстановлению нескольких школ в Древнем городе, в то время как Министерство Аукафа восстанавливает некоторые религиозные здания при поддержке местных и международных доноров. Количество поврежденных вакфов в древнем городе Алеппо достигло 600 зданий, большинство из которых были расположены в районе Сук Аль-Мадина и Аль-Джадида. В 2019 году разрешения на реставрацию были предоставлены по согласованию с Департаментом древностей Алеппо для 115 объектов недвижимости, из которых 22 дома и 93 магазина, общий процент разрешений на реставрацию составляет (55 %). Количество исторических мечетей в Древнем городе Алеппо составляет около / 235 / мечетей и религиозных школ (медресе), около 110 зданий частично или полностью повреждены, всего процент (50 %). Разрешения на реставрацию были предоставлены в 2019 году по согласованию с Управлением древностей и музеев и Управлением Старого города примерно для 20 мечетей, в дополнение к предыдущим 50 мечетям, всего 70 мечетям, с общим процентом 65 %. Многие из частично поврежденных мечетей были отремонтированы для молитв и религиозных ритуалов, при этом определенная часть (77 %) поврежденных мечетей. Все реставрационные работы проводятся под совместным надзором Управления древностей Аукафа и Алеппо, с соблюдением признанных археологических условий и стандартов, а также с привлечением местных специалистов и местной рабочей силы [2].

Мечеть Омейядов: Работы в мечети Омейядов включают:

- Завершение сортировки камней минарета по их сопротивлению для повторного использования хороших камней при восстановлении минарета.
- Приступить к восстановлению основания минарета (около пяти ярусов) согласно утвержденным исследованиям.

- Завершение работы по изготовлению деревянных столярных изделий и электричество для крыла молитвенного зала (Кебля).
- Отделка крыши молитвенного зала (Кебля) слоем традиционного покрытия.
- Обработка деформации, вызванной пулями и осколками, в молитвенном зале (Кебля) и на внешних фасадах мечети.
- Начать реставрацию восточного портика и Второго молельного зала (Хиджазия) параллельно с реставрацией традиционного базара поблизости [3].

Строительные приемы, использованные для восстановления изученных участков

1. Рынок Аль-Сакатийя. Место расположения: AL-SAQTEA SOUQ – это связующее звено между рынками старого города, которые простираются от Баб-Антакии на западной стороне Старого Алеппо до Сук аль-Зерб, напротив Цитадели Алеппо на востоке. AL-SAQTEA SOUQ простирается примерно на сто метров в старом городе, который был внесен Организацией Объединенных Наций по вопросам образования, науки и культуры (ЮНЕСКО) в список всемирного наследия, находящегося под угрозой из-за повреждений, разрушений и пожаров, которые произошли в городе во время война [4].

Выполненные работы:

1. Восстановление рынка Ас-Сакатийя включало восстановление каменных фасадов, куполов и инфраструктуры, включая сети водоснабжения, электроснабжения, телекоммуникаций и канализации, с целью восстановления ниши этого рынка и сохранения его самобытности и городской среды. персонаж.

2. В дополнение к выполненной качественной работе, такой как переустановка и восстановление куполов, которые подлежали сносу, с учетом национального и местного опыта и под наблюдением городского совета Алеппо и Управления древностей и музеев, будь то каменные или изразцовые купола, они были восстановлены и построены в дополнение к восстановлению фасадов и замене утраченных камнями того же типа в соответствии со спецификациями, использованными для реставрации в древнем городе Алеппо и Управлении древностей. (рис. 1).

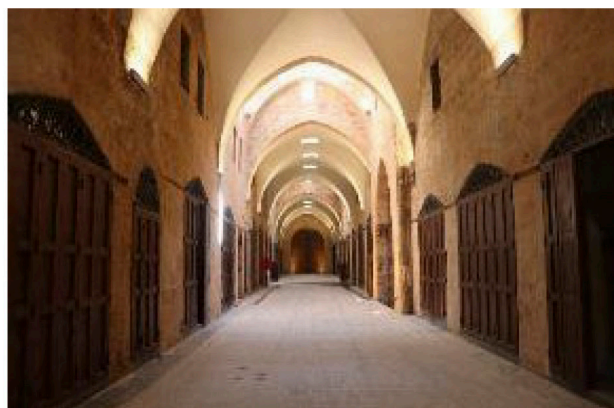


Рис. 1. Рынок Ас-Сакатия до и после восстановления

3. Что касается реставрационных работ, связанных с крышей рынка с видом на Цитадель Алеппо и весь старый город, они включают в себя заливку нового бетонного слоя на всю поверхность в дополнение к работам по утеплению, устранение всех суще-

ствующих нарушений, восстановление купола, установка панелей альтернативной энергии для выработки электроэнергии и освещения торговых магазинов.

2. Проект мечети Омейядов. Где изучение, анализ и выполнение реабилитационных и реставрационных работ по нескольким его частям, в том числе:

Восстановление минарета: Каменные блоки минарета возводятся по возможности с использованием древних камней после определения их первоначальных мест. Определение местоположения потерянных камней, поиск альтернативных камней соответствующих характеристик, формы, цвета и прочности, их подготовка и обработка с использованием традиционных ручных инструментов. (рис. 2).



Рис. 2. Восстановительные работы были начаты в соответствии со всеми имеющимися документами по документированию минарета

Здание минарета построено из неповрежденных древних камней, которые были задокументированы и измерены его сопротивление и места перед использованием, которые должны быть помещены в корпус минарета, были измерены фундамент и опора грунта и выкапывают слои почвы до первого фундаментный слой, на котором построена мечеть [5]. Что касается потерянных камней, то их заменяют новыми камнями того же качества, прочности и цвета, а все потерянные камни изготавливаются из линий надписей, лестниц и сводов, несущих лестницы (рис. 3).

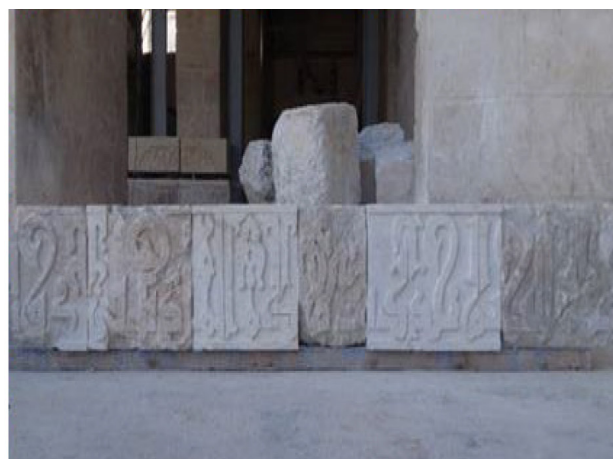
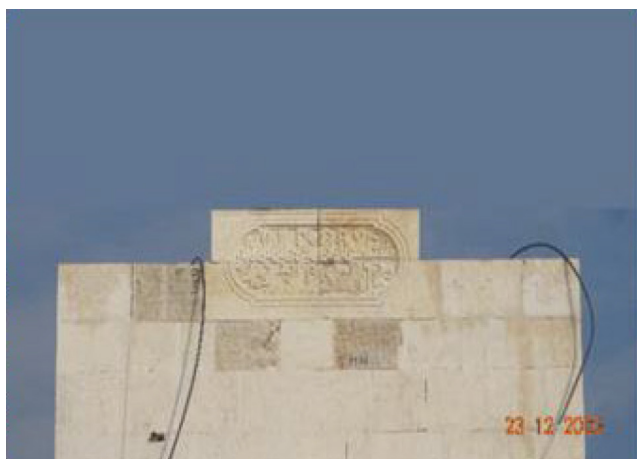


Рис. 3. Реставрация надписей на минарете

Ремонт и восстановление верхних частей фасадов, выходящих во двор, были завершены с использованием камня, имеющегося на участке. В некоторых местах потребовалось изготовление формованных элементов верха фасадов (желобов, плеч, зонтиков, поясов и т. д.). Фасады были очищены от сорняков и следов пожаров. В восточном дворе велись археологические раскопки, значимых археологических результатов они не дали (рис. 4).

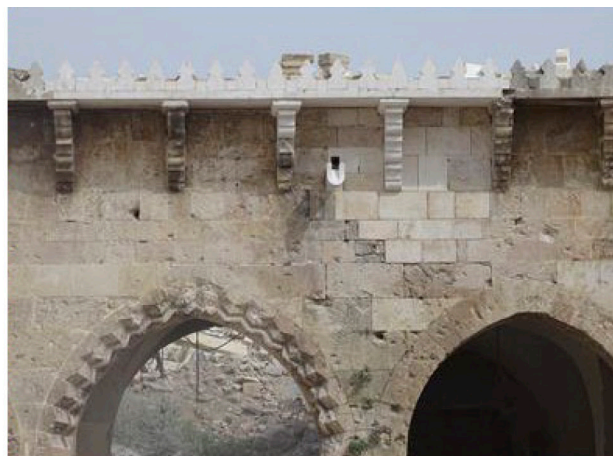


Рис. 4. До и после реставрации восточного портика путем очистки отверстий от шрапнели, заполнения металлическим раствором, заполнения известковым раствором и забивания фасадного камня

Реставрационные работы в Кибле в мечети включают в себя документирование, демонтаж, реконструкцию и обработку стен и колонн, в том числе очистку и обработку отверстий, заливку строительного раствора и забивание камня (рис. 5). Очистите и удалите поврежденный и пригоревший малярный раствор и нанесите новый малярный известковый раствор на стены и крышу Riwaq.

Обслуживание и восстановление святыни Пророка Закарии включало изготовление недостающих плит Кашани для ее внутреннего и внешнего фасадов и уход за старыми медными каркасами (рис. 6).



Рис. 5. Реставрационные работы в Кибле в мечети



Рис. 6. Обслуживание и восстановление святыни Пророка Закарии

Восстановление каменного купола Макама, серьезно поврежденного снарядами, показан на рис. 7.



Рис. 7. Реставрационные работы каменных стен. Восстановлен каменный купол Макама, серьезно поврежденный снарядами



Рис. 8. Реставрация поврежденных куполов во дворе мечети

Сильно поврежденный свинцовый слой, покрывающий купола мечети (Аль-Кибла, Аль-Макам, купол Аль-Сабил), был удален, а образовавшиеся от снарядов зазоры были отремонтированы и снова покрыты свинцовыми листами. Помимо реставрации деревянных каркасов и электромонтажа (рис. 8).

3-Реставрация стен Цитадели Алеппо, структурные исследования и исследования поврежденных стен:

1. Работа по сортировке щебня, структурная оценка и документация. Работа в Цитадели Алеппо проводилась систематически и вдумчиво.

- Обрушившиеся камни были собраны и задокументированы из обрушившихся стен, а камни, упавшие у подножия замка и траншеи, а также в зоне отдыха казарм Ибрагим-

паши, были собраны, и камни были отсортированы для использования в строительстве работай [6].

- Работы по документации к северу и востоку от стен цитадели Алеппо с использованием топографической документации из двух частей, для текущей ситуации и планов предлагаемого строительства (рис. 9).

2. Начались реставрационные и восстановительные работы поврежденных стен между двумя северными башнями (12 и 15), а также восточной части стен между двумя башнями (22 и 27).



Рис. 9. Поврежденная восточная оборонительная стена цитадели Алеппо до и во время реставрационных работ

Экстренные реставрационные работы в Бимаристане, Арагон

Реставрационные работы для поврежденного купола: в южном айване с использованием кусков кирпича ручной работы тех же размеров и характеристик, что и плитки, найденные в неповрежденных частях купола. Резной камень был установлен для завер-

шения недостающих частей камней в горловине купола (сферический треугольник) из резного камня, аналогичного камню по размерам, толщине и способу обработки вручную.

Реставрационные работы и строительство обрушившихся стен. Сначала обрушившиеся камни были отсортированы, собраны и задокументированы для подготовки к повторному использованию хороших в строительных работах, затем была составлена архитектурная документация западного фасада южного айвана снаружи и изнутри. проводились до начала строительных работ. Затем строительство западной стены айвана было завершено снаружи с использованием отсортированных камней или с использованием нового резного камня и ручной обработки [7].

Работы по восстановлению кровли: путем нанесения слоя гидроизоляции из битумной изоляционной крошки и установки защитных камней на поверхности.

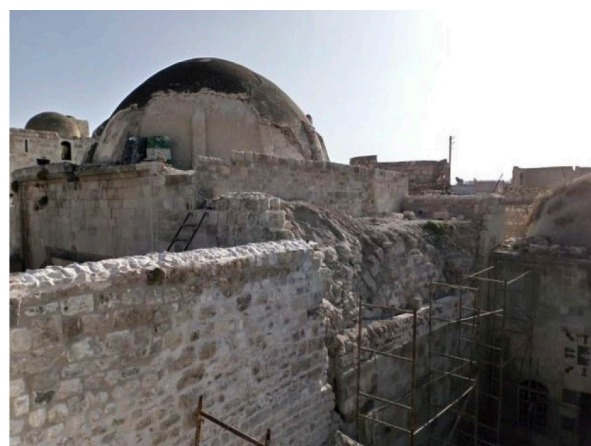


Рис. 10. Купол Южного Ивана до и после реставрации

Литература

1. Qudsi, J. (2016). Rebuilding Old Aleppo postwar sustainable recovery and urban refugee resettlement. Essay submitted for the Master program in International Urban Development.
2. Lafi, N. (2017). Building and Destroying Authenticity in Aleppo: Heritage between Conservation, Transformation, Destruction, and Re-Invention.
3. Mansel, P. (2016). Aleppo: the rise and fall of Syria's great merchant city. London: I.B. Tauris.
4. Alsalloum, A. (2019). Rebuilding and Reconciliation in Old Aleppo: The Historic Urban Landscape Perspectives. In *Reshaping Urban Conservation* (pp. 57-77): Springer.
5. UNESCO. (2017). Observatory of Syrian Cultural Heritage. Ancient City of Aleppo. Retrieved from <https://en.unesco.org/syrian-observatory/news/ancient-city-aleppo>.
6. Al-Sayed, A. (2020, 7/23/2020). Hal Yo'tabar souq Bab al-Nasr aham tijarian wa tarikhiyan min aswaq al- madina al-shahira bi halab? Retrieved from https://www.digdoc.org/index.php?page=YX-J0aWNsZQ%3D%3D&op=ZGlzcGxheV9hcnRpY2x1X2RldGFpbHNfdQ%3D%3D&article_id=ODA%3D&lan=YXI%3D&fbclid=IwAR205AGDFBFf_beFNKVoslGZfF7hjTX4CbCMkKxllIFFVYkenEpA-MCa0SvU.
7. DGAM. 2016a. Syrian Archaeological Heritage: Five Years of Crisis 2011–2015. Damascus, Ministry of Culture, Directorate. General of Antiquities and Museums http://www.dgam.gov.sy/archive/docs/File/downloads/Book_en_2016.pdf.

УДК 69.05

Ильяс Халдурдыев, магистрант
(Санкт-Петербургский государственный
архитектурно-строительный университет)
E-mail: ilyas21love28@mail.ru

Ilyas Haldurdyev, undergraduate
(Saint Petersburg State University
of Architecture and Civil Engineering)
E-mail: ilyas21love28@mail.ru

**МЕТОДЫ ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОГО СТРОИТЕЛЬСТВА
ВЫСОТНЫХ ЗДАНИЙ И ИХ ОСОБЕННОСТИ**

**METHODS FOR ENERGY EFFICIENT CONSTRUCTION
OF HIGH-RISE BUILDINGS AND THEIR FEATURES**

Целью статьи является изучение методов совершенствования организации строительства зданий с применением энергоэффективных технологий. Для достижения поставленной цели были решены следующие задачи: изучен имеющийся материал по данной тематике; даны понятия энергоэффективного здания и перечислены основные принципы возведения энергоэффективных зданий. Для решения поставленных задач в статье использованы такие методы как анализ, синтез, описание, обобщение. Результат исследования: было показано, что проектирование и возведение энергоэффективных высотных домов гарантируют комфортное жизнеобеспечение населения и рациональное потребление энергоресурсов.

Ключевые слова: строительство, энергоэффективные технологии, теплоснабжение, вентиляция.

The purpose of the article is to study methods for improving the organization of building construction using energy efficient technologies. To achieve this goal, the following tasks were solved: the available material on this topic was studied; give the concepts of an energy efficient building and list the basic principles for the construction of energy efficient buildings. To solve the set tasks, the article uses methods such as analysis, synthesis, description, generalization. The result of the study: it was shown that the design and construction of energy-efficient high-rise buildings guarantee a comfortable life support for the population and rational consumption of energy resources.

Keywords: construction, energy efficient technologies, heat supply, ventilation.

Большинство современных ученых отмечают то, что энергосберегающие технологии станут неотъемлемой частью строительной отрасли [1]. Ежегодный рост цен на электроэнергию способствует актуальности проблемы повышения энергоэффективности зданий и снижения энергопотребления. По причине недостатка энергии основной проблемой считается минимизация потери тепла в зданиях [2]. Энергосбережение имеет особое значение в случаях увеличения масштабов строительства, то есть в высотном строительстве. Кроме того, актуальность определяется тем фактом, что постоянно растут требования к качеству, безопасности, энергоэффективности и экологичности в области многоэтажного жилищного строительства, что также вызывает соответствующее увеличение затрат на строительство в связи с необходимостью внедрения новых технологий, материалов. В результате чего стоимость готовой строительной продукции значительно возрастает.

Одной из основных целей строительства, решаемой с использованием энергоэффективных технологий в строительстве, является эффективная теплоизоляция здания. В свою очередь теплоизоляция решает следующие практические задачи:

1. Повышение температурного комфорта, утепление и звукоизоляция зданий и сооружений.

2. Топливные ресурсы экономятся напрямую, а эксплуатационные расходы снижаются.

3. Значительная экономия топливных и других энергетических ресурсов в многоэтажном здании, которое было введено в эксплуатацию, за счет архитектурных и инженерных решений. Такая система энергоэффективности называется пассивной. Основные конструктивные решения для возведения пассивных систем включают такие элементы, как толстые стены, окна с двойным или тройным остеклением, эффективную теплоизоляцию, а также застекленные летние помещения.

Летние помещения в многоэтажных домах являются не только дополнением к квартире, они играют важную роль в энергоэффективности дома. Они образуют промежуточное пространство между квартирой и улицей. Потребление энергии для отопления помещений также зависит от разницы температур воздуха внутри и снаружи помещения [3]. Исследование Адама Турецкого, профессора Белостокского технического университета с кафедры архитектурного проектирования, показывает, что остекление лоджий и балконов экономит около 6–7 % энергии, что повышает энергоэффективность здания [4].

Обзор жилых зданий в городе Санкт-Петербург на улице Аккуратова подтверждает тенденцию увеличения летних площадей (рис. 1).



Рис. 1. Пример роста летних помещений в жилых домах на улице Аккуратова в Санкт-Петербурге

Обслуживание энергоэффективного многоэтажного здания включает в себя не только изоляцию строительных конструкций с помощью теплоизоляционных материалов, но и специальные инженерные решения для системы теплоснабжения и вентиляции. Например, для обеспечения эффективного энергосбережения в здании применяются различные решения, связанные с инженерным оборудованием, что в данном случае называется активной системой.

Эти активные энергосберегающие системы могут включать в себя инженерное оборудование, которое использует и преобразует энергию из возобновляемых источников энергии, таких как отопление, водоснабжение и вентиляция. Обычно к такому оборудо-

ванию относятся солнечные панели, ветряные генераторы, насосы, которые используют тепло, вырабатываемое системами вентиляции воздуха, или тепло, вырабатываемое из грунта или грунтовых вод, и тому подобное.

В свою очередь, теплоизоляция здания отрицательно влияет на климат в помещениях и благосостояние жителей, поскольку теплоизоляция становится сильным барьером между внутренней и внешней средой. Жилые помещения должны постоянно вентилироваться. Проветривание зимой с открытием окна значительно увеличивает тепловые потери здания. Использование системы механической вентиляции с рециркуляцией тепла является одним из решений для обеспечения экономически эффективного использования энергии в зданиях.

Механизм системы приточно-вытяжной вентиляции с рециркуляцией тепла на рис. 2 выглядит следующим образом: наружный воздух, который приблизительно равен температуре $-15\text{ }^{\circ}\text{C}$, поступает в фильтр приточного воздуха, где он далее направляется в теплообменник, который способствует нагреванию приточного воздуха в теплообменнике до $+20\text{ }^{\circ}\text{C}$. И обратный процесс, при котором температура вытяжного воздуха составляет примерно $+23\text{ }^{\circ}\text{C}$, который поступает через вытяжной вентилятор в фильтр вытяжного воздуха и преобразуется в теплообменнике в вытяжной воздух, температура которого составляет $+10\text{ }^{\circ}\text{C}$.

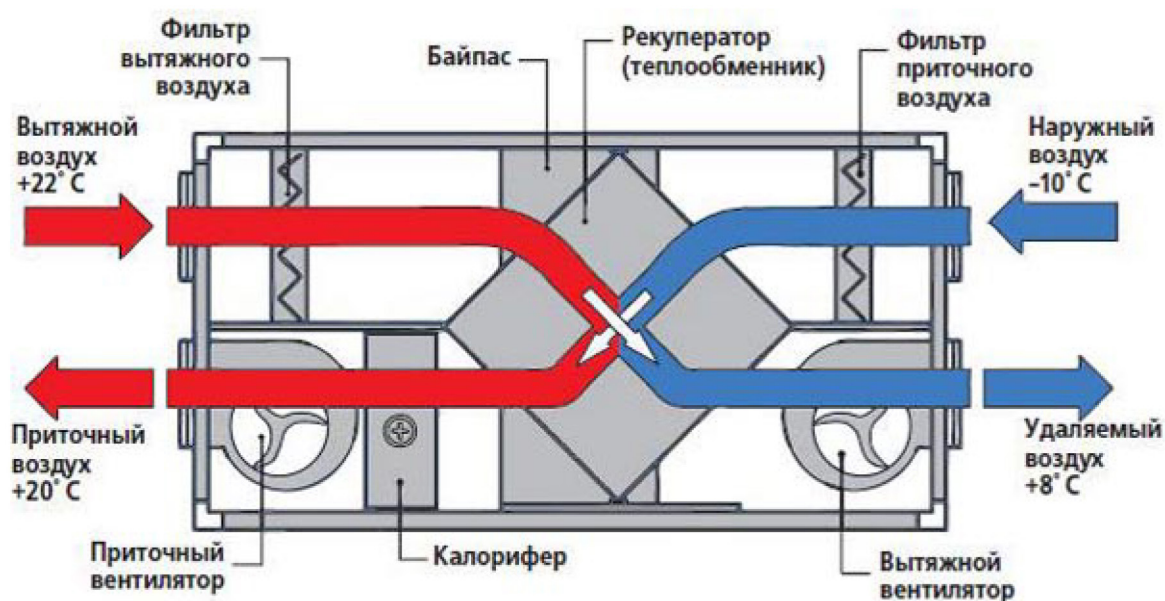


Рис. 2. Схема приточно-вытяжной вентиляции с рециркуляцией воздуха

Эта технология обеспечивает приток свежего нагретого воздуха в помещение за счет тепла вытяжного воздуха, что позволяет экономить до 80 % потерь тепловой энергии за счет замещения [5].

Таким образом, в комнате будет свежий воздух и благоприятный микроклимат Система приточно-вытяжной вентиляции в сочетании с рециркуляцией тепла стала предпочтительным решением для удовлетворения требований по улучшению качества воздуха в помещениях при одновременном снижении потребления энергии в здании. Однако эти системы часто являются простыми теплообменниками, которые не могут работать

в несбалансированном режиме. В результате нежелательное кондиционирование тепла может запускать системы, работающие в периоды, когда восстановление энергии нежелательно. Вентиляция с рециркуляцией тепла в сочетании с тепловыми насосами считается одним из решений по снижению энергопотребления.

На рис. 3 показан тепловой насос, настроенный с помощью вентиляции с рециркуляцией тепла, а на рис. 4 показан без подключения.

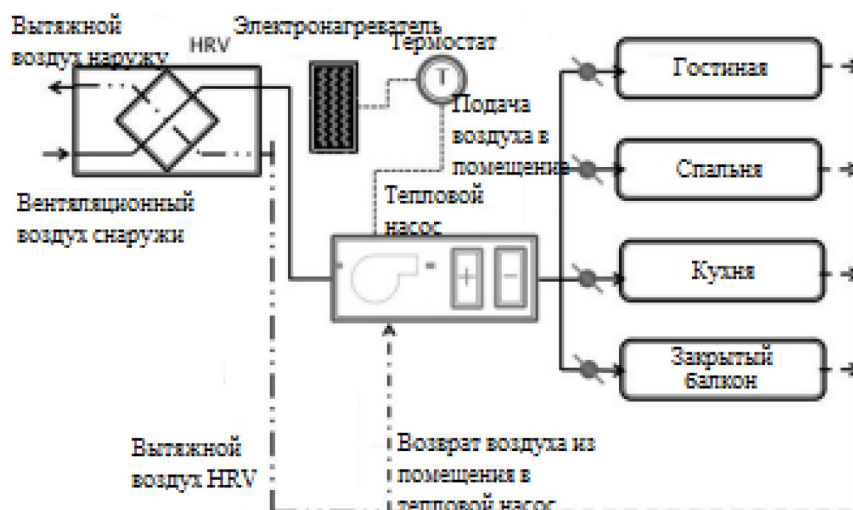


Рис. 3. Схема воздушного теплового насоса с теплообменником



Рис. 4. Схема воздушного теплового насоса без теплообменника

Воздух, подаваемый тепловым насосом, поступает в помещение, а вытяжной воздух направляется в теплообменник, где он нагревает наружный воздух, поступающий в тепловой насос. Затем воздух нагревается или охлаждается тепловым насосом до желаемой температуры перед подачей в помещение.

Эти бытовые отопительные приборы считаются одной из многообещающих возможностей для энергоэффективных и низкоуглеродистых решений для зданий и сооружений. Однако устойчивость не всегда является отъемлемой чертой всех тепловых насосов. Согласно подходу мышления жизненного цикла, прямая оценка экологических,

экономических и социальных аспектов на протяжении жизненного цикла необходима для оценки полной устойчивости технологий. В случае систем отопления, использующих тепловые насосы, наблюдается более высокая осведомленность об относительно более высоких затратах на стадии инвестирования при относительно более низких эксплуатационных расходах этих систем.

Исходя из экономического анализа исследователей, очевидно, что, несмотря на высокие инвестиционные затраты на установку тепловых насосов, затраты на выработку тепловой энергии значительно ниже по сравнению с углем, природным газом и мазутом. Использование этой технологии позволяет сэкономить около 70 % электроэнергии на отопление, что существенно влияет на энергоэффективность здания. Однако препятствием для широкого использования тепловых насосов, несомненно, являются высокие инвестиционные затраты и длительный срок окупаемости.

Чтобы выбрать наиболее оптимальные энергосберегающие решения, необходимо начать работу по анализу и подбору решений на этапе проектирования зданий. Например, благодаря выбору планировочного решения, при котором достигается оптимальная ориентация здания и наиболее приемлемая форма, в частности, для защиты от ветра, распространения солнечного освещения, повышения теплоаккумулирующей способности ограждающих наружных конструкций здания и так далее.

Грамотным подходом к принятию конструктивных строительных решений могут быть следующие виды деятельности:

- энергоаудит, который является расчетом энергетических балансов здания;
- проведение тепловизионного анализа ограждающих конструкций зданий, а также их реконструкция;
- установка систем учета потребления воды и тепловых ресурсов;
- установка систем контроля стоимости энергоресурсов;
- внедрение системы регулирования потребления воды и тепла.

Таким образом, становится очевидным, что наиболее эффективным решением для энергосбережения многоэтажного жилого здания является использование комплексных решений. Комплексные решения включают как меры по улучшению конструктивных элементов здания, так и использование инженерных систем.

Соответственно, можно сделать вывод, что из-за очевидной давно назревшей актуальности и острой необходимости концепция энергосберегающего многоэтажного строительства откладывается и постепенно находит признание в Российской Федерации. Относительная дешевизна энергии в стране в старые времена иногда не позволяла ощутить максимальный положительный эффект от использования энергосберегающих технологий, материалов, а также инженерных и архитектурных решений в высотном строительстве.

Поэтому сегодня проблемы формирования многоэтажного жилищного строительства с учетом энергосбережения при эксплуатации зданий и сооружений становится особенно острыми как внутри отдельных предприятий и отраслей экономики, так и в масштабах всей страны. Соответственно, нет сомнений, что постепенно проблема внедрения энергосберегающих технологий приобретает общегосударственное значение. Отметим, что этот вопрос имеет особое значение в сфере многоэтажного жилищного строительства.

На уровне ключевой задачи строительной отрасли и на уровне государственной политики основным принципом энергосбережения является обеспечение возможности, при необходимости, сокращения потребления энергоресурсов без нанесения ущерба потребителям и без нанесения ущерба окружающей среде. Здесь следует отметить, что такая политика осуществляется не только за счет полной экономии ресурсов, но и за счет грамотного и безопасного использования ресурсов.

В заключении стоит отметить, что продуманные решения по проектированию энергоэффективных многоэтажных жилых домов обеспечат комфортное жизнеобеспечение населения и рациональное потребление энергоресурсов. Более того, грамотная политика в области повышения энергоэффективности за счет использования энергосберегающих технологий становится необходимым условием для достижения экономического роста, повышения качества жизни и обеспечения экологической безопасности страны.

Литература

1. Балагура Н. Ю., Позмогова С. Б. Использование энергосберегающих технологий в строительстве // Вестник УлГТУ. 2011. № 4. С. 45–47.
2. Бадьин, Г. М. Строительство и реконструкция малоэтажного энергоэффективного дома. СПб.: БХВ – Петербург, 2011. 432 с.
3. Waclaw Celadyn. Glazed partitions in energy-efficient architecture. Cracow University of Technology. 2004. P. 194.
4. Adam Turecki. Untapped potential of loggias and balconies glazing. // Technical Transactions. 2011. № 11. P. 205–211.
5. Schwarzenbeck N., Erley R., Wilderer P. A. Aerobic Granular Sludge in an SBR-System Treating Wastewater Rich in Particulate Matter. Wat. Sci. Technol. 2004. 49 (11–12). P. 41–46.
5. Edite Kamendere, Gatis Zogla, Agris Kamenders, Janis Ikaunieks, Claudio Rochas, Analysis of Mechanical Ventilation System with Heat Recovery in Renovated Apartment Buildings // Energy Procedia. 2015. Volume 72, P. 27–33.

УДК 693.556

Николай Алексеевич Черкашин, магистрант
(Санкт-Петербургский государственный
архитектурно-строительный университет)
E-mail: nikolay-cherkashin@yandex.ru

Nikolay Alekseevich Cherkashin, undergraduate
(Saint Petersburg State University
of Architecture and Civil Engineering)
E-mail: nikolay-cherkashin@yandex.ru

ОСОБЕННОСТИ ВОЗВЕДЕНИЯ БЕСШОВНЫХ КОНСТРУКЦИЙ ИЗ САМОУПЛОТНЯЮЩИХСЯ БЕТОННЫХ СМЕСЕЙ

FEATURES OF CONSTRUCTION OF SEAMLESS SELF-CONSOLIDATION CONCRETE MIXES CONSTRUCTIONS

В работе выявлена особенность бетонирования нижней плиты коробчатого фундамента здания «Башня» многофункционального комплекса «Лакhta Центр». Рассмотрены вопросы технологии выполнения работ, обеспечения температурных режимов в период выполнения работ и твердения бетона, выявлены оптимальные условия для укладки и твердения бетонной смеси в конструкции.

Ключевые слова: самоуплотняющийся бетон, самоуплотняющиеся бетонные смеси, уникальные здания и сооружения, устройство монолитной железобетонной плиты.

The paper revealed a feature of concreting the bottom slab of the box-shaped foundation of the „Tower“ building of the multifunctional complex „Lakhta Center“. The issues of the technology of work performance, provision of temperature regimes during the period of work and concrete hardening are considered, the optimal conditions for laying and hardening of the concrete mixture in the structure are identified.

Keywords: self-consolidation concrete, self-consolidation concrete mixtures, modern types of formwork, unique buildings and structures, installation of a monolithic reinforced concrete slab.

В настоящее время изучение и внедрение самоуплотняющихся бетонных смесей и методов их диагностики активно продолжается в Японии и в странах Западной Европы. В России применение самоуплотняющегося бетона только получает своё развитие, однако на протяжении последнего десятилетия рядом строительных организаций предприняты успешные попытки применения самоуплотняющегося бетона в гражданском строительстве [1, 4]. В последнее время российскими специалистами разработан ряд нормативных документов по подбору составов, приготовлению, технологии укладки самоуплотняющейся бетонной смеси, контролю качества, а также методам испытаний самоуплотняющейся бетонной смеси. Но в виду недостаточности нормативной базы в Российской Федерации по самоуплотняющимся бетонам наряду с отечественными документами пользуются нормативами других государств.

В целом, зарубежный опыт подтверждает, что применение СУБ экономически оправдано, однако такой бетон имеет существенную специфику.

В первую очередь при технико-экономическом сравнении должны учитываться параметры сложности и ответственности конструкций, так как самоуплотняющийся бетон – это высокопрочный бетон 60 – 100 МПа и более, а также морозостойкостью до F600. Подразумеваются и повышенные требования к конструкции опалубки, которая должна быть прочной и герметичной, чтобы выдержать гидростатическое давление бетонной смеси [2].

В частности, при строительстве многофункционального комплекса «Лахта Центр» проектом разработанным ЗАО «ГОРПРОЕКТ» в соответствии со специальными техническими условиями на проектирование и строительство предусматривалось применение самоуплотняющихся бетонных смесей.

При разработке технологического регламента на устройство нижней плиты коробчатого фундамента было принято решение по непрерывному бетонированию конструкции с равномерной укладкой бетонной смеси по всей площади от основания плиты к верху с перемещением фронта укладки смеси по вертикали, обусловленное рядом причин, но в первую очередь – неравномерностью распределения нагрузки от здания «Башни» на нижнюю плиту коробчатого фундамента. Общий вес «Башни» составляет более 650 тыс. тонн, и весь он приходится на нижнюю плиту фундамента и свайное основание, распределяясь посредством ядра и радиальных стен внутри коробчатого фундамента. Наличие технологических швов в нижней плите могло привести в будущем к трещинам, ремонт которых произвести было бы невозможно [3].

В основе технологии укладки бетонной смеси в конструкцию лежали следующие принципы:

1. Бетонирование фундаментной плиты осуществляется непрерывно на всю высоту (толщину) конструкции с равномерной укладкой смеси по всей площади конструкции от основания плиты к верху с перемещением фронта укладки смеси по вертикали.

2. Средняя скорость бетонирования должна быть не менее 450 м³/час.

3. В целях уменьшения экзотермии бетона класса В60 соблюдаются следующие условия:

- бетонные смеси должны обладать низким энергетическим потенциалом – иметь минимизированный для данного класса бетона расход цемента не выше 360 кг/м³ в пересчете на клинкер;

- для производства бетонных смесей применяется портландцемент, содержащий С₃А в количестве не более 8 %;

- бетонные смеси, доставленные на стройплощадку, должны иметь температуру в диапазоне +5...+15 °С.

4. Расчетный прирост температуры бетона в ядре плиты (относительно температуры уложенной в конструкцию смеси) не более 50 °С.

5. Бетонирование густоармированной конструкции нижней фундаментной плиты осуществляется с использованием бетонной смеси с подвижностью (распływом стандартного конуса) в диапазоне от 60 до 65 см, что относит её к категории самоуплотняющихся.

6. Выдерживание бетона в конструкции планируется осуществлять в условиях, предотвращающих термическую усадку с обеспечением:

- скорости остывания бетона в ядре плиты не более 2,0 – 3,0 °С в сутки;

- перепада температур между зонами, имеющими общую границу по высоте плиты не более 20 °С. Допускаемое превышение указанной критической разности температур на 2 °С не приведет к образованию трещин с раскрытием, превышающим нормативное значение.

Вышеизложенные принципы, касающиеся температурных характеристик бетона и особенностей ухода за конструкцией, представлены на рис. 1.

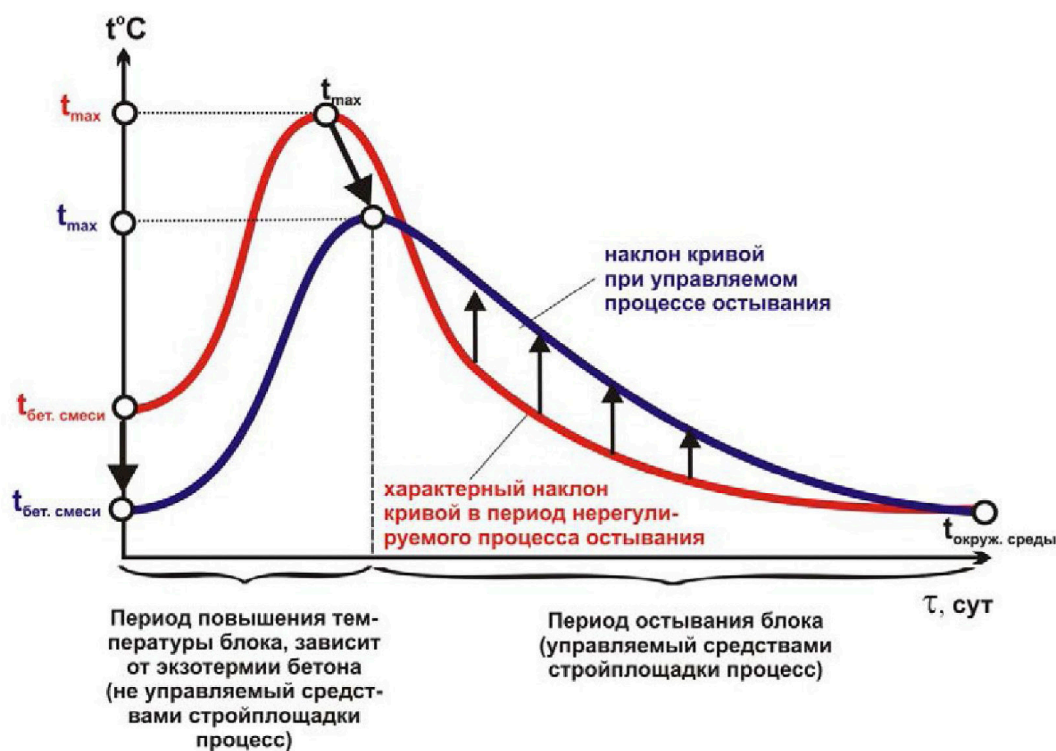


Рис. 1. Принципиальная схема управления температурными параметрами бетонной смеси и бетона в конструкции в процессе ее выдерживания

В целях защиты от атмосферных осадков и обеспечения регламентированных требований к температурному режиму выдерживания бетона, а также для комфортной организации работ над всем фронтом бетонирования конструкции плиты был смонтирован защитный шатер (рис. 2), под которым обеспечивался требуемый температурный режим прогрева воздуха. Для управления температурным режимом использовались теплогенераторы с регулируемой мощностью. Контроль температурного режима твердения бетона в нижней фундаментной плите производился при помощи автоматизированной системы, разработанной на основе использования датчиков температуры, которые устанавливались в разных зонах бетонированной плиты: в ядре и на периферии конструкции на трех высотных отметках, а также в верхней зоне плиты на участках, где располагаются стены коробчатого фундамента.

Перед началом бетонирования конструкции, днище плиты и арматурные каркасы прогревались до температуры $+3...+5\text{ }^\circ\text{C}$. Указанная температура достигалась не позднее, чем за 24 часа до начала бетонирования.

Средняя температура в шатре в течение всего периода бетонирования: не ниже $+5\text{ }^\circ\text{C}$.

Температура бетонной смеси, укладываемой в конструкцию, не должна отличаться от температуры арматурного каркаса, днища и стен ограждения по периметру плиты более чем на $12\text{ }^\circ\text{C}$ и находиться в диапазоне $+5...+15\text{ }^\circ\text{C}$.

Подача бетонной смеси в конструкцию осуществлялась с применением 18 бетононасосов. С целью предотвращения расслоения смеси использовались бетонолитные трубы внутренним диаметром 125 мм. Максимальная высота свободного сбрасывания бетонной смеси при укладке в нижний ярус плиты не превышала 1,0 м, а при укладке в сред-

ний и верхний ярус – 1,3 м. Трубы устанавливались из расчета по три штуки на каждый бетононасос.

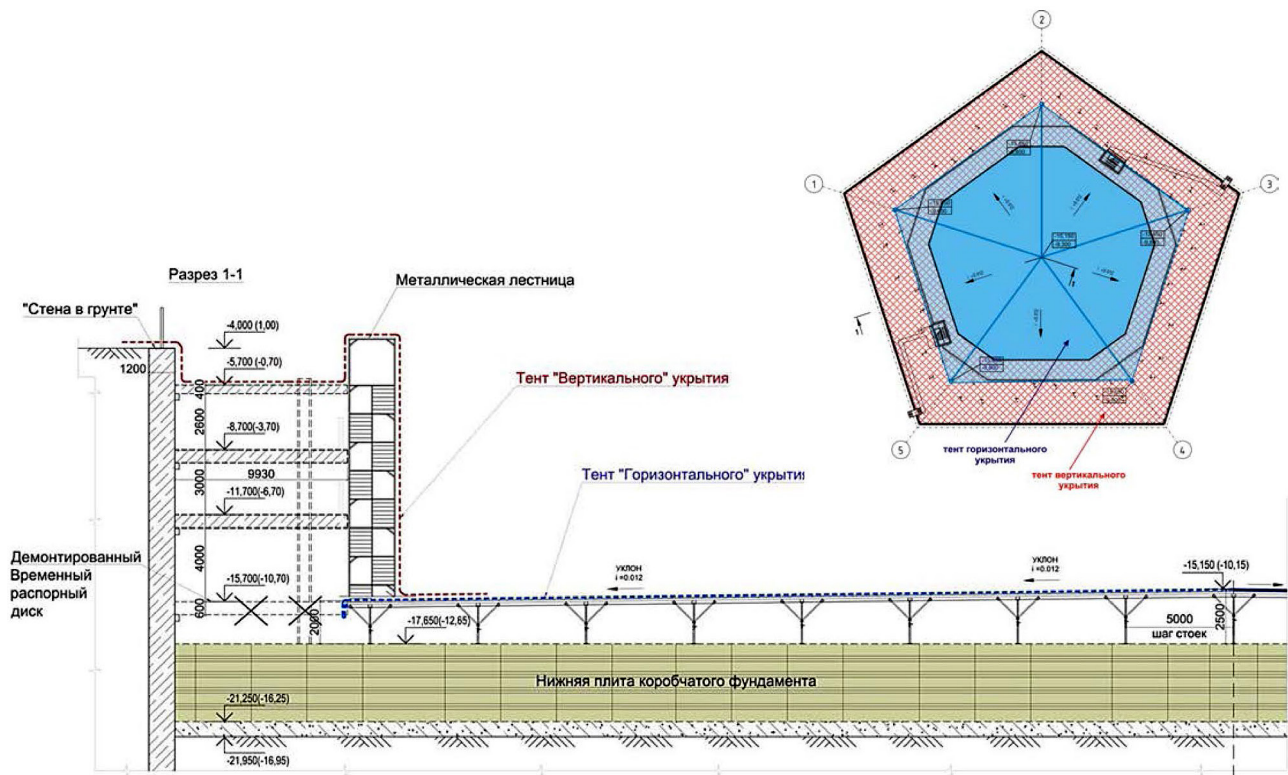


Рис. 2. Схема защитного шатра.

После прокачки цементного раствора перед подачей бетонной смеси в конструкцию производилась прокачка небольшой порции (около 0,1 м³) поступившей на строительную площадку бетонной смеси, которая сбрасывалась затем в специальную емкость или отвал. Перекачивание смеси начиналось после поступления к каждому автобетононасосу не менее двух-трех автобетоносмесителей. Перерывы в подаче бетонной смеси каждым бетононасосом не должны превышать 1,0 часа.

В случае более длительного перерыва в поставке бетона снижался темп перекачивания смеси для обеспечения постоянного ее наличия в приемном бункере бетононасоса и бетоноводе до прибытия следующего автобетоносмесителя. Лабораторный пост контроля качества бетонной смеси организован непосредственно при въезде на строительную площадку.

На разгрузку к бетононасосам автобетоносмесители поступали только после проверки качества бетонной смеси на пробах, отобранных из автобетоносмесителей, и разрешения лабораторной службы.

Подача бетонной смеси в зоны укладки осуществлялась одновременно всеми бетононасосами в расчете на равномерное распределение смеси по всей площади плиты (рис. 3). При этом для обеспечения растекания смеси от центра к периферии конструкции скорость укладки бетона в центральную зону плиты (зона ядра) была выше, чем в периферийные зоны.

От каждого из стальных бетоноводов через гибкое звено смесь последовательно порционно подавалась к бетонолитным трубам (рис. 3). Объем порции смеси, непрерывно

подаваемой на каждую бетонолитную трубу – 24...32 м³. После укладки каждой порции подача смеси осуществлялась в следующую бетонолитную трубу.

Расчетный диаметр растекания бетонной смеси с РК = 60–65 см от каждой бетонолитной трубы – около 12–13 м, ориентировочная площадь распространения смеси – 130–133 м². Ориентировочная скорость подъема слоя уложенного самоуплотнившегося бетона – 7,0...7,5 см/час.

При использовании самоуплотняющейся бетонной смеси ее уплотнение при укладке в конструкцию происходило под действием силы тяжести без принудительного вибровоздействия.

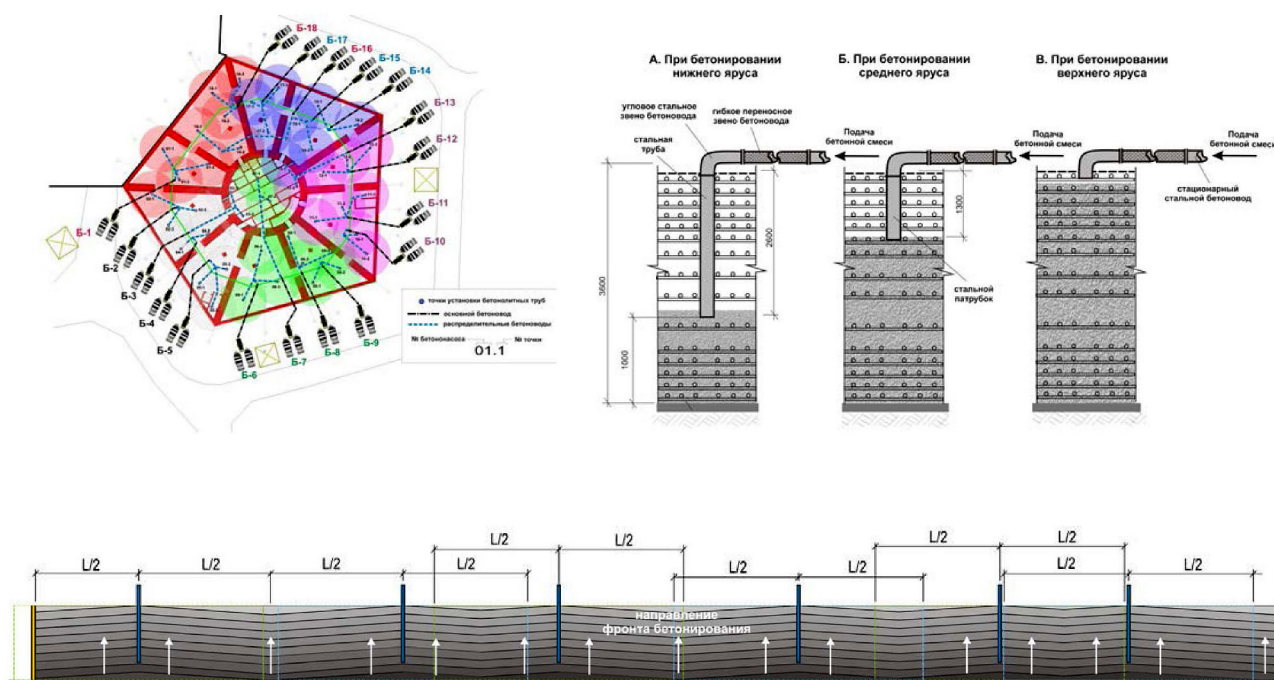


Рис. 3. Схема укладки бетонной смеси и направление фронта бетонирования.

Открытая поверхность плиты в пространстве между выпусками для стен заглаживается, и после заглаживания для устройства паровлагонепроницаемого покрытия с целью предотвращения усадки бетона от обезвоживания на поверхность конструкции с помощью распылителей наносилась водно-дисперсная пленкообразующая эмульсия, теплоизолирующее покрытие типа «Этафом», а затем был уложен рулонный полиэтилен. Указанное паровлагонепроницаемое покрытие устраивается в течение 1–4 часов после заглаживания открытой поверхности плиты. Кроме того, не допуская высыхания влагоудерживающего материала, через 2–3 часа забетонированные участки поливались водой с температурой +10...+25 °С.

С помощью теплоизолирующего покрытия достигается скорость остывания бетона в ядре конструкции не более 2–3 °С в сутки; а также перепад температур между смежными зонами по высоте плиты не более 20 °С.

Срок безопасного снятия тепляка при сохранении теплоизоляции при температуре наружного воздуха до –10 °С составляет не менее 6 суток после укладки. При понижении температуры воздуха ниже –10 °С этот срок должен быть увеличен до 7–11 суток.

До снятия тента необходимо обеспечить теплозащиту холодных выпусков арматуры путем закрытия их сверху 3 слоями «Этафома», либо одним слоем «Этафома» и надеванием на выпуски теплоизолирующих чехлов типа «Вилатерм». После снятия тента устанавливаются леса для монтажа арматурных каркасов стен, по которым устраивается укрытие в виде тента. Воздух внутри тента прогревается до перепада температур между поверхностью бетона и воздухом не более 17 °С. После этого с выпусков арматуры снимается их укрытие.

Заключение

1. Без применения мероприятий по регулированию температурного режима (применения теплоизоляции и тепляка) трещиностойкость фундаментной плиты не обеспечивается. Образование трещин происходит в начальные сроки твердения бетона от 2 до 9 суток.

2. Перед укладкой бетона необходим прогрев основания как минимум до 3 °С.

3. Срок безопасного снятия тепляка при сохранении теплоизоляции при температуре наружного воздуха до –10 °С составляет менее 6 суток после укладки. При понижении температуры воздуха ниже –10 °С этот срок должен быть увеличен до 7–11 суток.

4. До снятия тента необходимо обеспечить теплозащиту холодных выпусков арматуры путём закрытия их сверху тремя слоями Этафома, либо одним слоем Этафома и надеванием на выпуски теплоизолирующих чехлов, типа Вилатерм. После снятия тента устанавливаются леса для монтажа арматурных каркасов стен, по которым устанавливается укрытие в виде тента. Воздух внутри тента прогревается до перепада температур между поверхностью бетона и воздухом не более 17 °С. После этого с выпусков арматуры снимается Этафон и/или Вилатерм.

Литература

1. Соловьянчик А. Р., Пуляев И. С., Нагорный Д. Е. Применение самоуплотняющихся бетонов в транспортном строительстве//Бетон и Железобетон. 2012. № 1.

2. ОДМ 218.3.070-2016 Методические рекомендации по разработке рецептуры самоуплотняющегося бетона с заданными свойствами по водонепроницаемости для буронабивных свай.

3. Травуш В. И., Шахворостов А. И., Бобков А. А., Морозова Е. В., Никифоров С. В. Бетонирование нижней плиты коробчатого фундамента башни комплекса «Лакhta Центр»// «Высотное строительство» 2015/1 [Электронный ресурс] / <https://lakhta.center/ru/article/?id=1202>

4. Ефимов С. Н., Суханов М. А. Самоуплотняющиеся бетоны. Реальность и перспективы [Электронный ресурс] / Ефимов С. Н., Суханов М. А. – Режим доступа: <http://www.stroyorbита.ru/index.php/building-materials/item/1539samouplotnyayuschiesya-betonyi-realnost-i-perspektivy>

5. Опыт применения самоуплотняющихся бетонных смесей при строительстве мостов и тоннелей / Соловьянчик А. Р., Коротин В. Н., Пуляев И. С. и др. // Международное аналитическое одобрение. Цемент. Бетон. Сухие смеси. – 2012.

СОДЕРЖАНИЕ

СЕКЦИЯ ОРГАНИЗАЦИИ СТРОИТЕЛЬСТВА

<i>Биче-оол Хензиг Владиславовна, Бохан Хайтам Абдулраззак</i> Система контроля качества во избежание задержек строительства из-за переделок	3
<i>Хурейни Надим</i> Риски в строительстве в условиях Палестины.	11
<i>Юлия Сергеевна Бабченко</i> Адаптирование современных строительных технологий к сохранению объектов историко-культурного наследия	17
<i>Елизавета Вадимовна Белобородова</i> Типология и организация строительства железнодорожных вокзалов	25
<i>Глеб Андреевич Белов</i> Особенности охраны труда при выполнении работ автомобильными кранами.	34
<i>Виктория Константиновна Белова</i> Анализ основных положений метода критической цепи и рациональность использования его в строительстве.	41
<i>Анастасия Андреевна Бритвина</i> Анализ применения метода освоенного объема для контроля сроков инвестиционно-строительных проектов.	51
<i>Екатерина Михайловна Грачева</i> Оптимизация методики определения физического износа объектов.	58
<i>Вьет Лонг Данг, Чаяна Алексеевна Бады-оол</i> Особенности технологии BIM 4D при разработке проектной документации	64
<i>Олеся Сергеевна Зайцева</i> Участники инвестиционно-строительного процесса и схемы их взаимодействия	76
<i>Виктория Сергеевна Казанбаева</i> Зеленые и эксплуатируемые крыши при редевелопменте	83
<i>Аружан Казыбай</i> Технология модульного строительства – перспективное направление отрасли.	89
<i>Александр Сергеевич Карпушкин</i> Сравнительный анализ элементов планирования, уведомления технического заказчика и предъявления работ в отечественной системе строительного контроля и зарубежной практике.	96

<i>Валерия Сергеевна Колесниченко</i> Сокращение сроков строительства энергоблока № 2 ленинградской АЭС-2 с помощью использования технологии «OPEN-TOP»	111
<i>Кристина Денисовна Кочетова, Руслан Вячеславович Хачиев, Александра Игоревна Касаткина</i> Особенности внедрения BIM-технологий в организацию строительного производства в России	117
<i>Илья Денисович Легостаев</i> Способы увеличения надёжности, прочности фундаментов под промышленное оборудование путём сокращения производственных рисков в ходе их устройства.	124
<i>Дарья Сергеевна Кравцова, Артур Вячеславович Нефедов</i> Особенности организации проектной подготовки строительства большепролетных зданий.	130
<i>Роман Андреевич Масликов</i> Современные организационно-технологические решения при строительстве высотного панельного жилого дома	134
<i>Максим Алексеевич Панов</i> Анализ реконструируемых многоквартирных домов в г. Санкт-Петербург	137
<i>Карина Дмитриевна Петрова</i> Программа развития застроенных территорий в Санкт-Петербурге	143
<i>Анна Александровна Пудышева, Артур Вячеславович Нефедов</i> Организация работ по усилению фундаментов и контактной зоны «фундамент-грунт» инъекционным методом в г. Санкт-Петербург.	150
<i>Алена Петровна Саперова, Валерия Евгеньевна Фролова</i> Развитие цифрового проекта организации строительства	155
<i>Михаил Александрович Смирнов</i> Организационно-технологическое решение по устройству несъёмной опалубки из хризолитовых листов при устройстве пенобетонных конструкций при строительстве коттеджного посёлка в Ленинградской области	162
<i>Александр Сергеевич Суржик</i> Особенности внедрения технологии озеленения крыш в России	168
<i>Кирилл Сергеевич Урютин</i> Особенности 3D-голограмм в организации строительно-монтажных работ на строительной площадке.	173
<i>Маргарита Эдуардовна Чунаева</i> Информационные технологии при осуществлении контроля качества строительного производства	178

<i>Екатерина Владимировна Шмелева</i> Оптимизация работ при устройстве каменной кладки	184
<i>Александр Эдуадович Щегольков</i> Поточная организация строительства зданий и сооружений с использованием аддитивных технологий	190
<i>Наталья Александровна Щербина</i> Организационные решения при проведении восстановительных работ на объекте культурного наследия	197
<i>Светлана Юрьевна Нерозина, Елена Петровна Горбанева, Яна Сергеевна Логвинова</i> Современные направления развития экспертной деятельности в условиях цифровизации	206
<i>Дмитрий Владимирович Топчий, Алексей Юрьевич Юргайтис, Александра Олеговна Желтая</i>	213
Основные принципы утверждения проектно-сметной документации на объекты капитального строительства, реконструкции и перепрофилирования.	213
<i>Вараздат Самвелович Ерицян</i> Практическое применение 4D моделирования и методики освоенного объема в целях контроля инвестиционно-строительного проекта	222

СЕКЦИЯ ТЕХНОЛОГИИ СТРОИТЕЛЬНОГО ПРОИЗВОДСТВА

<i>Данил Александрович Ерин, Альфия Наильевна Нагманова</i> Оценка экономической целесообразности монолитного плитного фундамента с дополнительными ребрами жесткости.	228
<i>Альфия Наильевна Нагманова, Иван Олегович Лебедев</i> «TOP-DOWN» – инновация в подземном строительстве	236
<i>Алексей Михайлович Смоляноко, Альфия Наильевна Нагманова</i> Особенности технологии «стена в грунте» с применением усиленных арматурных каркасов	241
<i>Дарья Ивановна Кулакова</i> Оценка показателя «стесненности» строительной площадки при производстве демонтажных работ	247
<i>Антон Евгеньевич Кубасевич, Мкртич Мкртичевич Тонаканян</i> Влияние технологических факторов негеометрического характера на появление и развитие усталостных трещин в зоне сжатого пояса подкрановых балок	252

<i>Рамазан Дмитриевич Александров</i>	
Совершенствование технологии возведения ограждений земельных участков	258
<i>Ахмед Аль Дебият</i>	
Факторы, влияющие на успех строительного проекта	263
<i>Вадим Вадимович Арнаут</i>	
Производство работ и контроль их качества при применении технологии универсальной панели	270
<i>Анна Владимировна Аронская</i>	
Совершенствование контроля качества при проведении сварочных работ в строительстве (окончание)	275
<i>Анастасия Сергеевна Белоглазова</i>	
Использование стальных шпунтовых свай в подземных конструкциях	284
<i>Ян Игоревич Бинецкий</i>	
Применение технологий реверсивного инжиниринга в производстве реставрационных работ	290
<i>Игорь Андреевич Бляшкин</i>	
Организационно-технологические решения опалубочных работ в городе Тында.	298
<i>Богдан Дмитриевич Бойко</i>	
Технология монтажа многоэтажных зданий из деревянных конструкций в условиях Крайнего Севера	304
<i>Анастасия Геннадьевна Боровикова</i>	
Повышение эффективности строительства монолитных зданий.	311
<i>Павел Александрович Будзинский</i>	
Рециклинг бетона при реновации застроенных территорий	315
<i>Алексей Владимирович Быченко</i>	
Выбор технологии строительства станции посадки аттракционного комплекса в г. Санкт-Петербург.	322
<i>Эльза Фаридовна Валеева</i>	
Методы усиления фундаментов.	328
<i>Мохаммад Алем Вардак</i>	
Методы и технологии возведения зданий в условиях сейсмичности Афганистана (Кабул)	333
<i>Андрей Алексеевич Гавриленко</i>	
Преимущества и недостатки отделки жилых зданий навесными вентилируемыми фасадами	341
<i>Герман Антонович Дьяконов</i>	
Развитие строительного комплекса Республики Саха (Якутия).	347

<i>Софья Сергеевна Жадеева</i> Анализ особенностей проектирования животноводческих комплексов. Светоаэрационный фонарь.	352
<i>Ксения Владимировна Каргаполова</i> Устройство системы солнечного освещения для улучшения здоровья и работоспособности сотрудников и студентов путем повышения уровня инсоляции и экономии электроэнергии в некоторых аудиториях ФГБОУ ВО «СПбГАСУ»	356
<i>Жанна Алексеевна Комарова</i> Проблемы монолитного домостроения	361
<i>Антон Николаевич Коноплёв</i> Метод строительного контроля с использованием технологии аэрофотосъёмки.	367
<i>Алексей Андреевич Коренков</i> Особенности применения термоэлектрических матов в строительстве	373
<i>Дарья Александровна Кравцова</i> Применение BIM на стадии демонтажа с целью увеличения рециклинга отходов	378
<i>Владимир Валерьевич Кутумов</i> Технология возведения геодезических купольных конструкций из древесины при помощи пневматической подушки в условиях Крайнего Севера	384
<i>Надежда Сергеевна Максимова</i> Устройство фундаментов в условиях вечной мерзлоты	395
<i>Нигина Исмаиловна Малышева</i> Эффективность современных методов усиления конструкций в области реконструкции промышленных и гражданских объектов	401
<i>Кирилл Андреевич Марочкин</i> Особенности технологий нанесения штукатурного раствора	408
<i>Андрей Андреевич Олефиренко, Александр Владимирович Пивоварчик</i> «Безотделочная» технология изготовления монолитных конструкций.	414
<i>Полина Николаевна Печкова</i> Реализация метода оценки несущей способности свайных фундаментов с учетом способов их возведения	419
<i>Юлия Юрьевна Рыкова</i> Гидроизоляция деформационных и рабочих швов в монолитных конструкциях подземных сооружений	425
<i>Антон Юрьевич Сазонов</i> Проблемы кирпичных фасадов исторической части Санкт-Петербурга	432

Кирилл Павлович Силиванов

Особенности технологии надстройки этажей при реконструкции
жилых зданий 436

Иван Андреевич Смирнов

Применение технологий виртуальной реальности при выполнении
строительно-монтажных работ 441

Артур Алимович Тугушев

Совершенствование изоляционных материалов эксплуатируемой
инверсионной кровли 446

Сами Фаресс

Изучение реабилитации и восстановления некоторых участков
в старом городе Алеппо и используемых строительных методов 453

Бляс Халдурдыев

Методы энергоэффективного строительства высотных зданий
и их особенности. 461

Николай Алексеевич Черкашин

Особенности возведения бесшовных конструкций из самоуплотняющихся
бетонных смесей 467

Научное издание

**ТЕХНОЛОГИЯ И ОРГАНИЗАЦИЯ
СТРОИТЕЛЬНОГО ПРОИЗВОДСТВА**

Материалы всероссийской молодежной
научно-практической конференции

28–29 апреля 2021 г.

Компьютерная верстка *О. Н. Комиссаровой*

Подписано к печати 16.04.2021. Формат 60×84 ¹/₈. Бумага офсетная.
Усл. печ. л. 55,8. Тираж 300 экз. Заказ 38. «С» 14.
Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет.
190005, Санкт-Петербург, 2-я Красноармейская ул., д. 4.
Отпечатано на МФУ. 198095, Санкт-Петербург, ул. Розенштейна, д. 32, лит. А.

ДЛЯ ЗАПИСЕЙ