

АРХИТЕКТУРА – СТРОИТЕЛЬСТВО – ТРАНСПОРТ



Часть II

ТРАНСПОРТНЫЕ И ИНЖЕНЕРНО-ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ СИСТЕМЫ

САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ

АРХИТЕКТУРНО-СТРОИТЕЛЬНЫЙ
УНИВЕРСИТЕТ, 2015

Министерство образования и науки
Российской Федерации

Санкт-Петербургский государственный
архитектурно-строительный университет

АРХИТЕКТУРА – СТРОИТЕЛЬСТВО – ТРАНСПОРТ

Материалы 71-й научной конференции профессоров,
преподавателей, научных работников, инженеров
и аспирантов университета

7–9 октября 2015 г.

Часть II

ТРАНСПОРТНЫЕ И ИНЖЕНЕРНО-ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ СИСТЕМЫ

Санкт-Петербург
2015

УДК 378.1:001.83(063)

Рецензенты:

д-р архит., зав. кафедрой архитектурного и градостроительного наследия,
декан архитектурного факультета С. В. Семенцов (СПбГАСУ)
канд. техн. наук, доцент кафедры архитектурно-строительных конструкций,
декан строительного факультета А. Н. Панин (СПбГАСУ)
канд. техн. наук, доцент, зав. кафедрой городского хозяйства, геодезии, землеустройства
и кадастров, декан факультета инженерной экологии и городского хозяйства
Е. А. Шестеров (СПбГАСУ)
д-р техн. наук, профессор, зав. кафедрой наземных транспортно-технологических машин,
декан автомобильно-дорожного факультета С. А. Евтюков (СПбГАСУ)
д-р экон. наук, доцент кафедры управления,
декан факультета экономики и управления Г. Ф. Токунова (СПбГАСУ)
д-р юрид. наук, профессор, зав. кафедрой теории и истории государства и права,
декан факультета судебных экспертиз и права в строительстве и на транспорте
В. М. Чибинев (СПбГАСУ)

Архитектура – строительство – транспорт: материалы 71-й научной конференции профессоров, преподавателей, научных работников, инженеров и аспирантов университета. 7–9 октября 2015 г.: [в 3 ч.]. Ч. II. Транспортные и инженерно-экологические системы; СПбГАСУ. – СПб., 2015. – 222 с.

ISBN 978-5-9227-0592-9

ISBN 978-5-9227-0596-7

В сборнике представлены статьи участников 71-й научной конференции ученых Санкт-Петербургского государственного архитектурно-строительного университета.

Печатается по решению Редакционно-издательского совета СПбГАСУ

Редакционная коллегия:

Е. Б. Смирнов (председатель)

А. И. Сарыгулов

А. В. Квитко

Ф. В. Перов

С. Г. Головина

А. В. Кудрявцев

Р. А. Мангушев

М. М. Орехов

А. Г. Вайтенс

Е. М. Смирнова

С. В. Бочкарева

М. В. Процуто

Г. Г. Кельх

И. Ю. Лапина

Г. В. Якунина

В. М. Петров

С. С. Шувалова

А. К. Моденов

С. Н. Никифоров

Г. Е. Русанова

Г. А. Задонская

А. Ф. Юдина

Т. А. Дацюк

В. И. Морозов

Д. В. Иванов

В. Ф. Васильев

И. О. Черняев

Ю. В. Пухаренко

В. В. Цаплин

А. И. Солодкий

А. А. Петров

Э. П. Григонис

А. В. Караван

В. В. Асаул

Е. Г. Гужва

В. В. Резниченко

ISBN 978-5-9227-0592-9

ISBN 978-5-9227-0596-7

© Коллектив авторов, 2015

© Санкт-Петербургский государственный
архитектурно-строительный университет, 2015

СОДЕРЖАНИЕ

АВТОМОБИЛЬНЫЙ ТРАНСПОРТ И ТРАНСПОРТНЫЕ СИСТЕМЫ

СЕКЦИЯ АВТОМОБИЛЬНЫХ ДОРОГ, МОСТОВ И ТОННЕЛЕЙ

Карпов Б. Н., Алексеева Е. А. Вопросы совершенствования системы контроля транспортно-эксплуатационного состояния городских дорог и обеспечения безопасности их функционирования	7
Квитко А. В., Шендрик В. А. О новых технологиях ремонта железобетонных пролетных строений мостов.....	10
Петухов П. А. Жесткие дорожные одежды как основа стабильной транспортной системы страны	16
Судомоин А. С. Анализ транспортных проблем Санкт-Петербурга и методов их решения ...	18
Сырков А. В., Дубинчик Е. В. Особенности цветовой палитры мостовых сооружений Санкт-Петербурга	22

СЕКЦИЯ НАЗЕМНЫХ ТРАНСПОРТНО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ МАШИН

Бакланова Т. В., Репин С. В. Анализ вариантов формирования парков строительной техники с использованием экономических методов	24
Гордиенко В. Е., Березина А. А. Гордиенко Е. Г. К оценке влияния холодной пластической деформации и ТЦО на структуру и свойства сварных соединений металлических конструкций	28
Добромиров В. Н., Доценко С. Н. Техническое диагностирование в автотехнической судебной экспертизе	31
Куракин А. Н., Калашан Д. А., Грушецкий С. М. Экологическая безопасность применения дизельного топлива на автотранспорте	35
Куракина Е. В., Евтюков С. С. Обеспечение экспертных исследований при оценке состояния и качества дорожного покрытия после ДТП	38
Подопригора Н. В. Определение параметров процесса торможения транспортных средств с полной массой до 3,5 тонн при реконструкции ДТП	42
Репин С. В., Зазыкин А. В., Ховалыг Н.-Д. К. Моделирование процесса формирования регионального парка строительных машин	48
Репин С. В., Кротова Н. Н. Метод обеспечения защиты зоны работы дорожно-строительных машин	53
Репин С. В., Литвин Р. А. Моделирование процесса гашения колебаний вибрационного конвейера с помощью гидравлических амортизаторов	56
Соколов В. С., Павлов А. А., Грушецкий С. М. Экскаватор непрерывного действия для отрывки траншей и котлованов	61
Тихов Д. Н. Мониторинг технического состояния автомобилей для определения оптимального срока службы	64

Фадеев А. В., Головкин В. А. Разработка методики определения мощности сервисных центров по обслуживанию транспортно-технологических машин	68
Хисматуллин М. Д., Новожилов Н. В., Евтюков С. А. Заливщик швов	71
Чмилев В. П. Насосно-аккумуляторный привод гидромеханизма рукояти экскаватора	74
Чмилев В. П. Улучшение эксплуатационных свойств системы смазки двигателя	79

СЕКЦИЯ ТЕХНИЧЕСКОЙ ЭКСПЛУАТАЦИИ ТРАНСПОРТНЫХ СРЕДСТВ

Вережкин Н. И. Экспериментально-аналитическое исследование эксплуатационных свойств городских автобусов	83
Воробьев С. А. Городские автобусы и коммунальные автомобили с газодизелями	87
Глазков В. Ф., Вельниковский А. А. Принципы формирования системы АГНКС	89
Джерихов В. Б., Марусин А. В. Анализ и оценка токсичности поршневых двигателей внутреннего сгорания	93
Мешечко Т. А. Анализ системы подготовки водителей автотранспортных средств	96
Подольский Н. И. Метод повышения пропускной способности постов ТО и ремонта автомобилей на СТО	100
Попов А. В. Обоснование периодичности замены моторных масел по параметрам смазывающих свойств	104
Черняев И. О. Современные способы анализа колебаний спроса на услуги автосервиса	108

СЕКЦИЯ ТРАНСПОРТНЫХ СИСТЕМ

Белов А. В., Белова А. М. Методические материалы для реализации концепции интеграции локальных АСУДД	113
Котиков Ю. Г. К вопросу представления контуров Петербургской агломерации в ГИС-моделировании логистического кластера Санкт-Петербурга	116
Сафиуллин Р. Н., Марусин А. В. К вопросу повышения безопасности дорожного движения при использовании технических средств контроля нарушений ПДД	120
Солодкий А. И. Интеграция локальных АСУДД. Цели и задачи	125
Степанов В. Н. Безопасность конструкции коммунальных машин в процессе эксплуатации	128

СЕКЦИЯ ФИЗИЧЕСКОГО ВОСПИТАНИЯ

Колесников М. Б., Луткова Н. В. Повышение эффективности выполнения передач одной рукой в баскетболе	133
Лешева Н. С., Гринева Т. А. Роль спортивных праздников в формировании здорового образа жизни студентов строительных вузов	136
Логинов Ю. И., Вольский В. В. Использование средств системы тай-бо на занятиях по физической культуре	139
Миронова О. В., Караван А. В., Дементьев К. Н., Пристав О. В. К вопросу построения системы балльно-рейтинговой аттестации студентов университета по дисциплине «Физическая культура»	142
Миронова О. В., Токарева А. В., Дементьев К. Н. Физическая подготовленность студентов с нарушениями и заболеваниями опорно-двигательного аппарата	144
Сафонова О. А. Прикладная физическая подготовка студенток строительного профиля на основе комплексного подхода	148

ИНЖЕНЕРНО-ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ СИСТЕМЫ

СЕКЦИЯ ВОДОПОЛЬЗОВАНИЯ И ЭКОЛОГИИ

Ким А. Н., Романова Ю. В. Вопросы применения модифицированных сорбционных материалов для доочистки водопроводной воды	153
---	-----

СЕКЦИЯ ГОРОДСКОГО ХОЗЯЙСТВА, ГЕОДЕЗИИ, ЗЕМЛЕУСТРОЙСТВА И КАДАСТРОВ

Мирошниченко С. Г. Эксперимент по уточнению линейных поправок тахеометра и отражателя	156
Терещенко Т. Ю. Обзор современного состояния систем координат	158
Фомин И. Н. Исследование фактора многопутности как источника ошибок спутниковых измерений при создании планово-высотного обоснования	162

СЕКЦИЯ ТЕПЛОГАЗОСНАБЖЕНИЯ И ВЕНТИЛЯЦИИ

Кауфов М. Х., Комина Г. П. Возможность повышения эффективности работы настенных газовых теплогенераторов мощностью до 65 кВт	165
Мурашова С. А., Бирюзова Е. А. Влияние внутренней коррозии на работу тепловой сети	167
Уляшева В. М. Энергосберегающие технологии на объектах магистральных газопроводов	170

СЕКЦИЯ ТЕХНОСФЕРНОЙ БЕЗОПАСНОСТИ

Георгиади В. В. Пути совершенствования промышленной безопасности	179
Гончарук Т. Н., Цаплин В. В. Междисциплинарность – совершенствование качества профессиональных знаний	182
Милохов В. В., Цаплин В. В. Эксплуатация средств защиты органов дыхания при низкой температуре окружающей среды	184
Савин С. Н., Цаплин В. В. Формирование требований в области безопасности жизнедеятельности у студентов непрофильных специальностей строительного университета	187
Фаустов С. А., Цаплин В. В. Снижение класса условий труда при использовании средств индивидуальной защиты в специальной оценке условий труда	190
Цимберов Д. М., Панов С. Н. К вопросу моделирования оценки функциональной безопасности перекачивающих агрегатов	197

СЕКЦИЯ ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИКИ И ЭЛЕКТРОТЕХНИКИ

Демидов В. П., Демидов Г. В. Особенности измерений мощности и энергии при несинусоидальном характере электрических величин	201
Епишкин А. Е. Разработка и исследование частотно-фазовой системы стабилизации колебаний трехроторной вибрационной установки	206
Кузнецов В. В., Рукобратский Н. И. К вопросу автоматизации повысительных насосных станций с фильтрами доочистки воды	209
Рукобратский Н. И., Федоров А. И., Голованов Е. А. Молниезащита зданий и сооружений	211
Томчина О. П., Горлатов Д. В. Влияние эксцентриситетов роторов на вибрационное поле виброустановки для транспортирования сыпучих строительных материалов	215
Шаряков В. А., Шарякова О. Л. Исследование энергосберегающего алгоритма пуска несбалансированного ротора в системе управления двухконтурным электроприводом	218

СЕКЦИЯ АВТОМОБИЛЬНЫХ ДОРОГ, МОСТОВ И ТОННЕЛЕЙ

УДК 625.712+096

Борис Николаевич Карпов, д-р техн. наук,
профессор
(Санкт-Петербургский государственный
архитектурно-строительный университет)
Елена Александровна Алексеева, аспирантка
(Санкт-Петербургский государственный
архитектурно-строительный университет)
E-mail: mt@spbgasu.ru, foxymama@mail.ru

Boris Nikolayevich Karpov, Dr of Tech. Sci.,
Professor
(Saint Petersburg State University of Architecture and
Civil Engineering)
Elena Aleksandrovna Alekseeva, post-graduate student
(Saint Petersburg State University of Architecture and
Civil Engineering)
E-mail: mt@spbgasu.ru, foxymama@mail.ru

**ВОПРОСЫ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ СИСТЕМЫ КОНТРОЛЯ ТРАНСПОРТНО-
ЭКСПЛУАТАЦИОННОГО СОСТОЯНИЯ ГОРОДСКИХ ДОРОГ И
ОБЕСПЕЧЕНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ ИХ ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ**

THE ISSUES OF IMPROVING THE SYSTEM OF CONTROL OF THE VEHICLE
OPERATING CONDITION OF THE CITY ROADS AND ENSURE THE SAFETY OF THEIR
OPERATION

В настоящее время транспортно-эксплуатационное состояние городских дорог не может считаться удовлетворительным. Значительная часть автомобильных дорог имеет высокую степень износа, что обусловлено высоким ростом парка автотранспортных средств, интенсивности движения, а также увеличением в составе автотранспортных потоков доли большегрузных автомобилей. Ситуация осложняется неразвитостью нормативно-технической базы дорожного хозяйства в некоторых областях, а именно обеспечения контроля качества и диагностики автомобильных дорог. В связи с этим появилась необходимость в усовершенствовании технических норм и технологических регламентов, применении прогрессивных методов производства работ, а также создании системного подхода в решении задач обеспечения контроля качества и эффективности эксплуатации и ремонта улично-дорожной сети.

Ключевые слова: улично-дорожная сеть, транспортно-эксплуатационное состояние автомобильной дороги, износ, прочность дорожной конструкции, ровность.

Currently transport and operational condition of city roads is not satisfactory. A significant portion of roads has a high degree of wear due to the high growth of the vehicle fleet, traffic volumes, and the increase in the composition of road traffic flows in the proportion of heavy vehicles. The situation is complicated by the lack of development of the regulatory framework of road management in some areas, namely quality control and diagnostics of roads. In this regard there was a need to improve technical standards and technical regulations, application of advanced methods of work, as well as creating a systematic approach in solving problems of quality control and efficiency of operation and repair of the road network.

Keywords: the road network, vehicle operating condition of the road, wear road, the strength of the road structure, the evenness of the road surface.

По состоянию на 01.01.2015, общая протяженность улично-дорожной сети города Пскова (далее – УДС) составляет 395 км [1]. Параметры элементов, входящих в состав дорог, отличаются качественными и количественными характеристиками. Только основные из них по данным на 2014 год: проезжая часть (2,5 млн. кв. м) и тротуар (566408,8 кв. м), покрытие которых разнообразно (асфальтобетон, брусчатка, гранитные плиты, бетонные плиты, щебень, гравий, грунт), направляющие и барьерные пешеходные ограждения (4668,8 м), павильоны ожидания городского пассажирского транспорта (76 штук) и т. п.

Согласно муниципальной программе «Развитие и содержание улично-дорожной сети города Пскова» на 2015–2017 годы на эксплуатацию и ремонт существующей сети

(без нового строительства) выделяется 2 902 952,8 тыс. рублей [1]. В связи с этим важной задачей является обеспечение эффективности эксплуатации и ремонта УДС.

Проблемы в сфере эксплуатации УДС, требующие решения:

- состояние 80 % дорог не соответствует требованиям к эксплуатационному состоянию, допустимому по условиям обеспечения безопасности дорожного движения [1]; отмечается быстрый износ верхнего слоя асфальтобетонных покрытий на грузонапряженных трассах, вызванных в том числе высокими транспортными нагрузками и применением шипованной резины;

- отсутствуют электронные базы данных, на основании которых могут выдаваться аналитические отчеты для принятия управленческих решений по эксплуатации дорог и определения приоритетов выделения финансирования. Используемые методы оценки не могут обеспечить оптимальную эксплуатацию УДС, позволяющую минимизировать общие расходы на эксплуатацию и ремонт УДС при достижении при этом наибольшего эффекта для транспортно-эксплуатационного состояния УДС [2];

- низкое качество выполняемых работ;
- отсутствие системности при выполнении работ по диагностике автомобильных дорог;

- не соблюдаются требования по максимально разрешенной массе перевозимых грузов, что оказывает зачастую превышающую расчетную нагрузку на УДС, приводя к ее преждевременному износу и являясь причиной дополнительных затрат на ее восстановление и поддержание [2];

- отсутствует система планирования и координации действий по ремонту и реконструкции объектов УДС и работ на подземных инженерных сетях, находящихся в границах полосы отвода автомобильной дороги;

- в осуществлении дорожной деятельности участвуют различные органы местного самоуправления муниципального образования «Город Псков», включая Управление городского хозяйства Администрации города Пскова, «Комбинат благоустройства», однако, регламент взаимодействия между ними отсутствует;

- вскрытия дорог, связанные с прокладкой, переносом или переустройством инженерных коммуникаций, их эксплуатацией в границах автомобильных дорог, а также с необходимостью восстановления аварий на подземных коммуникациях в каждом втором случае приводят к появлению на асфальте просадок в течение нескольких месяцев или сразу после ремонта.

В процессе эксплуатации автомобильной дороги происходит постепенное снижение первоначальных характеристик ее транспортно-эксплуатационного состояния, а именно снижение прочности, ровности и сцепных качеств дорожного покрытия [3]. Причем ухудшение характеристик происходит неравномерно.

Неравномерность износа поверхности происходит под воздействием колес автотранспорта, чем выше интенсивность движения и чем больше в транспортном потоке тяжелых автомобилей, тем интенсивнее идет этот процесс. Также износ зависит от материала конструкции дорожного покрытия, (к примеру, поверхность асфальтобетонного покрытия изнашивается быстрее цементобетонного), и отклонений от технологии строительства.

Износ поверхности покрытия оказывает влияние на сцепные качества. Большое количество ДТП происходит при недостаточно высоком и меняющемся сопротивлении скольжению дорожных покрытий вследствие полировки выступающих поверхностей каменных частиц дорожного покрытия в результате интенсивного движения автомобилей и применения противогололедных материалов в зимний период. Также существенное влияние на изменение коэффициента сцепления оказывает состояние дорожного покрытия. Так влажность покрытия, обледенение проезжей части и ее замасливание нефтепродуктами значительно снижает коэффициент сцепления.

Неравномерность износа отрицательно сказывается и на ровности покрытия. Ровность определяется наличием неровностей или отклонений фактической поверхности от проектной, вызывающих при проезде автомобиля колебания его колес и кузова. Основные причины возникновения неровностей: высокая транспортная нагрузка, недостаточная прочность и сдвигоустойчивость дорожной одежды, нарушение технологии работ при строительстве, необеспеченный водоотвод и пучинообразование, а также деформации и разрушения покрытия под действием транспорта и климатических факторов [3]. Неровности в свою очередь снижают коэффициент сцепления, так как изменяются условия движения в месте контакта шины с дорогой и из-за подпрыгивания колес при наезде на них (неровности).

Нельзя не отметить, что интенсивный износ покрытий приводит к образованию колеи, что, в свою очередь, негативно сказывается на безопасности движения. Колейность (ровность в поперечном отношении) может иметь разную глубину, а также разные параметры по ширине покрытия, что значительно увеличивает риск возникновения ДТП при обгоне. Ситуация ухудшается в случае наличия воды в колее, что приводит к уменьшению сцепления шин с покрытием.

Появление деформаций на поверхности покрытия указывает на то, что прочностные характеристики тоже изменились. Например, трещины нарушают целостность и монолитность дорожной одежды, в результате нагрузка от автомобилей передается на значительно ослабленную конструкцию, распределяется на меньшую площадь, создавая в ней повышенные напряжения и деформации. Таким образом, прочность конструкции дорожной одежды значительно падает.

Еще одним примером неоднородности прочности конструкции является распрямленный случай – усиление автомобильных дорог методом стадийного строительства, то есть постепенной «пристройки». Поэтому, если рассмотреть дорогу в поперечном сечении, то на одной и другой ее части основание и подстилающие слои основания находятся в эксплуатации разное количество лет. Следует отметить, что ремонт и послеремонтное содержание в нормативных документах представлены в достаточно общем виде без ориентации на повышение однородности и равнопрочности обновленной дорожной одежды.

Таким образом, одной из главных задач повышения долговечности автомобильных дорог и их работоспособности является выбор стратегии ремонта как наиболее эффективного способа, учитывающего изменения условий работы дороги во времени, адекватного реагирования на изменяющиеся условия работы путем своевременного проведения необходимых ремонтно-профилактических работ [4]. Проблема выбора очередности и периодичности видов ремонтных работ для длительного сохранения работоспособности заключается в настоящее время в том числе в необходимости выявления и изменения износа дорожных одежд и ровности покрытий на разных временных этапах работы дороги и разработке показателей и методов, позволяющих учитывать эффективность использования направляемых средств во времени при планировании ремонтных работ и управления дорожно-ремонтным комплексом [4].

Конкретными задачами научного исследования являются:

- диагностика состояния городских дорог на основе использования информационных технологий, современной техники с разработкой технологических регламентов;
- разработка методик проведения ремонта покрытий городских дорог, вызванного спецификой износа и колейности, а также от разрывов после ремонта инженерных коммуникаций;
- теоретическая разработка оценки и обеспечения однородности расчетных показателей (модуля упругости, напряжений при изгибе и сдвиге) до ремонта и после его технологического обеспечения;
- оценка и обеспечение морозоустойчивости городских дорог в условиях воздействия находящихся под дорогой городских инженерных коммуникаций;

- оценка и обеспечение ремонтом и содержанием безопасности функционирования дорог и безопасности движения, в том числе до и после ремонта колеиности при перестроении и обгоне на разных скоростях движения;
- разработка технологии проведения ямочного ремонта с научным обоснованием значений нагрева поверхности выбоин, оптимальной температуры асфальтобетонной смеси при производстве ремонтных работ в зависимости от типа смеси, марки битума, температуры и влажности воздуха.

Литература

1. Об утверждении муниципальной программы «Развитие и содержание улично-дорожной сети города Пскова» [Электронный ресурс]: постановление Администрации города Пскова от 31.10.2014 г. № 2790. – Доступ из справ.-правовой системы «КонсультантПлюс».
2. Создание системы мониторинга автомобильных дорог в Санкт-Петербурге с использованием информационных технологий. / Б. Н. Карпов, А. М. Симановский, В. П. Олехнович, А. А. Гуров // Научные технологии и инновации: сб. докладов Юбилейной Междунар. науч.-практ. конф., посвященной 60-летию БГТУ им. В. Г. Шухова. – Белгород: Изд-во БГТУ, 2014. – Ч. 6. – С. 41–45.
3. *Васильев А. П.* Эксплуатация автомобильных дорог: учебник для студ. высш. учеб. заведений; в 2 т. / А. П. Васильев. – М.: «Академия», 2010. – Т. 1. – 320 с.
4. *Слободчиков Ю. В.* Обоснование оценочных показателей выбора ремонтной стратегии автомобильных дорог с жесткими дорожными одеждами в изменяющихся условиях эксплуатации: автореф. дис. ...д-ра техн. наук: 05.23.11 / Ю. В. Слободчиков. – М., 1995.

УДК 69.07

Александр Владимирович Квитко, канд. техн. наук, доцент
(Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет)
Виктор Андреевич Шендрик
(Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет)
E-mail: kvitko.67.67@mail.ru
vicinshendrik@yandex.ru

Alexander Vladimirovich Kvitko, PhD of Tech. Sci., Associate Professor
(Saint Petersburg State University of Architecture and Civil Engineering)
Viktor Andreevich Shendrik
(Saint Petersburg State University of Architecture and Civil Engineering)
E-mail: kvitko.67.67@mail.ru
vicinshendrik@yandex.ru

О НОВЫХ ТЕХНОЛОГИЯХ РЕМОНТА ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ ПРОЛЕТНЫХ СТРОЕНИЙ МОСТОВ

ABOUT NEW TECHNOLOGIES OF REPAIR OF REINFORCED CONCRETE SUPERSTRUCTURES OF BRIDGES

Описаны недостатки существующих способов очистки арматуры от продуктов коррозии. Перечислены существующие способы ремонта пролетных строений железобетонных мостов, такие как торкретирование и опалубочный ремонт с применением бетона, ремонт с применением полимерных, синтетических материалов и тиокиловых составов, способ с использованием покрытий из синтетических смол, перечислены их основные недостатки. Описан технологический процесс применения разрядно-импульсной технологии и применяемое оборудование, перечислены их достоинства. Сообщается об усилении железобетонных пролетных строений с помощью композитных материалов. Перечислены достоинства, перспективы и причины, препятствующие ее массовому применению в настоящее время.

Ключевые слова: мостовые сооружения, железобетонные пролетные строения, способы ремонта, разрядно-импульсная технология, композитные материалы.

It was described disadvantages of existing methods of cleaning the reinforcement from corrosion products. It was lists existing methods of repair of reinforced concrete superstructures of bridges such as gunned and shuttering repair using concrete, repair using polymer, synthetic materials and tiokil compositions, listed its main disadvantages. It was described the process of applying the pulse-discharge technology and using equipment, listing their advantages. It was report about strengthening of reinforced concrete superstructures using composite materials. It was lists advantages, prospects and also obstacles to its widespread use at the present time.

Keywords: bridge constructions, reinforced concrete superstructure, methods of repair, discharge-pulse technology, composite materials.

Проблема долговечности железобетонных пролетных строений мостов в современных условиях приобретает очень большое значение, так как бетон и железобетон являются основными конструктивными материалами, объемы их применения исчисляются 100 млн м³, и вопросы повышения надежности и долговечности, приобретают особую важность. Принято считать, что прочностные и другие характеристики бетона и железобетона в процессе эксплуатации в неагрессивных средах (обычные воздушно-влажностные условия службы) равномерно и длительное время улучшаются. Однако в большинстве случаев на железобетонные пролетные строения мостов в процессе эксплуатации одновременно с силовыми нагрузками действуют различные коррозионные факторы, которые через какой-то срок могут привести к заметному снижению их прочности и даже к полному их разрушению. Это связано с тем, что мосты возводятся в агрессивных по отношению к бетону местах (в районах с засоленными грунтами, действие минеральных вод, применение солей при борьбе с гололедом, увеличение загрязнения атмосферы и повышение содержания кислотных газов), а повышение интенсивности движения и грузоподъемности транспортных средств еще больше способствует снижению их долговечности.

Внешняя среда способствует разрушению бетона и железобетона (кислоты в виде водных растворов; кислые газы, образующие кислоты при растворении в воде; растворы солей и щелочей и некоторых органических соединений). Степень агрессивного воздействия внешней среды – относительное понятие, зависящее от вида цемента, плотности бетона и комплекса химико-физических факторов. Наибольшее разрушающее действие оказывает жидкая агрессивная среда (поверхностные, грунтовые воды, речная и морская вода, атмосферная влага), однако при определенных условиях температуры и влажности такое влияние может оказывать и газовая (воздушная) среда, снижая его защитные свойства по отношению к арматуре. Коррозия металла протекает тем быстрее, чем выше влажность и температура окружающей среды. Она наносит огромный материальный ущерб, общие потери металлов из-за коррозии составляют в развитых странах 4–5 % их национального дохода. В настоящее время разрабатываются устойчивые к коррозии бетонные конструкции с неметаллическим армированием из композитных материалов. Но пока их характеристики не позволяют масштабной замены железобетона в мостовых сооружениях, актуально применение эффективных технологий для ремонта конструкций из него. Высокая долговечность железобетонных конструкций в большой степени зависит от способности цементного бетона защищать стальную арматуру от влаги и кислорода.

В балках типовых пролетных строений автодорожных мостов арматура ребер и плитной части находится в состоянии высокой коррозионной активности.

Существующие способы очистки арматуры от продуктов коррозии при выполнении ремонта железобетонных пролетных строений имеют ряд недостатков:

- при ручной очистке металлической щеткой – низкая производительность работ, необходимость больших подготовительных работ, трудность очистки арматуры в ее нижней части;

- при очистке арматуры с помощью электромеханических устройств (вращающаяся металлическая щетка, устройство с многослойной наждачной бумагой) – большие подготовительные работы и сложность очистки нижней части арматуры;

- при очистке арматуры пескоструйной и пескодробеструйной установками – большое загрязнение и запыленность рабочего места, шумность, необходимость проведения подготовительных работ, сложность очистки нижней части арматуры;

- при очистке сжатым воздухом под высоким давлением воздушной струей на основе высокоэнтальпийного потока (установка испытана в 164 ИЦ ЖДВ РФ в 1999 году компанией «Аэрокосмос») – высокая шумность, большая стоимость оборудования;

– при очистке химическими растворами – большие подготовительные работы, высокая стоимость химических растворов, большие временные затраты.

Вышеперечисленные недостатки снижают скорость выполнения ремонта железобетонных пролетных строений мостов.

Из существующих способов ремонта железобетонных пролетных строений мостов в настоящее время применяются:

– способ ручной заделки незначительных повреждений защитного слоя (сколы, раковины, поры, температурно-усадочные трещины с раскрытием менее 0,3 мм в конструкциях из обычного железобетона, и до 0,1 мм в предварительно напряженных конструкциях), устраняют затиркой цементно-песчаными растворами и бетонами с помощью кельмы и гладилки;

– способ торкретирования является наиболее эффективным при больших объемах работ;

– способ ремонта с устройством опалубки применяют при ремонте больших площадей защитного слоя на боковых и потолочных поверхностях железобетонных пролетных строений мостов.

Недостатки перечисленных способов – малая степень сцепления вновь нанесенного слоя с поверхностью старого бетона, ограничение применения цементных материалов.

Существуют также технологии ремонта с применением полимерных и синтетических материалов: полимерцементных покрытий в виде растворов, наносимых вручную, либо торкретаппаратом или растворонасосами, либо способом нагнетания (инъекции) раствора в трещины. Недостатками таких способов являются:

– сложность приготовления многокомпонентных полимерных составов;

– труднодоступность компонентов полимерных составов, их высокая стоимость;

– быстрое твердение полимерных составов, вследствие чего ремонт железобетонных конструкций необходимо проводить на малых участках, что снижает скорость выполнения ремонтных работ.

Другими способами ремонта железобетонных конструкций являются использование тиокиловых составов (герметиков), способ с применением пропиточных укрепляющих составов, способ с использованием покрытий, в состав которых входят синтетические смолы. Такие составы эффективны при заделке трещин и выколов, улучшают прочность сцепления нового слоя бетона со старым, восстанавливают проектную прочность конструкции. Эпоксидные составы с добавлением полимерцементных растворов также применяются в качестве грунтовок.

Общие недостатки этих способов:

– ограниченность применения: возможность ремонта только трещин, либо только поверхностного слоя железобетонной конструкции, рекомендуется применять этот способ только после устранения всех дефектов;

– сложность приготовления многокомпонентных составов;

– малая распространенность компонентов составов, их высокая стоимость;

– возможность выполнения работ с этими материалами только подготовленными и обученными специалистами, из-за их токсичности и огнеопасности.

– высокие временные и трудовые затраты.

Это, безусловно, влияет на скорость и качество восстановления и ремонта железобетонных пролетных строений мостов. Существующие способы ремонта не в полной мере удовлетворяют техническим требованиям к восстановлению мостов по трудоемкости и времени выполнения работ, имеют недостаточную степень сцепления вновь уложенного слоя бетона со старым. Необходимо сократить сроки ремонтных работ, совмещая различные технологические операции, например, по очистке ремонтируемой поверхности, раскрытию трещин, очистке рабочей арматуры. Одним из наиболее актуальных направлений

в этой области является применение разрядно-импульсной технологии производства ремонта железобетонных конструкций мостов.

Разрядно-импульсный способ включает в себя два этапа: первый – подготовка ремонтируемой поверхности (очистка разрушающегося защитного слоя бетона и коррозированной арматуры от продуктов коррозии электрическим разрядом); второй – активация бетона (обработка вновь уложенного защитного слоя бетона электрическим разрядом для сокращения сроков твердения).

Основным узлом разрядно-импульсной установки является генератор импульсных токов и электродная система, которые представляют собой зарядный и разрядный контур установки, преобразующие электрическую энергию в энергию волн сжатия и растяжения посредством высоковольтного электрического разряда в жидкости. Кроме основного оборудования в комплекте предусматриваются вспомогательные устройства для перемещения и жесткой фиксации электрического разрядника. Передвижная разрядно-импульсная установка должна иметь следующие основные параметры: напряжение питания – 220/380 В; выходное напряжение – до 10 кВ; максимальная величина накопительной емкости – 450 мкФ; максимальная энергия – 10 кДж, индуктивность цепи L – 5...9 мкГн; межэлектродный промежуток $s = 26...34$ мм. Работа разрядно-импульсной установки осуществляется в периодическом режиме разряда, близкому к критическому.

Разрядно-импульсной способ очистки поврежденных участков балок пролетных строений с разрушающимся защитным слоем бетона и корродирующей арматуры выполняется в следующей последовательности:

- экспресс-оценка технического состояния железобетонного пролетного строения на предмет его ремонтпригодности по данной методике;
- установка специальной опалубки;
- на поверхности опалубки устанавливается перемещающееся по направляющим устройство для очистки защитного слоя пролетного строения с жестко закрепленным на нем кожухом для закрытия поверхности опалубки в месте проведения работ;
- производится крепление и жесткая фиксация устройства (разрядника) с помощью специального крепления на расстоянии 1–2 см до очищаемой поверхности;
- подается по шлангу вода внутри разрядника так, чтобы вода покрывала место расположения разрядника и электродную систему устройства, с целью создания пробоя;
- разрядно-импульсное устройство приводится в рабочее состояние;
- после серии разрядов устройство перемещают на новый участок, шаг перемещения $A = 40...50$ см;
- разрядно-импульсное устройство обесточивается, снимается остаточное напряжение, производится осмотр очищенного участка;
- после того как участок очищаемой поверхности полностью очищен от продуктов коррозии, опалубку и устройство перемещают на неочищенный участок пролетного строения, с очищенного участка выметают щетками очищенные продукты коррозии и повторяют на новом участке предыдущие операции по очистке;
- по завершении полной очистки всего очищаемого участка устройство извлекается из крепления опалубки и производится удаление очищенных продуктов коррозии с поверхности пролетного строения струей воды и щеткой.

После очистки защитного слоя пролетного строения выполняют активацию и уплотнение вновь уложенного защитного слоя бетона. Разрядно-импульсной способ обработки вновь уложенного защитного слоя бетона пролетного строения электрическим разрядом выполняется в следующей последовательности:

- на предварительно очищенную ремонтируемую поверхность пролетного строения в специальную опалубку укладывается бетон защитного слоя;

- на поверхности опалубки устанавливается устройство для обработки вновь уложенного защитного слоя пролетного строения, с жестко закрепленным на нем кожухом для закрытия поверхности опалубки в месте проведения работ;
- крепление и жесткая фиксация коаксиального электрического устройства (разрядника) так, чтобы бетон полностью покрывал электродную систему устройства;
- на электроды устройства (разрядника) подается электрическая энергия от разрядно-импульсного устройства, обрабатываемый участок укладываемого защитного слоя обрабатывается 2–3 разрядами;
- устройство перемещают вдоль ремонтируемого участка пролетного строения, с шагом перемещения $A = 40...50$ см;
- разрядно-импульсное устройство обесточивается, снимается остаточное напряжение;
- установка передвигается с места проведения ремонта, производится осмотр поверхности защитного слоя пролетного строения, выравнивание и затирка ремонтируемой поверхности;
- после набора прочности вновь уложенного защитного слоя 50 % прочности, опалубка снимается.

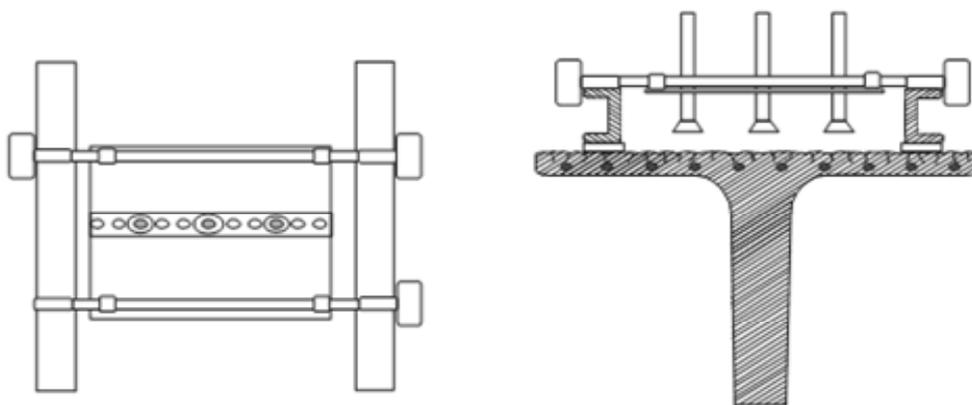


Рис. 1. Установка для ремонта пролетного строения, установленная на опалубку

Достоинства разрядника для ремонта корродирующего и разрушающегося защитного слоя железобетонного пролетного строения заключается в увеличении радиуса очистки, возможности изменять ударный фронт при выполнении работ как по очистке защитного слоя пролетного строения, так и при обработке бетона для ускорения его набора прочности, а также простоте изготовления разрядника. Устройство для очистки корродирующей арматуры от продуктов коррозии позволяет качественно и эффективно производить очистку поверхности корродирующей арматуры железобетонного пролетного строения одновременно с двух сторон, увеличивая производительность на 30–40 %.

Опалубка для ремонта железобетонных пролетных строений мостов с использованием мобильной разрядно-импульсной установки позволяет быстро размещать и жестко закреплять ремонтное устройство. Устройство опалубки представляет собой конструкцию из соединенных между собой швеллеров № 14–1 с закрепленной по нижнему краю сырой резиной $h = 2$ см. Швеллера соединены между собой при помощи уголков (с наружной стороны оклеены резиной для герметичного соединения), на которых высверлены отверстия под крепление соединяемого швеллера, в эти отверстия вставляются винт и гайка и закручиваются. Опалубка такой конструкции обеспечивает возможность установки на нее и передвижения по ней устройства для ремонта пролетного строения, позволяет заливать в нее рабочую жидкость (воду) и укладывать в нее бетон ремонтируемого защитного слоя.

Снижает трудозатраты на 20–25 % при ее установке. Предлагаемое устройство удобно и надежно при эксплуатации и транспортировке.

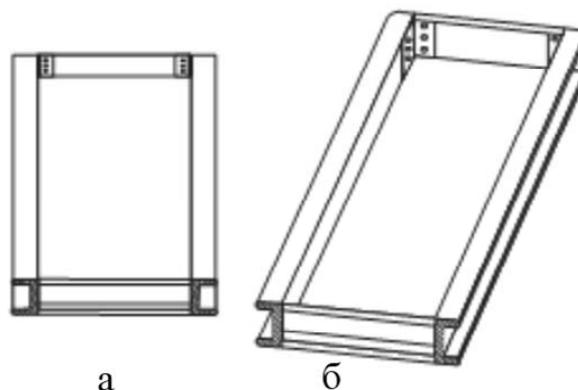


Рис. 2. Опалубка для ремонта железобетонных пролетных строений мостов с использованием мобильной разрядно-импульсной установки (а – общий вид; б – крепление соединяемых швеллеров)

Таким образом, достоинствами такой технологии являются уменьшение сроков очистки и активации бетона, простота оборудования, возможность очистки поверхности арматуры с двух сторон, отсутствие необходимости в специально квалифицированных специалистах и дорогих зарубежных материалах, снижение трудозатрат.

Другой современной технологией ремонта железобетонных пролетных строений мостов является усиление с помощью композитных материалов. Для усиления и восстановления несущей способности на поверхность конструкции наклеиваются элементы углеродного волокна, выполненные в виде холстов, ламелей или лент. Ленты наклеиваются в один или несколько слоев в продольном направлении на всю длину балки пролетного строения, и в поперечном – на концах балки для предотвращения отрыва продольных лент, таким образом включаясь с ней в совместную работу. Преимуществом данной технологии является восстановление несущей способности без увеличения массы конструкции, без утолщения или вскрытия существующих балок, не увеличивая собственный вес балки. Данный способ не требует много времени, специальной техники, оборудования и участия высококвалифицированных специалистов. Данное направление чрезвычайно перспективно и, в случае реализации, откроет выгодные альтернативы существующим способам ремонта. Некоторые сооружения уже ремонтировались таким методом в качестве эксперимента. Однако данные материалы, их характеристики изучены не достаточно хорошо. К тому же не существует централизованных норм по производству таких материалов и по характеристикам, которым они должны соответствовать. Методики расчета и четких норм применения усиливающих элементов из композитных материалов для ремонта железобетонных пролетных строений на сегодняшний день не существует.

Литература

1. Сигалов Э. Е., Стронгин С. Г. Железобетонные конструкции / Э. Е. Сигалов, С. Г. Стронгин. – Москва: Изд-во Союздорнии, 2003. – 427 с.
2. Иосилевский Л. И., Железобетонные пролетные строения промышленного изготовления / Л. И. Иосилевский, А. В. Носарев, В. П. Чирков. – Москва: Изд-во «Транспорт», 1986. – 186 с.
3. Недоварков С. А. Методика обоснования конструкций низководных мостов с пролетными строениями из железобетонных элементов / С. А. Недоварков. – Москва: Изд-во ВТУ. 2005. – 35 с.
4. Жога С. В. Способ ремонта железобетонных балок пролетных строений при восстановлении искусственных сооружений на ВАД: дис. ... канд. тех. наук Жоги С. В. – Санкт-Петербург: Изд-во ВАТТ, 2010. – 181 с.

УДК 625.84

Павел Александрович Петухов, ассистент
(Санкт-Петербургский государственный
архитектурно-строительный университет)
E-mail: petukhov.pavel17@gmail.com

Pavel Aleksandrovich Petukhov, Teaching Assistant
(Saint Petersburg State University of Architecture and
Civil Engineering)
E-mail: petukhov.pavel17@gmail.com

ЖЕСТКИЕ ДОРОЖНЫЕ ОДЕЖДЫ КАК ОСНОВА СТАБИЛЬНОЙ ТРАНСПОРТНОЙ СИСТЕМЫ СТРАНЫ

RIGID ROAD PAVEMENTS AS A BASIS FOR STABLE NATIONAL TRANSPORT SYSTEM

В статье рассматриваются основные задачи модернизации и развития автомобильных дорог в Российской Федерации. Отмечается несоответствие нынешнего состояния автодорог экономическим, социальным и оборонным потребностям страны. Перечисляются основные проблемы дорожной отрасли в части внедрения строительства цементобетонных дорог в России. Приводится информация о количестве дорог с жесткими покрытиями в Российской Федерации и других странах мира. Анализируется сравнение стоимости 1 м² покрытия жесткого и нежесткого типов. Отмечаются положительные тенденции, проявившиеся в высказываниях представителей профильных советов и госкомпаний, в части более широкого применения цементобетона при строительстве дорог в России.

Ключевые слова: жесткие дорожные одежды, преимущества, цементобетон, модернизация автомобильных дорог, стабильная транспортная система, Российская Федерация.

This article discusses the basic tasks of modernization and development of roads in the Russian Federation; marks discrepancy of the current state of roads to economic, social and defense needs the country; lists the main problems of the road sector in the implementation of construction of cement concrete roads in Russia. The author provides information on the number of roads with hard coverings in the Russian Federation and other countries; analyzes comparison the cost of 1 square meter covering rigid and non-rigid types. There have been positive trends that emerged in the statements of representatives of the relevant councils and state-owned companies, in relation to wider use of cement concrete during road construction in Russia.

Keywords: rigid pavements, advantages, cement concrete, modernization of roads, stable transport system, Russian Federation.

Проект национальной программы модернизации и развития автомобильных дорог РФ до 2025 г. нацелен на увеличение количества транспортных сооружений, разнообразия конструктивно-технологических решений из-за потребностей интенсивного скоростного движения транспортных средств, в т. ч. с высокими нагрузками. Термин «модернизация» путей сообщения предусматривает приведение потребительских свойств федеральных, региональных и муниципальных автодорог для беспрепятственного и нормативного пропуска тяжелых грузов, передающихся от современного транспорта. К тому же, национальная программа включает совершенствование дорожных технологий, конструкций и материалов; совершенствование теоретических основ и расчетных методов надежности и долговечности дорожных конструкций; повышение транспортно-эксплуатационных качеств автомобильных дорог и безопасности дорожного движения; совершенствование машин и механизмов для строительства и ремонта дорожных и мостовых конструкций, обеспечивающее импортозамещение, ресурсо- и энергосбережение; разработку принципиально новых, альтернативных существующим, высокоэффективных материалов, технологий, приборов, техники, оборудования, методов расчета и прогнозирования и дальнейшего эффективного их освоения в дорожном хозяйстве [1]. Все это позволит эффективно справляться с задачами, стоящими перед дорожной отраслью страны, благодаря чему удастся перейти на инновационный путь ее развития.

В настоящее время сеть автомобильных дорог нашего государства и его производственная база находятся в состоянии, фактически не соответствующем его экономическим, социальным и оборонным потребностям [2]. Старая техническая политика, ориентированная только на нежесткие покрытия, неправомерно устаревшая нормативная база тормозят переход на новые технические решения. К тому же, отсутствуют современная

техника (комплекты машин для строительства дорог с бетонным покрытием) и производственная база для выпуска дорожного бетона, потеряны опыт работы и строительные кадры высокой квалификации. В итоге заметно отставание от развитых стран в части эффективных конструктивных решений и современных цементобетонных технологий.

Асфальтобетонные покрытия на основаниях из щебня, получившие широкое распространение благодаря многолетнему опыту и положительным технологическим характеристикам в условиях легкого малоинтенсивного движения, при современном движении тяжелых транспортных средств теряют свои преимущества.

Решение проблем современной дорожной сети заключается в строительстве дорожных одежд с использованием в их конструкциях цементобетона.

Во всех развитых странах мира построены обширные сети дорог с жесткими дорожными одеждами, которые ежегодно прирастают десятками и сотнями километров новых и модернизированных автострад с цементобетонными покрытиями и основаниями. Например, в США и европейских странах протяженность дорог с цементобетонными покрытиями составляет в среднем 30–40 % от длины всех дорог (в России этот же показатель менее 2 %). Но даже несмотря на имеющуюся в их распоряжении мощную сеть долговечных дорог, в США действует 20-летняя программа по строительству дорог с цементобетонными покрытиями и основаниями, а также 7-летняя научная программа, нацеленная на увеличение сроков службы таких дорожных одежд до 60 лет (включает 250 научных проектов, объединенных в 12 научных направлений и предусматривает финансирование в размере 250 млн долларов США) [3]. По дорогам с цементобетонными покрытиями осуществляются грузоперевозки огромных объемов, а также они обеспечивают прочную, надежную и круглогодичную связь между основными промышленными центрами страны. При наличии сети таких долговечных дорог, население получает возможность быстро и безопасно передвигаться по всей территории своего государства, а регулирующие дорожные органы – рационально и сбалансированно использовать денежные средства дорожных фондов не только на поддержку в должном эксплуатационном состоянии, но и на развитие этой системы.

На этом фоне весьма актуальными выглядят высказывания некоторых экспертов, которые были лично озвучены президенту Российской Федерации в ходе проведенного в октябре 2014 года заседания президиума Госсовета по вопросам совершенствования сети автодорог [4]. Несколько участников отметили, что жесткая дорожная одежда имеет немалое количество достоинств по сравнению с традиционными асфальтобетонными покрытиями, главные из которых – прочность и долговечность (срок службы до ремонта – 20–25 лет).

При выборе конструкции дорожной одежды, зачастую проектировщики даже не рассматривают жесткие дорожные одежды из-за часто бытующего мифа об их дороговизне. В опровержение высказываний о том, что стоимость цементобетонных дорожных одежд в разы больше, чем асфальтобетонных приведем сравнение стоимости 1 м² покрытия автомобильной дороги I категории (МКАД – Кашира) (таблица) [5].

Протяженность цементобетонных дорог в Российской Федерации должна заметно повыситься к 2022 году в связи с поставленной задачей увеличения в два раза объемов строительства и реконструкции автомобильных дорог. В пользу жестких дорожных одежд говорит следующий факт: для цементобетонных покрытий фактический срок службы соответствует расчетному (20–25 лет) или превышает его, в том время, как для асфальтобетонных (расчетный срок 16–20 лет) он составляет, по данным ФГБУ РосДорНИИ, 5–8 лет, по данным Росавтодора – еще меньше [6].

Конструкция жесткой дорожной одежды	Стоимость с НДС, руб.	Конструкция нежесткой дорожной одежды	Стоимость с НДС, руб.
Цементобетон В30/В _{тб} – 24 см	734,18	Мелкозернистый а/б на ПБВ, тип А, марка I – 5 см	230,63
		Крупнозернистый а/б, марка I – 7 см	240,55
		Пористый а/б, марка I – 8 см	258,94
Тощий бетон – 12 см	352,31	Тощий бетон – 12 см	382,94
Технологический слой из щебня М.600 – 15 см	112,95	Технологический слой из щебня М.600 – 15 см	112,95
Морозозащитный слой – 50 см	152,69	Морозозащитный слой – 50 см	152,69
Итого стоимость 1 м ²	1352,13	Итого стоимость 1 м ²	1378,70

Литература

1. Национальная программа модернизации и развития автомобильных дорог Российской Федерации до 2025 г. / Министерство транспорта и связи Российской Федерации; Федеральное дорожное агентство. – М., 2004. – 110 с.
2. Шумейко А. Н. Автомобильные дороги России. Состояние и перспектива / А. Н. Шумейко, И. М. Юрковский, М. В. Немчинов. – М.: Молодая гвардия, 2007. – 268 с.
3. Носов В.П. Состояние, проблемы, перспективы применения цементобетона при строительстве автомобильных дорог / В.П. Носов // Наука и техника. – 2011. – № 4. – С. 1–3.
4. Президиум Госсовета по вопросам совершенствования сети автодорог [Электронный ресурс] / Администрация Президента России // Президент Российской Федерации: официальный сайт. – 08.10.2014. – URL: <http://www.kremlin.ru/news/46754> (дата обращения 30.03.2015).
5. Ушаков В. В. Магистральям России – долговечные покрытия / В. В. Ушаков // Дороги Евразии. – 2014. – № 1 – С. 22–25.
6. К 2022 году в России возрастет количество цементобетонных дорог [Электронный ресурс] / Разместила И. Минина // Федеральное дорожное агентство Росавтодор: официальный сайт. – 12.03.2015. – URL: <http://rosavtdor.ru/activity/157/387/14518> (дата обращения 30.03.2015).

УДК 711.73

Алексей Сергеевич Судомоин, канд. тех. наук, доцент
(Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет)
E-mail: kafedra-ad@yandex.ru

Aleksey Sergeevich Sudomoin, PhD of Tech. Sci., Associate Professor
(Saint Petersburg State University of Architecture and Civil Engineering)
E-mail: kafedra-ad@yandex.ru

АНАЛИЗ ТРАНСПОРТНЫХ ПРОБЛЕМ САНКТ-ПЕТЕРБУРГА И МЕТОДОВ ИХ РЕШЕНИЯ

ANALYSIS OF TRANSPORT PROBLEMS OF SAINT PETERSBURG AND METHODS OF THEIR SOLUTION

Рассмотрены возможные варианты решения транспортных проблем Санкт-Петербурга с учетом особенностей его исторического и современного развития. Приведен критический анализ одной из схем размещения объектов строительства и реконструкции улично-дорожной сети Санкт-Петербурга до 2025 года. Проанализирована проблема путей трафика между южными и северными городскими территориями. Рассмотрены вопросы создания магистралей широтного направления в южной части городской территории.

Ключевые слова: транспорт, проблемы, анализ, Санкт-Петербург, магистраль, мосты.

The article examines general issues of transport solutions in St. Petersburg in comparison with major European cities. Is a critical analysis of one of the layout objects of construction and reconstruction of the road network of St. Petersburg until 2025. The problem of traffic routes between northern and southern urban areas is analyzed. The problems of creating highways of latitudinal direction in the southern part of the urban area are discussed.

Keywords: transportation issues, analysis, Saint Petersburg, highways, bridges.

Санкт-Петербург – город, возникший задолго до эры автомобилизации, как и большинство крупных городов России и Европы. По сравнению с другими городами, планировка Санкт-Петербурга имеет свои преимущества и свои недостатки с точки зрения транспортных вопросов. Для Санкт-Петербурга открыто еще достаточно большое поле возможностей, которые реализованы, например, в европейских городах: платные парковки, платный въезд в центр, ограничение въезда в центр, введение в действие всевозможных запретительных законов, ограничивающих трафик по городу и т. п. Однако подобные методы либо просто не решают проблемы, либо приведут дополнительно к возникновению социальной напряженности вследствие лавинообразного увеличения количества автомобилей в России. Беру на себя смелость предположить, что количество автомобилистов и количество автомобилей будет и дальше увеличиваться, не смотря ни на что. Сейчас некоторым сдерживающим фактором являются энергоносители, используемые в автомобиле. Бензин (дизтопливо) достаточно дорог, и маловероятно, что в будущем он станет существенно дешевле. Выбросы двигателей внутреннего сгорания серьезно влияют на окружающую среду. Переход на электроэнергию для автомобилей представляется перспективой далекого и весьма туманного будущего, особенно для России. Но даже и электроэнергию необходимо сначала произвести, для чего необходимо сжечь некоторое количество углеводородов с их вредными выбросами.

Кроме того, пока мало внимания уделяется проблеме выделения тепла. Тепло всегда выделяется в процессе либо получения энергии, либо в процессе ее использования, либо и в том и в другом случае. В настоящее время глобальное потепление в основном связывают с парниковым эффектом, озоновым слоем и т. п. Но, в перспективе, возможен перегрев планеты просто из-за чрезмерного выделения тепла в процессе жизнедеятельности человека. Разумеется, человечество полно оптимизма, и история показывает, что наука более или менее справлялась с всевозможными вызовами.

Однако если когда-нибудь будут решены вопросы по энергоносителям, загрязнению окружающей среды и т. п., то это только усугубит проблему. Если не будет найдено решение, которое позволит заменить автомобиль чем-то другим (имеется в виду автомобиль в широком смысле, от мотоцикла до большегруза), то число автомобилей будет сильно превосходить по численности население.

Итак, на основании вышеизложенного, можно сделать вывод, что даже в отдаленной перспективе количество автомобилей в России будет увеличиваться.

Из этого следует, что, так или иначе, транспортные проблемы больших городов необходимо решать инженерными способами, как это было в Европе и Америке, пока количество автомобилей в России не достигнет уровня Европы и Америки. Надо надеяться, что к тому времени проявятся новые тенденции в решении проблемы.

На Западе имеются значительные достижения по развитию транспортной сети, по оптимизации транспортных потоков больших городов, по организации дорожного движения.

Разумеется, развитие транспортной сети – весьма затратный способ, но оптимизация потоков или организация дорожного движения возможны только при наличии разветвленной транспортной сети.

Исторически сложилось так, что Санкт-Петербург разделен водной преградой на несколько частей. Условно можно выделить южную и северную части и западную и восточную. Сообщение между этими частями на автомобиле возможно только по мостам.

Кроме того, в южной части Санкт-Петербург разделен на 4 довольно обособленные в смысле транспортных связей территории: Невский район (правый берег Невы), Невский район (левый берег Невы), район Купчино и Московский район. По площади эти территории сравнимы с территорией Парижа. Перечисленные районы разделены Невой и двумя железными дорогами. Транспортная связь между этими территориями внутри города осу-

ществляется через 2 моста и 6 путепроводов. Расстояние между мостами составляет 6,3 км, среднее расстояние между путепроводами 2 км.

В Париже среднее расстояние между мостами через Сену 1 км.

В результате, транспортные пробки в этих районах, а также и в других – явление постоянное. Наиболее ощутима в Санкт-Петербурге проблема скоростного движения в меридиональном и широтном направлениях. И в том и в другом направлении необходимо пересекать Неву. Для движения в меридиональном направлении существуют магистрали, которые отчасти принимают на себя внутригородской транспортный поток, Это, в первую очередь, ЗСД, который после завершения строительства может взять на себя долю городского трафика по меридиональному направлению. Значительная часть транспорта передвигается из южной части города в северную и обратно по кольцевой автодороге, но это связано зачастую с весьма существенным перепробегом. Также имеется транспортная магистраль от кольцевой дороги на юге, по правому берегу Невы с выходом на Приморское шоссе. Эту магистраль трудно назвать скоростной вследствие многочисленных перекрестков.

Транспортные потоки в широтном направлении необходимо рассматривать отдельно в северной части города и в южной его части. Зоны эти разделены Невой и историческим центром Санкт-Петербурга. Вопрос о северной части подробно не рассматривается из-за ограниченного объема статьи. Об историческом центре можно сказать, что в целях его сохранения не просматривается другого решения, как только ограничение (или запрещение) въезда транспорта, кроме общественного.

Магистраль широтного направления в южной части города с пересечением Невы существует только одна: Ленинский проспект – проспект Славы – ул. Ивановская – ул. Народная – Мурманское шоссе. Можно добавить еще магистраль по набережным Обводного канала, однако с некоторой натяжкой, поскольку это граница исторической центральной части города. И ту и другую магистраль нельзя считать скоростными в связи с наличием многочисленных перекрестков.

Какие предлагаются решения этих проблем? Если посмотреть на схему размещения объектов строительства и реконструкции улично-дорожной сети Санкт-Петербурга до 2025 года, датированную 2009 годом, то согласно этой схеме через Неву должны быть построены 4 моста и один подводный тоннель, не считая мостов ЗСД. Также планируется мост с Васильевского острова на Петроградскую сторону и другие более мелкие объекты.

В этой статье представляется возможным проанализировать только переходы через Неву. Начнем с так называемого Орловского тоннеля. Это весьма дорогостоящее сооружение, эффективность которого сомнительна (в настоящее время проект заморожен). С северной стороны Орловский тоннель выходил бы на Пискаревский проспект, что обеспечивало пропуск достаточно большого трафика с последующим прямым выходом за пределы города на весьма напряженном транспортном направлении. Однако с юга тоннель упирается в исторический центр города, въезд в который необходимо ограничить.

Мост с Ново-Адмиралтейского острова на Васильевский и мост с Васильевского острова через остров Серный на Петроградскую сторону не решает вопроса выезда из центральной части города в его северную часть, поскольку между двумя мостами располагается Васильевский остров с его исторической застройкой и, мягко говоря, неудобной транспортной схемой. Нельзя сказать, что эти мосты не нужны, но их вес в решении общих проблем города представляется весьма малым.

Мост через Неву в створе Арсенальной улицы с дальнейшим продолжением магистрали до проспекта Маршала Блюхера и далее с выходом на Выборгское шоссе является более дешевой заменой Орловскому тоннелю и решает проблему выезда из центра в сторону Выборга. С этого моста возможен выход на Пискаревский проспект и далее в сторону Приозерска. К нему также возможен подъезд по набережной Невы из части южных территорий Санкт-Петербурга.

Указанный мост способствует решению проблемы выезда из центра в северном направлении. Чтобы он заработал как связь между южными и северными городскими районами, необходимо строительство целого ряда транспортных сооружений на левом берегу Невы в Невском районе и районе «Купчино». Транспортный поток из южных районов к мосту в створе Арсенальной улицы возможно пропустить только вдоль Невы по проспекту Обуховской обороны, для чего требуется реконструкция всей территории между Невой и проспектом. Выход на эту весьма протяженную магистраль из района «Купчино» и части Московского района возможен только по магистралям широтного направления.

В соответствии с вышеуказанной «Схемой...», к 2025 году планируется построить (реконструировать) две широтные магистрали. Одна из этих магистралей начинается от ЗСД, идет в основном через промзоны и, приближаясь к Неве, проходит в створе улицы Фаянсовая. Мост через Неву планируется высокий, без разводного пролета, по аналогии с Обуховским мостом на КАДе. На правом берегу Невы продолжение магистрали пересекает КАД с дальнейшим выходом на автодорогу «Кола».

Другая магистраль от проспекта Стачек по улицам Благодатной, Салова, Большому Смоленскому проспекту также выходит к Неве, где по разным вариантам планируется сооружение разводного моста или моста, аналогичного Обуховскому.

Также планируется реконструкция участков существующей магистрали по проспекту Славы, а именно строительство развязки на Гамбургской площади, реконструкция Невского путепровода, строительство развязки на Кронштадтской площади. Однако превратить это направление в скоростную магистраль не удастся из-за пересечения с Московским проспектом.

Таким образом, на участке Невы длиной 6 км от моста Александра Невского до моста Володарского планируется построить еще два моста. По сравнению с Парижем, это в два раза меньше, чем нужно. Разумеется, больше мостов лучше, чем меньше, однако объективно, исходя из застройки территорий, имеется возможность построить еще только одну широтную магистраль. Существуют объективные предпосылки и возможность прокладки, кроме запланированных, дополнительной магистрали районного значения по улицам Бассейная – Турку – Белы Куна – Цимбалына – Дудко и далее с выходом к Неве в створе улицы Тельмана на правом берегу.

Строительство этих магистралей широтного направления создаст выход для транспорта из южных районов города к Неве. Исторически сложившаяся планировка города такова, что пересечь его в меридиональном направлении в непосредственной близости от центральной исторической части возможно только вдоль Невы по ее набережным.

Общая концепция указанной выше «Схемы...» в отношении южных территорий Санкт-Петербурга представляется вполне логичной. Однако отдельные ее элементы возможно подвергнуть критике.

Из двух предложенных «Схемой...» широтных магистралей одна предполагается как скоростная магистраль городского значения от ЗСД через промзоны преимущественно вдоль широтной железнодорожной линии и далее вдоль Фаянсовой улицы к Неве. Через Неву планируется мост высокого уровня проезда без разводного пролета, что вполне закономерно для скоростной магистрали. Также закономерно, что скоростная магистраль проходит, в основном, через промзоны – этим минимизируется ущерб жилой городской среде. Однако представляется, что строительство автодорожного моста высокого уровня параллельно существующему Финляндскому железнодорожному мосту является неприемлемым решением. В архитектурном плане такие сооружения будут настолько диссонировать друг другу, что навсегда испортят ландшафт этого района города.

Тем не менее, мост высокого уровня проезда необходим для скоростной магистрали, и его можно сместить ближе к створу Большого Смоленского проспекта, а рядом с Финляндским мостом построить автодорожный разводной мост совпадающий по очертаниям несущих конструкций.

Магистраль, планируемая по ул. Салова и далее по Большому Смоленскому проспекту также может быть смещена на территорию бывшего Невского Машиностроительного завода. Вдоль Большого Смоленского проспекта имеется жилая застройка. Увеличе-

ние интенсивности движения по проспекту (в десятки раз) приведет к значительной утрате комфорта для жителей микрорайона.

В завершение необходимо отметить, что при разработке планов по реконструкции и строительству объектов транспортной инфраструктуры города необходима тщательная проработка различных вариантов схем, а также резервирование территорий для будущего осуществления инфраструктурных проектов. До сих пор, при внимательном взгляде на карту города, просматриваются улицы и территории еще 60–70 годы прошлого века, запланированные под крупные транспортные магистрали. К сожалению, имеются случаи застройки ключевых участков, что приведет в будущем к увеличению затрат при строительстве.

УДК 64-2/-9

Антон Владимирович Сырков, канд. техн. наук,
доцент
(Санкт-Петербургский государственный
архитектурно-строительный университет)
Екатерина Владимировна Дубинчик,
магистрант
(Санкт-Петербургский государственный
архитектурно-строительный университет)
E-mail: syrkov-anton@rambler.ru,
dubachka@gmail.com

Anton Vladimirovich Syrkov, PhD of Tech. Sci.,
Associate Professor
(Saint Petersburg State University of Architecture and
Civil Engineering)
Ekaterina Vladimirovna Dubinchik,
master's degree student
(Saint Petersburg State University of Architecture and
Civil Engineering)
E-mail: syrkov-anton@rambler.ru,
dubachka@gmail.com

**ОСОБЕННОСТИ ЦВЕТОВОЙ ПАЛИТРЫ МОСТОВЫХ СООРУЖЕНИЙ
САНКТ-ПЕТЕРБУРГА**

PECULIARITIES OF COLOR PALETTE OF SAINT PETERSBURG BRIDGES

В статье указано на особенности использования цветовой палитры мостовых сооружений, представлены основополагающие факторы при выборе цвета конструкций, приведены примеры и обозначены пути влияния цвета на безопасность и выразительность мостов.

Ключевые слова: цвет, мост, архитектура, эстетика, восприятие.

The article indicates the peculiarities of use of color palette for bridges, indicates the basic factors when choosing color of structures; shows the ways of color influence on the safety and expressiveness of bridges.

Keywords: color, bridge, architecture, aesthetic, perception.

Мосты Санкт-Петербурга – неповторимая часть пейзажа города, любимый сюжет многих поколений художников и писателей. Значение городских мостов определяется не только их количеством, хотя это само по себе представляет огромное материальное достояние, но и тем, что они составляют удивительную своеобразную коллекцию сооружений, сочетающих высокие инженерные качества с замечательным архитектурным оформлением [1].

В свою очередь, эстетику архитектуры мостовых сооружений формируют исторические периоды, уровень развития техники строительства и проектирования, строительные материалы, экономическая целесообразность и стилевые тенденции. Характерным критерием для мостового сооружения выступает и цвет.

Очень часто человек ассоциирует периоды своей жизни с определенными цветами. Например, говоря о светлом цвете, подразумевает, что-то хорошее и доброе и наоборот, темный цвет является эквивалентом тяжелого, сложного периода в жизни. Зачастую бывает, что облик города запоминается как определенный цвет, связанный с колористкой застройкой.

Изначально, палитру мостовых сооружений составляли цвета природных материалов, таких как натуральное дерево, камень и гранит различных оттенков. Мостовые со-

оружения, выполненные из древесины и не защищенные лакокрасочным покрытием, имеют благородный темный серый цвет. Однако из-за воздействия окружающей среды такие сооружения подвергаются гниению и быстро теряют внешний вид.

Тенденция возведения «цветных мостов» в России появилась в XVIII веке со строительством деревянных разводных мостов через реку Мойку, а именно Синего, Красного, Зеленого (Полицейского) и Желтого (Певческого) мостов.

Мосты, возведенные в середине XIX и начале XX веков, по своему цветовому воплощению тактично вписываются в архитектурный ландшафт исторического центра города. Устои мостов чаще выполнены с облицовкой гранитом красных оттенков, пролетные строения – серо-зеленые как цвет старой меди (Нижне-Лебяжий мост через устье Лебяжьей канавки, Дворцовый мост через Неву). Следует отметить присутствие скульптуры (Аничкин и Египетский мосты через реку Фонтанку) и позолоты в сооружениях данного периода (Банковский мост через канал Грибоедова). Такие сочетания цветов легко воспринимаются и не дают глазам смотрящего уставать, тем самым позволяя внимательнее рассмотреть конструкции и декор.

В эпоху «сталинского ампира» 1930–1950 гг. был построен ряд сооружений через Обводный канал и реку Смоленку (Ново-Балтийский и Уральский мосты). Эти мосты невелики, однако они во многом способствуют улучшению транспортных связей. Строгие и четкие по силуэту, они удачно украшены монументальными пилонами и выдерживают характерный для классики колорит.

Современный Санкт-Петербург включает в себя различные по стилю и времени постройки территориальные зоны. На смену продуманному и четко выдержанному по цвету центру, появляются периферийные районы. В основном застройку можно отнести к стилю хай-тек. Конструкторы и архитекторы, строящие сооружения в XXI веке, отдают предпочтение вантовым системам мостов. Это связано не только с эстетикой, но и конструктивно обоснованное решение, существенно снижающее расход материалов. Простая и вместе с тем завораживающая форма подразумевает использование спокойной цветовой гаммы (Большой Обуховский и Новый Лазаревский мосты). Чаще это белый либо светло-серый цвет. Использование этих цветов позволяет снизить влияния неравномерного нагрева металлических конструкций. Окружающий цвет неба и поверхности воды всегда будет являться выгодным фоном таким сооружениям.

Хочется отметить то факт, что, несмотря на перечень возможностей использовать цвет для повышения безопасности движения пешеходов и автотранспорта в условиях городской среды и транзитных территорий, обеспечение заметности сооружения в зонах взлетно-посадочных полос и движения судоходного транспорта, им пренебрегают. Например, Западный скоростной диаметр (ЗСД) включает в себя ряд мостовых сооружений, является транспортным узлом мирового уровня, однако исключает цвета, привлекающие внимание, обозначающие опасность, подчеркивающие границы. Серый цвет защитных экранов для водителей, движущихся по сооружению, не информативен. Именно резкие и контрастные сочетания желтого и синего, красный и зеленый информируют и помогают водителям автотранспорта заблаговременно сделать вывод о дорожной ситуации, а следовательно, направлены на улучшение безопасности сооружений.

Одной из основных задач использования цвета является гармония восприятия мостового сооружения человеком. Подбор наилучшего сочетания позволяет подчеркнуть не только характер и своеобразие конструкции, но и оставить яркое воспоминание в памяти горожан и гостей Санкт-Петербурга.

Литература

1. Бунин М. С. Мосты Ленинграда: Очерки истории и архитектуры мостов Петербурга – Петрограда – Ленинграда / М. С. Бунин. – Л: Стройиздат, Ленинградское отделение, 1986. – 280 с.

СЕКЦИЯ НАЗЕМНЫХ ТРАНСПОРТНО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ МАШИН

УДК 69.002.5:330.44

Татьяна Валерьевна Бакланова, аспирант
(Санкт-Петербургский государственный
архитектурно-строительный университет)
Сергей Васильевич Репин, д-р техн. наук,
профессор
(Санкт-Петербургский государственный
архитектурно-строительный университет)
E-mail: missis.baclanova2014@yandex.ru,
repinserge@mail.ru

Tatyana Valerevna Baklanova, post-graduate student,
(Saint Petersburg State University of Architecture and
Civil Engineering)
Sergei Vasilievich Repin, Dr of Tech. Sci.,
Professor
(Saint Petersburg State University of Architecture and
Civil Engineering)
E-mail: missis.baclanova2014@yandex.ru,
repinserge@mail.ru

АНАЛИЗ ВАРИАНТОВ ФОРМИРОВАНИЯ ПАРКОВ СТРОИТЕЛЬНОЙ ТЕХНИКИ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ЭКОНОМИЧЕСКИХ МЕТОДОВ

THE ANALYSIS OF VARIATION OF FORMATION OF THE PARK OF CONSTRUCTION MACHINES WITH THE EMPLOYMENT OF THE ECONOMIC METHODS

В статье рассмотрены проблемы формирования и эффективной эксплуатации парка строительной техники и оборудования. Дается перечень основных требований к парку машин строительной техники. В Российской Федерации строительная индустрия является одной из главных отраслей материального производства. На данный момент эта область испытывает потребность в обновлении оборудования и парка строительной техники. Поэтому, как один из вариантов решения проблемы – это лизинг строительной техники, который будет включать в себя постепенное погашение полной стоимости техники. Строительное оборудование, взятое в лизинг, – это возможность обновления парка техники при нехватке собственных оборотных средств. В статье показаны основные направления развития лизинга строительной техники.

Ключевые слова: парк строительной техники, экономические методы, лизинг, кредит, оборудование, инвестиции.

In article problems of formation and effective operation of the park construction machines and equipment are considered. The list of the main requirements to park of the construction machines is given. In Russian Federation, construction industry is one of the main branches of material production. At this moment, the sphere needs replacement of old equipment and renewal of the park of construction machines. Therefore, one of the variants of decision of the problem is leasing of the construction machines that will include repayment in due time of the full cost of the machine itself. The leased construction equipment is real possibility of renovation of the park of construction machines in the shortage of the working capital. The article shows main directions of development of leasing of the construction machines.

Keywords: park of construction machines, economic methods, leasing, credit, equipment, investment.

В настоящее время во многих строительных организациях эксплуатируется чрезвычайно много машин со сверхнормативным сроком службы. Это связано с тем, что с начала 90-ых годов наблюдается сокращение объема строительно-монтажных работ. Появился переизбыток техники. С другой стороны, стоимость новых машин резко повысилась, что при общем падении финансовых показателей заставляет организации более тщательно подходить к приобретению оборудования [1].

При формировании парка строительной техники перед предприятием возникает ряд вопросов, таких как:

1. Что покупать: отечественное или импортное оборудование (если это импортное оборудование, то из какой страны, какая техника – новая или бывшая в употреблении – на данном этапе принесет большую отдачу на каждый вложенный рубль)?

2. Как покупать: у кого и на каких условиях (взять кредит, воспользоваться услугами лизинговой компании, а может быть, и вовсе повременить с покупкой, взяв необходимое оборудование в аренду)? Для каждой организации свой выбор [2].

В каждой сфере деятельности существует свой набор требований к парку машин. Необходимые требования к оптимальному парку машин строительной техники заключаются в следующем:

- обеспечивать выполнение производственной программы в заданном ритме и с требуемым качеством;
- обеспечивать максимальную рентабельность предприятия;
- обеспечивать равномерную загрузку службы сервиса машин;
- соответствовать требованиям технологии производства работ, безопасности, экологии, эргономики;
- соответствовать современному техническому и технологическому уровню [3].

Например, в авиации основными требованиями выступают надежность и безопасность. В автомобильном транспорте признаком оптимальной возрастной структуры может быть равномерное распределение машин по возрастным группам, что облегчает планирование перевозок, равномерную загрузку ремонтной базы, планомерное списание старых и приобретение новых машин [3]. Оптимизация парка строительной техники, приобретение новой техники, стало важной технической, организационной и экономической проблемой. Из-за несовершенства управленческих и организационных технологий в ряде организаций регионального уровня наблюдается старение парков. Зачастую это связано с отсутствием дифференцированного подхода к эксплуатации разновозрастных парков техники, а также низким уровнем технического обслуживания, неспособностью быстро перестраиваться в зависимости от внутренних и внешних условий [1].

Лизинг строительной техники осуществляется по двум главным направлениям. Первое направление – это создание в большинстве районов строительства целых сетей лизинговых региональных компаний, специализирующихся на операциях с оборудованием, строительными-дорожными машинами. Второе направление – это разработка лизинговых проектов по внедрению и освоению новых перспективных образцов технологического оборудования и строительной техники [4].

Вопросам лизинга строительной техники посвящены материалы строительных организаций каталога-справочника «Дорожная Техника – 2006» [2].

Килейников С. А. (директор ООО «Райффайзен-Лизинг», Москва): В России рынок лизинга развивается быстрыми темпами. Это обусловлено, прежде всего, тенденцией к экономической стабилизации и благоприятными изменениями в регулирующем лизинг законодательстве. Если сравнить с западными странами, где лизинг в общей доле инвестиций составляет 40–50 %, доля российского лизинга незначительна – всего 7–8 %. Это означает, что потенциал для роста есть.

Бугров А. В. (заместитель генерального директора, директор по лизингу ООО «Глобус-лизинг», Санкт-Петербург): Начиная примерно с 1999 г. «лизинговая отрасль» растет быстрее, чем экономика России в целом, так как лизинговые компании финансируют, как правило, только успешные и быстроразвивающиеся сектора экономики. При этом первичным в данном случае является не лизинг как таковой – увеличение объемов лизинговых операций связано с потребностью российской экономики в инвестициях для проведения модернизации. А лизинг – это одна из форм инвестиций.

Бугров А. В. (заместитель генерального директора, директор по лизингу ООО «Глобус-лизинг», Санкт-Петербург): Общий подход лизинговой компании к оценке сделки универсален. Специализация сделок относится скорее не к отраслям промышленности, а к видам оборудования – грузовой (легковой) автотранспорт, спецтехника, станки и т. д. Лизинг того или иного оборудования зависит в основном от следующих факторов: возможность продажи на вторичном рынке, стоимость монтажа, фактический срок эксплуатации и др.

На объем лизинговых операций влияет развитие или стагнация в той или иной отрасли промышленности. Так, существенным фактором, отрицательно повлиявшим на объ-

емы лизинговых сделок в дорожно-строительной отрасли, стало снижение финансирования региональных дорожных фондов.

Максимов С. Е. (заместитель генерального директора по качеству и науке «ИКО «Международная система технического сервиса строительных машин», Екатеринбург, Санкт-Петербург): Конкуренция на рынке дорожно-строительной техники все более уходит в область сервиса, предоставляемого компаниями-производителями машин.

Для покупателя важен сервис, а это значит, что продавцу необходимо иметь ответы на следующие вопросы:

- что произойдет, если по какой-либо причине оборудование выйдет из строя?
- как и в какое время будет произведен ремонт?
- кем?
- за какую плату?
- какие потери понесет фирма, если оборудование, не будет работать какое либо время?
- не лучше ли купить более дешевое оборудование, если потери от простоя из-за медленного ремонта поставят под угрозу выполнение планов организации?

Эти вопросы не менее важны, чем вопросы, касающиеся цены, а в некоторых случаях – и технического уровня продукта.

Сегодня покупатели приобретают не столько сами дорожно-строительные машины, сколько их сервис, и поэтому отдают предпочтение продукции фирм, способных гарантировать и качественное устранение технических неполадок, которые могут проявиться в процессе эксплуатации техники.

В настоящее время у владельцев строительной техники есть выбор:

- создавать собственную систему ремонта и обслуживания, самостоятельно закупать оборудование и инструмент, организовывать поставки из-за рубежа, формировать складской запас запасных частей, готовить кадры и т. д.
- пользоваться услугами компаний, использующих при этом комплектующие, которые дешевле,
- привлечь уже готовые ресурсы сервисной организации и комплектующих от известных оптовых поставщиков, а самим сконцентрировать свои усилия на том, что приносит им доход.

Как показывают расчеты, последний вариант почти всегда оказывается наиболее рациональным.

Обеспечение транспортного строительства специализированными (дорожными, строительными) машинами осуществляется по одному из двух вариантов:

1. Строительная организация имеет собственный парк машин необходимой номенклатуры. В этом случае преимуществом первого варианта является то, что руководство строительной организации может использовать технику, которая находится на балансе по своему усмотрению. Например, это может быть перераспределение техники между отдельными видами работ, использование для оказания услуг населению и т. п.

2. Часть техники (как правило, автомобили и землеройная техника) арендуется у сторонних организаций (автотранспортных предприятий или предприятий механизации).

Для строительной организации применение временно неиспользуемой техники в интересах сторонних физических и юридических лиц может дать дополнительную прибыль. При заключении договора на аренду организация будет получать в установленные сроки технику той номенклатуры и в том количестве, которые указаны в договоре. Вместе с тем, первый вариант имеет ряд существенных недостатков:

1. Приобретение собственной техники требует значительных финансовых затрат.
2. Для хранения, ремонта и эксплуатации техники требуется иметь парк и службу технического обеспечения.

3. Машины, находящиеся на балансе строительной организации, необходимо обеспечить соответствующими объемами работ. В противном случае техника будет простаивать, снижая уровень важнейшего экономического показателя – коэффициента использования машин [5].

Указанные обстоятельства объективно вынуждают строительную организацию арендовать технику у сторонних организаций в ситуациях, когда объемы работ определенного вида небольшие, а выполнение работ непродолжительно по времени. В свою очередь, аренда техники может оказать отрицательное влияние на производственно-экономические показатели работы строительной организации.

Во-первых, оформление договорных обязательств требует времени и затрудняет варьирование количеством ежедневно поставляемых машин при изменении объемов работ и, как следствие этого, возникновение переменной численности требуемой техники.

Во-вторых, для строительной организации арендная плата часто оказывается очень высокой, особенно при продолжительных сроках строительства с большими объемами работ (большим количеством арендуемой техники).

В современных условиях многие дорожно-строительные организации уменьшают парк собственной техники и прибегают к аренде машин у сторонних организаций. При этом здесь следует выделить два аспекта:

1) чем меньше строительная организация имеет собственной техники на балансе, тем «компактнее» парк, тем выше его мобильность, меньше затрат на оборудование его территории, в случае аренды техники арендодатель берет на себя функции хранения, ремонта и обслуживания машин;

2) за аренду строительная организация обязана платить, увеличивая тем самым стоимость строительно-монтажных работ.

Общая постановка задачи может быть сведена к сравнению затрат, которые строительная организация будет нести при использовании конкретного вида техники по первому и второму вариантам. Для этого используются сравнение стоимости строительно-монтажных работ с использованием собственной техники на период строительства и стоимости строительно-монтажных работ с использованием арендованной техники на период строительства.

Вывод: Для решения вопроса о заключении договора лизинга или приобретения оборудования за счет собственных или заемных средств необходимо учитывать возможные последствия принимаемых решений. Если предприятие решает вопрос что лучше: взять кредит на покупку необходимого оборудования или оформить договор лизинга, то необходимо выполнить расчеты по кредиту и сравнить какой вариант лучше для приобретения оборудования. В случае если для предприятия результат расчета в финансовом отношении одинаковый, то необходимо изменить условия предоставления кредита.

Литература

1. Прохоров С. В. Совершенствование методики формирования парков строительной техники [Электронный ресурс]: автореф. дисс. ... канд. техн. наук: 05.05.04 / С. В. Прохоров. – М., 2011. – URL: <http://tekhnosfera.com/sovershenstvovanie-metodiki-formirovaniya-parkov-stroitelnoy-tehniki> (дата обращения: 04.09.2015).

2. Проблемы формирования и эффективной эксплуатации парка машин и оборудования дорожно-строительных организаций [Электронный ресурс] / О. Михайлова, А. В. Бугров, С. Е. Максимов и др. // Стройка: еженедельник. – 2006 – 12 мая. – URL: <http://library.stroit.ru/z-full/v-search/i-203.html?print=1> (дата обращения: 05.09.2015).

3. Репин С. В. Расчетные модели обеспечения работоспособности и эффективности транспортно-технологических машин в эксплуатации / С. В. Репин, В. П. Чмиль. – СПб.: СПбГАСУ, 2012. – 89 с.

4. Шутько Е. Лизинг как форма обновления основного капитала предприятия [Электронный ресурс] / Е. Шутько // Новости строительной индустрии. Урал и Сибирь: журн. 2006 – 11(54) – URL: <http://www.uralstroyinfo.ru/?doc=108&id=62&topic=191> (дата обращения: 05.09.2015).

5. Экономическая целесообразность строительной техники [Электронный ресурс] / ЗАО «СМУ-10 Метростроя» // ЗАО «СМУ-10 Метростроя»: Строительство, проектирование, аренда строительной техники: официальный сайт компании. – URL: http://smu-10.spb.ru/stati/article_post/vtoraya (дата обращения: 05.09.2015).

УДК [691.714:620.18:669.018.58-122-418]:621.77.016.3

Валерий Евгеньевич Гордиенко, д-р техн. наук,
профессор

(Санкт-Петербургский государственный
архитектурно-строительный университет)

Анжелика Анатольевна Березина, аспирант
(Санкт-Петербургский государственный
архитектурно-строительный университет)

Евгений Григорьевич Гордиенко, канд. техн. наук,
доцент

(Санкт-Петербургский государственный
архитектурно-строительный университет)

E-mail: val-gor@yandex.ru, fotka3000@list.ru

Vaveriy Evgenyevich Gordienko, Dr of Tech. Sci.,
Professor

(Saint Petersburg State University of Architecture and
Civil Engineering)

Anzhelika Anatolyevna Berezina, post-graduate student
(Saint Petersburg State University of Architecture and
Civil Engineering)

Evgeniy Griroryevich Gordienko, PhD of Tech. Sci.,
Associate Professor

(Saint Petersburg State University of Architecture and
Civil Engineering)

E-mail: val-gor@yandex.ru, fotka3000@list.ru

К ОЦЕНКЕ ВЛИЯНИЯ ХОЛОДНОЙ ПЛАСТИЧЕСКОЙ ДЕФОРМАЦИИ И ТЦО НА СТРУКТУРУ И СВОЙСТВА СВАРНЫХ СОЕДИНЕНИЙ МЕТАЛЛИЧЕСКИХ КОНСТРУКЦИЙ

TO THE ASSESSMENT OF INFLUENCE OF COLD PLASTIC DEFORMATION AND THERMAL-CYCLE PROCESSING ON STRUCTURE AND PROPERTIES OF WELDED CONNECTIONS OF METAL DESIGNS

Проведен анализ мест разрушения сварных несущих металлических конструкций, который показал, что наибольшее число отказов происходит из-за сварных соединений, обладающих структурной и механической неоднородностью.

Результаты экспериментальных исследований на конструкционной стали Ст3 показали, что предварительная пластическая деформация сварных образцов на 15–20 % с последующей термоциклической обработкой, контролируемой пассивным феррозондовым методом, позволяет получать более мелкозернистую структуру, имеющую более высокие прочностные свойства.

Вследствие проведенного эксперимента на образцах, данные возможно использовать при восстановительной термоциклической обработке сварных соединений в опасных локальных зонах концентраций напряжений.

Ключевые слова: сварные металлические конструкции, сварные соединения, холодная пластическая деформация, термоциклическая обработка, зоны концентрации напряжений.

The analysis of places of destruction of the welded bearing metal designs showed that the greatest number of break-downs happens because of the welded connections possessing structural and mechanical heterogeneity.

Results of pilot studies on constructional St3 steel showed that preliminary plastic deformation of welded samples for 15–20 % with the subsequent thermal-cycle processing controlled by a passive ferroprobe method allows to receive more fine-grained structure having higher strength properties.

Owing to the made experiment on samples given to use perhaps at recovery thermal-cycle processing of welded connections in dangerous local zones of concentration of tension.

Keywords: welded metal designs, welded connections, cold plastic deformation, thermocyclic processing, zones of concentration of tension.

Известно, что около 90 % металлических конструкций (МК) являются сварными, поэтому надежная и безопасная эксплуатация сварных несущих МК в значительной степени зависит от сварных соединений. В то же время, как показывает статистика, 70–80 % отказов сварных МК связано со сварными соединениями, хотя объем зоны сварного соединения не превышает 1,0–1,5 % от общего объема сварных металлоконструкций [1].

Проведенный анализ показывает, что наиболее распространенными местами разрушения сварных металлоконструкций являются области сварного шва и зоны термиче-

ского влияния (ЗТВ), обладающие структурной неоднородностью. Так, например, сварной шов имеет литую дендритную структуру, для зоны сплавления и участка перегрева характерна крупнозернистая структура, а для участка полной перекристаллизации – мелкозернистая.

Так как исходная микроструктура определяет механические свойства, то в сварном соединении наблюдается значительная неоднородность механических свойств. Авторами [2] на широко применяемой малоуглеродистой стали Ст3 было показано, что за счет проведения термоциклической обработки (ТЦО) сварных образцов можно уменьшить структурную неоднородность в различных зонах сварного соединения, а за счет измельчения крупнозернистой структуры повысить прочностные свойства металла в выявленных опасных локальных зонах концентрации напряжений (КН). Термоциклической обработке авторы подвергали сварные образцы без какой-либо предварительной обработки, поэтому оценка влияния холодной пластической деформации на структуру различных зон сварного соединения и участок сварного шва в процессе термоциклической обработки не проводилась.

Однако в элементах длительно эксплуатируемых МК строительных машин (СМ) и сварных соединениях могут встречаться опасные локальные зоны концентрации напряжений, в которых прошла или проходит пластическая деформация на ту или иную степень или металл находится на стадии предразрушения. Структурная неоднородность сварного соединения и наличие участков с возникающей или проходящей пластической деформацией нарушает равнопрочность сварного соединения, способствует возникновению и развитию трещин.

Поэтому представляло научный и практический интерес рассмотреть влияние холодной пластической деформации на структурную и механическую неоднородность сварных соединений (зону сварного шва и зону термического влияния) и наметить пути восстановления прочностных свойств металла сварных МК.

Для этого сварные образцы из малоуглеродистой стали Ст3 толщиной 4 мм со снятым усилением подвергались дробной прокатке при комнатной температуре на степень деформации 15–20 %, то есть на степень деформации, практически соответствующей пластичности стали в состоянии заводской поставки.

Микроструктура зон сварного соединения (сварного шва и ЗТВ) до проведения холодной пластической деформации включает в себя на участке сварного шва литую дендритную структуру, в зоне сплавления и участке перегрева – крупнозернистую, на участке полной перекристаллизации – мелкозернистую и в основном металле – крупнозернистую.

Структура стали в тех же зонах сварного соединения после холодной пластической деформации имеет существенные отличия. Так, в сварном шве, при заданной степени холодной пластической деформации начинает формироваться текстура прокатки. В зоне сплавления с участком перегрева и основном металле текстура прокатки имеет более выраженный характер, при этом начинает различаться кристаллографическая ориентированность зерен вдоль направления прокатки. В то же время, в деформированной структуре различаются недеформированные зерна, тогда как поблизости от них располагаются зерна со значительной степенью деформации.

Несколько иной характер формирования текстуры прокатки отмечается на участке полной перекристаллизации стали (имеющей исходную мелкозернистую структуру). Формирование текстуры в этом случае происходит на более ранней стадии, вследствие чего в структуре стали практически отсутствуют слабдеформированные зерна.

Структурные изменения, происходящие в процессе холодной пластической деформации в различных зонах сварного соединения, приводят к изменениям и в тонкой структуре металла. Так, на примере технического железа, в работе [3] показано, что если до деформации в структуре металла наблюдается хаотичное распределение дислокаций, то после пластической деформации (прокатки) на степень деформации примерно 10 % формируется два типа дислокационных структур: дислокационный лес с равномерным распре-

делением значительного количества дислокаций и клубковая структура. Следует отметить, что объемные доли образующихся структур примерно равны. При этом формирование клубковой дислокационной структуры свидетельствует о начале самопроизвольно протекающего процесса перераспределения дислокационной плотности и взаимодействия дислокаций, в результате чего образуется структура, обладающая большей устойчивостью по сравнению с ранее образующейся.

Повышение степени деформации до 25 % способствует образованию ячеистой структуры, для которой характерны широкие границы с высокой плотностью дислокации и относительно свободные от дислокаций межграницные объемы металла. Увеличение степени деформации до 40 % помогает образованию полосовой структуры, которая, в отличие от равноосной ячеистой, представляет собой вытянутые объемы, ограниченные несколькими узкими стенками, при этом в полосовой области наблюдается значительное число дислокаций. Одной из особенностей этой структуры является наличие значительной разориентации, вносимой протяженными стенками. Следовательно, меньшей степени холодной пластической деформации, как 15–20 % в нашем случае, будет соответствовать меньшая ориентированность текстуры деформации, что будет приводить к меньшим структурным превращениям металла в процессе последующей термоциклической обработки.

После холодной пластической деформации сварные образцы подвергали термоциклической обработке по следующему режиму: нагрев до 770 °С с последующим охлаждением на воздухе. Число циклов 1, 3, 5, 7, 10. Процесс структурных превращений контролировался пассивным феррозондовым методом, а также с помощью микроструктурного анализа и твердометрии.

Наличие деформированной структуры сварного соединения перед проведением ТЦО вносит существенные коррективы. Значительным отличием ТЦО предварительно деформированных сварных образцов является получение более дисперсной структуры во всех зонах сварного соединения, чем у сварных образцов, не прошедших холодную пластическую деформацию, что связано с активизацией структурных изменений.

Так, значительное изменение структуры при ТЦО после холодной пластической деформации авторы [4] объясняют тем, что холодная деформация перераспределяет и повышает плотность дефектов кристаллической структуры: дислокаций, вакансий, дефектов упаковки, а также способствует образованию и развитию мало- и высокоугловых границ. Учитывая, что дефекты кристаллической решетки значительно влияют на формирование структуры металлов и сплавов при фазовых и структурных превращениях, холодную пластическую деформацию можно эффективно использовать для получения более мелкозернистой структуры при ТЦО конструкционных сталей. Авторы [5] показали, что при ТЦО предварительно пластически деформированных образцов резко возрастает число центров образующейся γ -фазы, в результате чего интенсивно измельчается зерно аустенита. Кроме этого, при деформировании в межкритическом интервале температур в результате $\gamma \rightarrow \alpha$ превращения [6] можно значительно ускорить процесс перекристаллизации, сильно наклепать составляющие структуры и значительно измельчить зерно.

Таким образом, полученные экспериментальные данные на предварительно деформированных сварных образцах из конструкционной стали Ст3 могут быть использованы при восстановительной ТЦО сварных соединений длительно эксплуатирующихся несущих МК строительных машин в опасных локальных зонах КН, находящихся на стадии предразрушения или прошедшей в них пластической деформации. При этом появляется возможность: уменьшить структурную и механическую неоднородность сварных соединений; повысить степень равнопрочности различных зон сварных соединений несущих МК СМ; усилить прочностные свойства металла в ослабленных локальных зонах КН; устранить опасные локальные зоны с возникающим предразрушением металла.

Литература

1. Винокуров В. А. Сварные конструкции. Механика разрушения и критерии работоспособности. / В. А. Винокуров, С. А. Куркин, Г. А. Николаев. – М.: Машиностроение, 1996. – 576 с.
2. Гордиенко В. Е. Влияние структурной неоднородности металла сварных соединений металлоконструкций строительных машин на магнитные свойства / В. Е. Гордиенко, Е. Г. Гордиенко, А. А. Березина // Вестник гражданских инженеров. – 2014. – № 6(47). – С. 188–194.
3. Смирнов А. И. Влияние макро-, мезо- и микродефектов структуры на конструктивную прочность углеродистых сталей при циклическом нагружении: автореф. дис. ... канд. техн. наук / А. И. Смирнов. – Новосибирск, 2003. – 18 с.
4. Федюкин В. К. Термоциклическая обработка металлов и деталей машин. / В. К. Федюкин, М. Е. Смагоринский. – Л.: Машиностроение, 1989. – 255 с.
5. Дьяченко С. С. Особенности влияния холодной деформации и ТЦО на структуру и свойства низкоуглеродистых сталей. Термоцикл. обраб. метал. изделий. / С. С. Дьяченко, Е. А. Кузьменко, А. И. Поляничка. – Л., 1982. – С. 18–19.
6. Бокштейн С. З. Диффузия и структура металлов / С. З. Бокштейн. – М.: Металлургия, 1973. – 206 с.

УДК 62-77

Виктор Николаевич Добромиров, д-р. техн. наук,
профессор

(Санкт-Петербургский государственный
архитектурно-строительный университет)

Сергей Николаевич Доценко

(Санкт-Петербургский государственный
архитектурно-строительный университет)

E-mail: dot_se_nko@mail.ru

Viktor Nikolayevich Dobromirov, Dr of Tech. Sci.,
Professor

(Saint Petersburg State University of Architecture and
Civil Engineering)

Sergey Nikolayevich Dotsenko

(Saint Petersburg State University of Architecture and
Civil Engineering)

E-mail: dot_se_nko@mail.ru

ТЕХНИЧЕСКОЕ ДИАГНОСТИРОВАНИЕ В АВТОТЕХНИЧЕСКОЙ СУДЕБНОЙ ЭКСПЕРТИЗЕ

TECHNICAL DIAGNOSTICS IN AUTOMOTIVE FORENSIC EXAMINATION

В статье отражены технические аспекты деятельности экспертов при определении технического состояния автотранспортных средств и решении вопросов, поставленных в определении суда, а также применение ими методик и современных средств технического диагностирования.

Ключевые слова: техническое состояние автотранспортных средств, техническое диагностирование, судебная автотехническая экспертиза, электронный сканер, диагностические параметры.

The article describes the technical aspects of the work of experts in determining the technical condition of vehicles and addressing the issues raised in the court, as well as their application of methods and means of technical diagnostics.

Keywords: technical condition of vehicles, technical diagnosis, judicial autotechnical examination, electronic scanner, test parameters.

В судебном производстве, при решении гражданских и уголовных дел, связанных с владением, эксплуатацией и изменением технического состояния транспортных средств, судьям – специалистам в области права, закон предписывает назначение различных видов автотехнических экспертиз.

Автотехническая экспертиза (АТЭ) – это комплексное научно-техническое исследование всех аспектов дела, проведенное лицами, имеющими специальные познания в науке, технике или ремесле. АТЭ требует использования экспертом актуальной информации из самых разных областей знания: юриспруденции, криминалистики, медицины, психофизиологии, конструкции, теории и расчета транспортных средств, технологии их изготовления, обслуживания и ремонта, проектирования, строительства и эксплуатации дорог, организации и безопасности дорожного движения и др.

При назначении АТЭ в экспертное учреждение или независимо техническому эксперту направляется определение суда с изложением сути судебного иска, а также материалы дела. В определении суда судья четко формулирует вопросы, на которые судебный технический эксперт обязан дать с технической точки зрения аргументированные, исчерпывающие точные и недвусмысленные ответы. Если на некоторые из поставленных вопросов не представилось возможности дать ответы, в исследовательской части эксперт указывает причины этого. Кроме этого эксперт или группа экспертов дают подписку об ответственности за дачу заведомо ложного заключения по ст. 307, 308 УПК РФ.

Отдельно необходимо выделить ситуацию проведения технической экспертизы автомобилей в рамках действия Федерального закона «О защите прав потребителей». В соответствии со ст. 18, 19 указанного закона, при возникновении спора относительно причины возникновения дефекта организация-продавец (исполнитель, импортер) обязаны провести независимую экспертизу качества автомобиля. Потребитель также имеет право обратиться с требованием о проведении независимой экспертизы автомобиля.

В современных условиях для решения указанных выше задач экспертами широко используются средства технического диагностирования АТС и типовые методики проведения экспертиз.

Технические средства, применяемые экспертом-автотехником условно можно разделить на три группы:

- универсальные средства, которые применяются в различных сферах деятельности человека (фотоаппарат, линейка, калькулятор, и т. п.);
- средства, которые применяются только в экспертной деятельности или на специализированных предприятиях (диагностические приборы, эндоскопы, криминалистические средства – специальная фототехника для съемки микро следов, специальные осветительные приборы и т. п.);
- средства, которые применяются для решения конкретных задач по одному из видов экспертизы (современные средства технического диагностирования (СТД) и их программные модули).

На современном этапе развития автотехнической экспертизы, применяются все группы технических средств. Использование конкретных СТД обуславливается методикой, которая избрана экспертом для проведения необходимых исследований. Исходя из требований действующего законодательства, выбор экспертом методики исследования не регламентируется и прямо зависит от решения эксперта. Следует отметить, что проходящая в последние годы «паспортизация» экспертных методик на межведомственном уровне, служит только принципам единого подхода к решению одинаковых экспертных задач различными экспертами. «Паспортизация» методик не ограничивает эксперта в выборе СТД, которыми он достигнет результатов, если выбранные способы научно обоснованы.

Методики, применяемые в практике автотехнической экспертизы, основаны на законах физики, теоретической механики, теории и конструкции автомобилей, теории соударения и т. д. Следовательно, экспертные методики, применяемые в автотехнической экспертизе, не что иное, как прикладное выражение указанных выше законов. Причем, как правило, происходит упрощение применяемых математических зависимостей. Эксперт обязан указывать, что выполнение нескольких измерений со свойственными им допустимыми погрешностями непременно приводит к снижению достоверности результата относительно методов, основанных на фундаментальных познаниях в области науки и техники.

Исходя из того, что законодательство не ограничивает эксперта в выборе методики исследования, не может быть и ограничений эксперта в выборе применяемых им СТД.

Технические средства (инструменты для фиксации объектов автотехнической экспертизы, измерения их геометрических размеров, проведения вычислительных математических действий) обеспечивают фото- или измерительную фиксацию объективной реаль-

ности. Методика действий эксперта при этом должна обеспечить возможность проверки замеров и вычислений даже после уничтожения объектов. Для этого размеры участка дороги, транспортных средств, следов на транспортных средствах должны быть зафиксированы масштабной фотосъемкой. В этом случае все необходимые замеры могут быть выполнены по имеющимся фототаблицам даже без объектов осмотра, а проведенные экспертом математические вычисления всегда могут быть проверены специалистом.

Вторая группа технических средств служит для углубленного изучения и анализа ситуации и технического состояния АТС в связи с задачами экспертизы. Поэтому СТД второй группы являются специализированными и применяются, как правило, лицензированными организациями в сфере контроля технического состояния АТС и расследования ДТП. Примером таких средств могут быть линии технического контроля МАХА (производства ФРГ) или МЕТА (производства РФ).

К техническим средствам третьей группы относятся компактные электронные измерительно-вычислительные комплексы. Их целевое программное обеспечение разработано и используется для диагностирования конкретных моделей транспортных средств. Наиболее распространенным средством такого типа является фирменный электронный сканер производителя АТС. Будучи подключенным к стандартному диагностическому разъему электрической цепи АТС, он считывает всю необходимую информацию о конкретном транспортном средстве, составе и состоянии электронных блоков управления системами (ЭБУ) и коммуникации между ними. Он определяет неисправности диагностируемых систем и выдает их коды, хранящиеся в памяти прибора.

Одной из функций фирменных сканеров является формирование полного протокола о техническом состоянии АТС за определенный период на основании данных, хранящихся в памяти ЭБУ. Что наиболее важно для экспертов-автотехников, такие протоколы содержат достоверную информацию о периодах работы подконтрольных систем в диапазонах диагностических параметров, недопустимых с точки зрения изготовителя АТС, с указанием значений недопустимых отклонений этих параметров.

Опыт работы показывает, что представители дилерских центров из корпоративных коммерческих соображений часто пытаются скрыть от экспертов и покупателей своей продукции возможности современных фирменных СТД, аргументируя это коммерческой тайной и интеллектуальной собственностью заводов-производителей.

Еще одной проблемой для экспертов-автотехников при работе с дилерскими и фирменными СТО является ограничение доступа к достоверной информации о проведенных технических воздействиях при техническом обслуживании и ремонте АТС. Неполная, недостоверная, а порой технически безграмотная информация о ремонте гарантийных транспортных средств часто является причиной судебных исков о гражданской ответственности.

При проведении диагностирования необходимо использовать технические бюллетени для конкретной модели и VIN транспортного средства. Однако, эта информация часто представлена заводом на языке страны-изготовителя. При обозначении блоков управления различных систем используются аббревиатуры, которые могут быть неоднозначно расшифрованы. Это может происходить в случае конструктивного исполнения нескольких ЭБУ в одном модуле, что приводит к изменению аббревиатуры и усложнению поиска необходимых сведений. Достоверность технического перевода может быть оспорена юристами одной из сторон в суде.

Как альтернатива фирменным, применяются мультибрендовые (многомарочные) сканеры. Это удобно для тех СТО, которые расположены в местах с недостаточно развитой дилерской сетью обслуживания АТС. Достоинством этих СТД является более широкий диапазон исследуемых марок и моделей машин. Однако есть у них ряд существенных ограничений по отношению к фирменным СТД, которые в своей работе не может не учитывать эксперт-автотехник. Так, программное обеспечение мультибрендовых сканеров

выполнено в ограниченной заводами-изготовителями версии. Это заключается в том, что она представляет собой стартовую версию для данного модельного ряда АТС. Его обновление производится значительно реже, чем для фирменных сканеров. В случае удаления ошибок и переустановки программного обеспечения на автомобиле посредством мультибрендового сканера, АТС снимается с гарантийного обслуживания в дилерских центрах, так как в памяти ЭБУ обязательно фиксируется дата и идентификационные данные действующего пакета программного обеспечения.

Стоит уточнить, что применяемые в экспертной практике даже самые современные СТД предназначены, прежде всего, для получения информации от датчиков и исполнительных механизмов и подтверждения (либо исключения) некоторой логической и обоснованной версии, которую эксперт-автотехник должен иметь еще до начала работы с программой. Никакая программа не может заменить эксперта, а предназначена она для того, чтобы с меньшими затратами получить более качественный результат. Использование технических средств не освобождает эксперта от необходимости приобретения определенных знаний и опыта.

Общей проблемой технического диагностирования является достижение адекватной оценки истинного состояния объекта и классификации этого состояния (нормального или аномального) посредством анализа экспертом, в том числе с применением электронных средств контроля и фиксации их параметров. При проведении технического диагностирования для подтверждения нормального состояния объекта выделяют две основные задачи: обеспечение получения достоверной информации и обеспечение приемлемой оперативности получения информации. А при выявлении аномалий возникают две основные проблемы: вероятность пропуска неисправности и вероятность «ложной тревоги», то есть вероятность ложного сигнала о наличии неисправности. Чем выше вероятность «ложной тревоги», тем меньше вероятность пропуска неисправности, и наоборот. Важная задача эксперта техника состоит в нахождении «золотой середины» между этими двумя проблемами.

Кроме того, часто, получив информацию от сканера, эксперт не имеет практического опыта проведения измерения диагностических параметров в месте локализации отказов простыми измерительными приборами или не имеет доступа к статистическим (табличным) данным по номинальным, допустимым или предельно допустимым значениям этих диагностических параметров. Такая ситуация диктует необходимость приобретения экспертами-автотехниками специальных знаний в области диагностирования электронных систем управления работой АТС.

Таким образом, проведение объективной судебной автотехнической экспертизы современных АТС невозможно без проведения диагностирования наукоемких электронных систем управления ими. Учитывая конфликт интересов сторон при проведении экспертизы, эксперт-техник часто сталкивается с противодействием производителя или его дилера в вопросах получения необходимой технической информации. В связи с этим, современный эксперт обязан обладать высоким уровнем знаний и квалификации в области технического диагностирования АТС, и, в первую очередь, электронных систем управления работой транспортных средств.

Литература

1. *Евтюков С. А.* Реконструкция и экспертиза ДТП в примерах / Евтюков С. А., Васильев Я. В. – СПб: Изд. дом «Петрополис», 2012. – 324 с.; 36 ил.
2. *Евтюков С. А.* Экспертиза ДТП: Методы и технологии / С. А. Евтюков, Я. В. Васильев; СПбГАСУ. – СПб., 2012. – 310 с.
3. *Евтюков С.А.* Дорожно-транспортные происшествия: расследование, реконструкция, экспертиза / С. А. Евтюков, Я. В. Васильев; под ред. проф. С. А. Евтюкова. – СПб.: Изд-во ДНК, 2008. – 392 с.
4. *Глазков В. Ф.* Основы теории надежности, работоспособности и диагностики машин: уч. пос. для студентов, обучающихся по направлению эксплуатации транспортных средств / В.Ф. Глазков, С. А. Евтюков. – СПб.: Изд. дом «Петрополис», 2011. – 450 с.

5. Добромиров В.Н. Блиц-технология переподготовки специалистов для технического диагностирования автотранспортных средств / В. Н. Добромиров, А. М. Войтко // Транспорт Российской Федерации. – 2012. – № 2 (39). – С. 60–63.

6. Россинская Е.Р. Развитие института судебной экспертизы в современных условиях / Е. Р. Россинская. – М.: Норма, 2004. – 25 с.

7. Инструкция о производстве судебных автотехнических экспертиз в экспертных учреждениях системы Министерства юстиции СССР [Электронный ресурс]: утверждена Приказом Минюста СССР от 26 октября 1981 года № 20 (изм. и доп. на 12 октября 2006 г.). – Доступ из справ.-правовой системы «Гарант-Максимум», версия от 27.04.2010.

УДК 69.002.5

Александр Николаевич Куракин, студент магистратуры

(Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет)

Давид Араикович Калашан, студент магистратуры

(Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет)

Станислав Михайлович Грушецкий, канд. техн. наук, доцент

(Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет)

E-mail: alekr86@mail.ru, yamach@mail.ru, grushetsky.stanislav@yandex.ru

Alexander Nikolaevich Kurakin, master's degree student

(Saint Petersburg State University of Architecture and Civil Engineering)

David Araikovich Kalashan, master's degree student

(Saint Petersburg State University of Architecture and Civil Engineering)

Stanislav Michailovich Grushetsky, PhD of Tech. Sci., Associate Professor

(Saint Petersburg State University of Architecture and Civil Engineering)

E-mail: alekr86@mail.ru, yamach@mail.ru, grushetsky.stanislav@yandex.ru

ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ ДИЗЕЛЬНОГО ТОПЛИВА НА АВТОТРАНСПОРТЕ

ENVIRONMENTALLY SOUND APPLICATION OF DIESEL FUEL ON MOTOR VEHICLES

В статье представлены проблемы экологической безопасности применения дизельного топлива на автомобильном транспорте. Раскрыто отрицательное воздействие отработавших газов на окружающую среду, представлен состав, концентрация и удельный выброс отработавших газов дизельных транспортных средств, выявлены основные направления и методы решения существующей проблемы. Представлены нормы токсичных выбросов с отработавшими газами дизельных транспортных средств, проведен их анализ, согласно документам, годам введения и выбросам. Предложены пути повышения экологической безопасности применения дизельного топлива на автотранспорте. Предложены методы снижения токсичности отработавших газов. Обоснована перспективность направления снижения токсичности отработавших газов с целью повышения экологической безопасности.

Ключевые слова: транспортное средство, дизельное топливо, отработавшие газы, токсичность, экологическая безопасность.

The article presents the problems of ecological safety of diesel fuel for road transport; discloses negative impact of exhaust gases on the environment, presents the composition, the concentration and the specific exhaust emissions of diesel vehicles identified guidelines and methods for solving existing problems. The authors present the rates of toxic emissions in the exhaust gases of diesel vehicles, their analysis, according to the documents, data administration and emissions, offer the ways to improve the environmental safety of the diesel fuel vehicles, the methods of reducing emissions, substantiate the viability of direction of emission control in order to improve environmental safety.

Keywords: vehicle, diesel fuel, exhaust gases, toxicity, environmental safety.

Автомобильный транспорт (АТ) является повышенным источником химического загрязнения окружающей среды (выбросы отработавших газов (ОГ)) и физического воздействия на нее посредством шума, вибрации, электромагнитных излучений. В настоящее время все большее применение на АТ приобретают дизельные двигатели, которые оснащают не только с большой и средней грузоподъемностью транспортные средства (ТС), но и легковые и малотоннажные ТС. Данный аспект объясняется работой дизельного двига-

теля на сравнительно дешевом топливе, отличием от бензиновых двигателей лучшей топливной экономичностью. Однако и дизельные двигатели не всегда удовлетворяют современным требованиям к токсичности ОГ.

ОГ дизелей представляют собой сложную многокомпонентную смесь газов, паров, капель жидкостей, дисперсных твердых частиц, продукты сгорания смазочного масла и веществ, образующихся из присадок к топливу и маслу (табл. 1). Снижение отрицательного воздействия и решение существующей проблемы возможно совершенствованием методов определения оценочных измерителей экологической безопасности [1], ужесточением нормирования выбросов загрязняющих веществ с ОГ дизельных двигателей, введением методов снижения токсичности ОГ (табл. 2 и 3).

Повышение экологических показателей возможно при воздействии на рабочий процесс дизельного двигателя, т. е. посредством предотвращения образования в камере сгорания повышенных концентраций токсичных компонентов ОГ, также нейтрализацией или улавливанием уже образовавшихся компонентов в выпускной системе.

Таблица 1

Усредненный состав ОГ двигателей внутреннего сгорания (ДВС) [2; 3; 4]

Компоненты ОГ	Концентрация в ОГ		Токсичные компоненты ОГ дизельных двигателей при полной нагрузке	
	Бензиновый двигатель	Дизельный двигатель	Концентрация, г/м ³	Удельный выброс, г/км
Азот (NO ₂)	74,0-77,0%	74,0-78,0%	–	–
Кислород (O ₂)	0,3-8,0%	2,0-18,0%	–	–
Водяной пар (H ₂ O)	3,0-5,5%	0,5-9,0%	15,0-100,0	–
Диоксид углерода (CO ₂)	5,0-12,0%	1,0-12,0%	40,0-240,0	–
Оксиды азота (NO _x)	0,01-0,8%	0,004-0,5%	1,0-8,0	10,0-30,0
Моноксид углерода (CO)	0,5-12,0%	0,005-0,4%	0,25-2,5	1,5-12,0
Углеводороды (CH _x)	0,2-3,0%	0,009-0,3%	0,25-2,0	1,5-8,0
Сажа (C)	0,0-0,04 г/м ³	0,01-1,1 г/м ³	0,05-0,5	0,25-2,0
Оксиды серы	до 0,008%	0,002-0,02%	–	–
Альдегиды	0,0-0,2%	0,0001-0,002%	1,0-10,0	–

Таблица 2

Нормы токсичных выбросов с ОГ дизельных ТС до 3,5 т [2; 3; 4]

Нормативный документ	Год введения		Нормы выбросов, г/км		
	Европа	Россия	CO	CH _x +NO _x	Твердые частицы
ГОСТ 37.001.054086	–	1990	13,33	4,94	–
Правила ЕЭК ООН R 83-02 (EURO-1)	1993	1999	2,72	0,97	0,14
Правила ЕЭК ООН R 83-03 (EURO-2)	1997	2000	2,2	0,5	0,1
Правила ЕЭК ООН R 83 (EURO-3)	2000	2001	2,3	0,2+0,15	0,05
(EURO-4)	2005	2006	1,0	0,1+0,08	0,04
(EURO-5)	2010	2011	0,74	0,35	0,005
(EURO-6)	2015	–	0,74	0,22	0,004

Повышение экологической безопасности осуществляется по основным направлениям (рисунок):

- совершенствование конструкции двигателя;
- учет эксплуатационных факторов;
- применение нетрадиционных топлив [3].

Конструкция дизельного двигателя в значительной степени предопределяет токсичность его ОГ. Перечисленные факторы метода совершенствования конструкции двигателя наиболее значимые. Их оптимизация обеспечивает улучшение качества рабочего процесса в широком диапазоне режимов работы дизельного двигателя и снижение токсичности его ОГ. Снижение токсичности ОГ дизелей достигается также при установке в выпускной системе дополнительных технических средств, обеспечивающих физико-химическую очистку ОГ [2; 3].

Таблица 3

Нормы токсичных выбросов с ОГ дизельных ТС более 3,5 т [2; 3]

Нормативный документ	Год введения		Нормы выбросов, г/км			
	Европа	Россия	CO	CH _x	NO _x	Твердые частицы
ОСТ 37.001.324-81	–	1982	9,5	3,4	18,3	–
Правила ЕЭК ООН R 49	1989	1995	14,0	3,5	18,0	–
Правила ЕЭК ООН R 49-1	1991	1996	11,2	2,4	14,4	–
Правила ЕЭК ООН R 49-02A(EURO-1)	1993	1998	4,5	1,1	8,0	0,36
Правила ЕЭК ООН R 49-02B(EURO-2)	1995	1999	4,0	1,1	7,0	0,15
(EURO-3)	1999	2000	2,0	0,6	4,5	0,10
(EURO-4)	2003/ 2005	2003/ 2005	1,5	0,5	3,5	0,08
(EURO-5)	2006/ 2009	2006/ 2009	1,0	0,5	2,0	0,05

К данному факту относится применение нейтрализаторов и фильтров различной модификации. Учет эксплуатационных факторов позволяет существенно улучшить экологически показатели дизелей путем обеспечения их работы на оптимальных режимах, диагностики технического состояния двигателя, корректировки управления в зависимости от параметров окружающего воздуха и свойств применяемого топлива [2; 3].

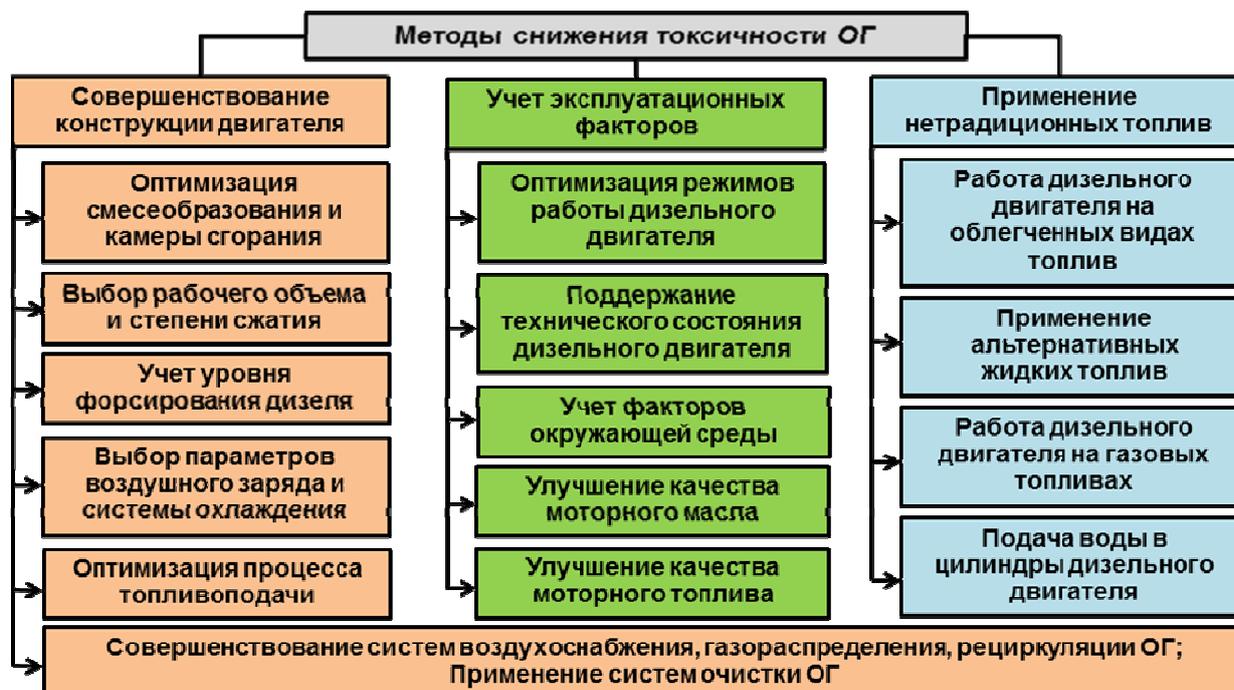


Схема основных методов снижения токсичности ОГ

Снижение токсичности ОГ может быть достигнуто и при использовании нетрадиционных видов топлив (облегченных нефтяных, альтернативных газовых и т.д.), а также при подаче воды в цилиндры двигателя.

Требования к экологической безопасности дизельного топлива на автотранспорте постоянно повышаются. Перспективные направления снижения токсичности ОГ связаны комплексно, основываясь на совершенствовании конструкции дизельного двигателя, возможности применения альтернативного топлива, учете эксплуатационных факторов.

Литература

1. *Рябчинский А. И.* Экологическая безопасность автомобиля / А. И. Рябчинский, Ю. В. Трофименко, С. В. Шелмаков; под ред. Член-корр. РАН В. Н. Луканина. – М.: МАДИ-ТУ, 2000. – 95 с.
2. *Лиханов В. А.* Снижение токсичности автотранспортных дизелей / В. А. Лиханов, А. М. Сайкин. – М.: Колос, 2002 – 224 с.
3. *Ерохов В. И.* Токсичность современных автомобилей (методы и средства снижения вредных выбросов в атмосферу). Учебник / В. И. Ерохов. – М.: Инфра-М, 2013. – 448 с.
4. *Литвинов А. С.* Автомобиль. Теория эксплуатационных свойств: Учебник для вузов по специальности «Автомобили и автомобильное хозяйство» / А. С. Литвинов, Я. Е. Фаробин. – М.: Машиностроение, 1989. – 240 с.

УДК 656.13.08:65.012.12

Елена Владимировна Куракина,
канд. техн. наук, доцент
(Санкт-Петербургский государственный
архитектурно-строительный университет)
Станислав Сергеевич Евтюков,
канд. техн. наук, доцент
(Санкт-Петербургский государственный
архитектурно-строительный университет)
E-mail: elvl_86@mail.ru, ese-89@yandex.ru

Elena Vladimirovna Kurakina,
PhD of Tech. Sci., Associate Professor
(Saint Petersburg State University of Architecture and
Civil Engineering)
Stanislav Sergeevich Evtuykov,
PhD of Tech. Sci., Associate Professor
(Saint Petersburg State University of Architecture and
Civil Engineering)
E-mail: elvl_86@mail.ru, ese-89@yandex.ru

ОБЕСПЕЧЕНИЕ ЭКСПЕРТНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ ПРИ ОЦЕНКЕ СОСТОЯНИЯ И КАЧЕСТВА ДОРОЖНОГО ПОКРЫТИЯ ПОСЛЕ ДТП

PROVIDING EXPERT RESEARCH IN ASSESSING THE CONDITION AND QUALITY OF THE ROAD SURFACE AFTER THE ACCIDENT

В статье представлены существующие технологии и применяемое обеспечение при определении состояния качества дорожного покрытия, посредством которых оценивают дорожную обстановку, причины и факторы, способствующие возникновению и развитию дорожно-транспортного происшествия (ДТП). Выявлены недостатки применяемого оборудования. Предложена новая установка (полезная модель) оперативного контроля сцепных качеств сооружаемых и эксплуатируемых дорог с твердым покрытием, в том числе контроля сцепных качеств при колеяности, применяемая при расследовании ДТП. Раскрыта последовательность выполнения измерений посредством новой установки. Обоснована необходимость применения на практике нового инструментального обеспечения с выявлением его преимуществ перед существующими технологиями.

Ключевые слова: экспертиза, автомобильная дорога, дорожно-транспортное происшествие, дорожное покрытие, сцепление, коэффициент сцепления.

The article presents the existing technologies and applied software in determining the condition of road surface, by means of which the specialist can assess the traffic situation, the causes and factors contributing to the emergence and development of road traffic accident (RTA). Deficiencies in existing equipment are identified. The article proposes new installation (utility model) operational control coupling qualities constructed and maintained roads, including control of the coupling characteristics of a rut, and used in the investigation of accidents. It reveals the sequence of measurements performed by the new installation. The authors substantiate the necessity of the practical application of the new instrumental supported by the identification of its advantages over existing technologies.

Keywords: examination, highway, traffic accident, road surface, grip, factor of coupling.

Действующая практика производства экспертных исследований осуществляется на основе общих и давно принятых алгоритмов, методик, методов, технологий и инструментального обеспечения, рекомендуемых существующими методическими изданиями и нормативными документами. Установить причины и факторы, способствующие возникновению и развитию ДТП можно лишь путем детального исследования дорожной обстановки и ее измерений [1; 2; 6]. Чем более полны и достоверны данные, тем более объективно и детально будет воспроизведен механизм ДТП.

Оценить дорожную обстановку, ее состояние и безопасность возможно посредством существующего технологического и инструментального обеспечения. Для измерения размеров неровностей покрытия применяют инструментальное оборудование, состоящее из рейки, укладываемой в поперечном направлении, и клиновидного промерника, определяющего просвет между дорожной поверхностью и рейкой. Данное оборудование позволяет определить размеры (высоту) просветов на дорожном покрытии. Наличие неровности приводит к нарушению и плавности продольного и поперечного профилей проезжей части дороги, таким образом, происходит снижение разрешенной скорости из-за динамических ударов на неровностях, боковые раскачивания ТС и т. п. Определение поперечного профиля проезжей части дороги осуществляют с помощью профилографа (рис. 1).

По перпендикулярно установленной ребром доске вручную прокатывают тележку профилографа. Прикрепленная к колесу рейка, воспроизводит (вычерчивает) колебательные движения, вызванные неровностями, на самописец, оснащенный барабаном с миллиметровой бумагой. К недостаткам данного технологического и инструментального обеспечения относят медлительность работы, особенно при передвижении вручную.

Более современный прибор ПКРС-2У, сконструированный в СоюздорНИИ, снимает профиль для оценки неровностей с помощью осциллографов, отмечающих колебания при движении колеса прицепной тележки (рис. 2).

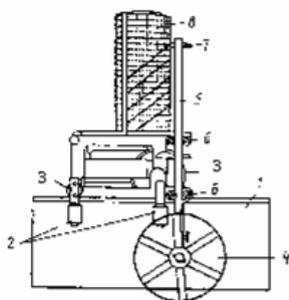


Рис. 1. Профилограф для снятия поперечных профилей:
1 – доска, 2, 3 – вертикальные и горизонтальные плоскости, 4 – колесо, 5 – рейка, 6 – ролики, 7 – самописец, 8 – барабан

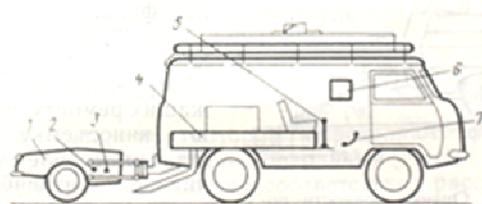


Рис. 2. Прибор для измерения профиля для оценки неровностей к автомобилю Mitsubishi Pajero:
1 – прицеп с измерительным колесом, 2 – датчик для подачи воды, 3 – датчик сцепления, 4 – бак для воды, 5 – рукоятка для подачи воды, 6 – регистрирующий прибор, 7 – педаль тормоза измерительного колеса

Данное оборудование действует по принципу обкатывания поверхности покрытия специальным колесом: груз прижимает колесо к поверхности покрытия и осциллографы регистрируют его вертикальное перемещение. Разработанный профессором Хачатуровым А. А. (МАДИ) способ записи микропрофиля дороги позволяет производить запись изображения формы профиля. Применяемое оборудование состоит из динамического преобразователя профиля, электронного блока записи и магнитофона [3; 4].

Оценку условий проезжаемости и степени шероховатости получают при использовании автомобиля как передвижной лаборатории, или на прицепных тележках к транспортному средству. Такой лабораторией является автомобиль-лаборатория МАДИ (рис. 3).

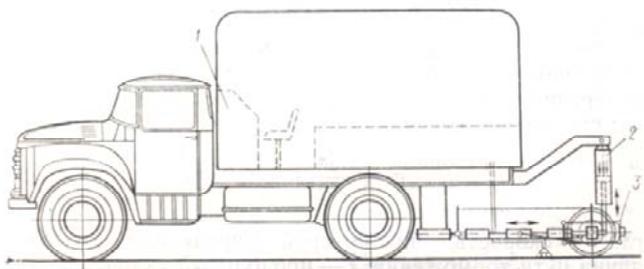


Рис. 3. Автомобиль-лаборатория МАДИ:
1 – пульт управления, 2 – пневмоцилиндр вертикальной нагрузки, 3 – рама измерительного колесного блока

Данная лаборатория предназначена для определения коэффициентов продольного и поперечного сцепления и измерения их при различных режимах движения. Установленный в прицепе осциллограф регистрирует продольные усилия, возникающие в площади следа на правом и левом колесах прицепа, а также поперечные усилия на каждом колесе при качении их под углом к направлению движения, интенсивность увлажнения покрытия, угол отклонения плоскости колес прицепа и скорость их вращения.

Также для оценки ровности покрытия и сцепления применяется толчкомер. Технологические измерения заключаются в определении сжатия рессор (пружин) подвески автомобиля или специального прицепного устройства, используемых для контроля ровности, при проезде контролируемого участка. Суммирование и регистрация сжатия рессор осуществляется с помощью измерителя механического или электронного типа, который получил название толчкомер [1; 3; 4].

Определение шероховатости покрытия выполняют при помощи «песчаного пятна» посредством песка в объемах 10, 25 и 50 м³ и номограммы. Площадь, на которой выровнен песок, характеризует шероховатость дорожного покрытия.

Для фактической оценки сцепления шины колеса с дорожным покрытием служит портативный прибор ППК Кузнецова Ю. В. [3] (рис. 4). Определение коэффициента сцепления с помощью прибора ППК не связано со скоростью движения автомобиля. При определении коэффициента сцепления прибор устанавливают на покрытие так, чтобы имитаторы находились на расстоянии 10–15 см от него. Затем подвижной груз закрепляют в верхнем положении стойки и фиксируют защелкой, а регистрирующую шайбу поднимают до подвижной муфты. После этого освобождают подвижной груз от защелки. Груз скользит по стойке, ударяется о подвижную муфту, которая через толкающие тяги проводит в движение имитаторы, заставляя их скользить по поверхности покрытия.

Регистрирующая шайба, перемещаясь вместе с муфтой, регистрирует самое нижнее ее положение. Участок нижней части стойки снабжен шкалой, отградуированной в значениях коэффициента сцепления, по которой считывают результаты измерений и заносят в протокол испытаний [3].

С помощью ППК были проведены экспериментальные исследования по определению фактических значений коэффициента сцепления на дорогах I-V категорий Санкт-Петербурга и Ленинградской области. В таблице представлено сравнение фактических значений измеряемых в эксперименте, и нормативных параметров дорожного покрытия.

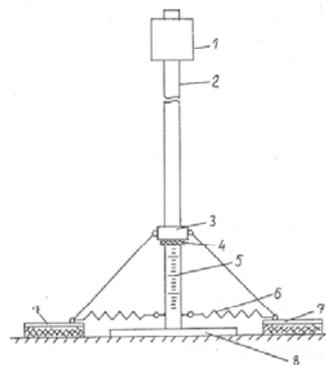


Рис. 4. Схема принципиального устройства прибора ППК:

- 1 – подвижный груз, 2 – полая опорная стойка,
- 8 – плита основания, 3 – подвижная муфта, 4 – регистрирующая пружинная шайба, 5 – шкала, 6 – три пружины, одна из которых расположена в опорной стойке, две стягивают имитаторы, 7 – имитаторы шины, 8 – опора

Пример результатов экспериментальных измерений коэффициента сцепления на капитальном покрытии I категории дороги

№ изм.	Период проведения исследования			Фактические значения коэффициента сцепления (φ_f)	Нормативные значения коэффициента сцепления		
	Март	Апрель	Май		($\varphi_n = 0,70$)*	($\varphi_n = 0,75$)*	
1	0,64			0,64	0,70	0,75	
2	0,64			0,64	0,70	0,75	
3	0,64			0,64	0,70	0,75	
...	
42	0,59			0,59	0,70	0,75	
43		0,60		0,6	0,70	0,75	
44		0,61		0,61	0,70	0,75	
45		0,60		0,60	0,70	0,75	
...		
99		0,60		0,6	0,70	0,75	
100				0,59	0,59	0,70	0,75
101				0,59	0,59	0,70	0,75
...			
128		0,59	0,59	0,70	0,75		
*ОДМ, Росавтодор, 2002 г. [4]						Среднее значение	

Альтернативой может служить устройство для определения сцепных качеств дорожного покрытия (полезная модель № 146815), которое относится к устройствам оперативного контроля сцепных качеств сооружаемых и эксплуатируемых дорог с твердым покрытием, в том числе контроля сцепных качеств при колебности, и может быть использовано при расследовании ДТП [5; 6].

Устройство предназначено для определения калибровочной зависимости сцепных качеств дорожного полотна от расходуемого объема жидкости. Известные аналоги устройства (США № 7392693, G01L 5/28, G01M 17/00, G01M 17/06, РФ № 2211277, E01C 23/07) обладают недостатком – длительностью проведения испытания по оценке сцепных качеств дорожного покрытия, при этом не исключено влияние психоэмоционального состояния оператора на точность.

Общий вид устройства для определения сцепных качеств дорожного покрытия представлен на рис. 5. Представленное конструктивное решение позволяет обеспечить быстрое действие оценки сцепных качеств дорожного покрытия.

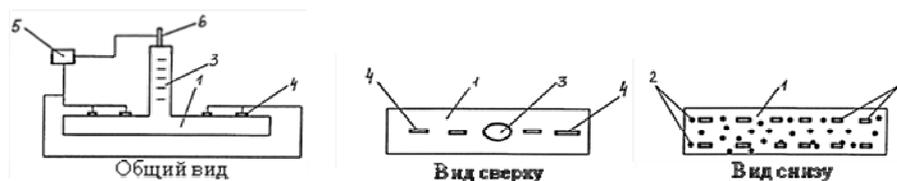


Рис. 5. Устройство для определения сцепных качеств дорожного покрытия:
 1 – имитатор шины, 2 – отверстия, 3 – вертикальная трубка, 4 – тензодатчики,
 5 – блок регистрации, 6 – электроклапан

Технология проведения измерений заключается в следующем. Перед проведением оценки сцепных качеств дорожного покрытия производят калибровку устройства, используя эталонные поверхности с известными сцепными качествами. Посредством блока регистрации фиксируют общий сигнал от всех тензодатчиков. После установки постоянного значения указанного сигнала фиксируют начальный уровень жидкости в прозрачной вертикальной трубке с градуировочными метками. Открыв электроклапан, жидкость через отверстия, выполненные на наружной поверхности имитатора шины, вытекает и заполняет неровности и шероховатости эталонной поверхности, приводя наружную и внутреннюю поверхности эластичного имитатора шины в ровные параллельные друг другу поверхности. Заполнение шероховатостей и неровностей эталонной поверхности приводит к изменению сигнала от тензодатчиков. По градуировочным меткам на прозрачной вертикальной трубке фиксируют количество жидкости, затем строят калибровочную зависимость сцепных качеств эталонных поверхностей от расходуемого объема жидкости.

Существующие и предложенные новые технологии и инструментальное обеспечение экспертных исследований позволяют оценить состояние, качество и безопасность дорожного покрытия, тем самым повышая точность и достоверность исходных данных расчетов при оценке обстоятельств ДТП, определении факторов и причин. Преимуществом нового инструментального обеспечения (полезной модели) является точность определения сцепных качеств дорожного покрытия и сокращение времени выполнения технологических процессов.

Литература

1. Куракина Е. В. Исследование влияния сцепных качеств дорог на безопасность дорожного движения / Е. В. Куракина, С. А. Евтюков // Вестник гражданских инженеров. – 2013. – № 5 (40). – С. 166–173.
2. Куракина, Е. В. Влияние параметров дороги на определение скорости движения при экспертном исследовании ДТП / Е. В. Куракина, С. С. Евтюков // Вестник гражданских инженеров. – 2014. – № 1 (42). – С. 103–109.
3. Некрасов В. К. Эксплуатация автомобильных дорог. Учебник для автодорожных вузов / В. К. Некрасов, Р. М. Алиев. – 2-е изд., перераб. – М.: Высш. шк., 1983. – 287 с.
4. ОДМ № ОС-617-р. Руководство по оценке ровности дорожных покрытий толчкометром / Росавтодор. – М., 2002. – 9 с.
5. Устройство для определения сцепных качеств дорожного покрытия. Полезная модель: пат. 146815 Рос. Федерация № 2013148264 / С. А. Евтюков, С. С. Евтюков, Е. В. Куракина; заявитель и патентообладатель Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет. – Заявл. 29.10.2013, зарегистрирован 18.09.2014, опубл. 20.10.2014, Бюлл. № 29. – 2 с.
6. Куракина Е. В. Научно-методическое обеспечение автотехнической экспертизы, учитывающей техническое состояние автомобиля и дорожной среды: дисс. ... канд. техн. наук: 05.22.10 / Е. В. Куракина; СПбГАСУ. – СПб., 2014. – 203 с.

УДК 629.077

Николай Владимирович Подопригора, канд. техн. наук, доцент
(Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет)
E-mail: n.v.podoprigora@gmail.com

Nikolay Vladimirovich Podoprigora, PhD of Tech. Sci., Associate Professor
(Saint Petersburg State University of Architecture and Civil Engineering)
E-mail: n.v.podoprigora@gmail.com

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПАРАМЕТРОВ ПРОЦЕССА ТОРМОЖЕНИЯ ТРАНСПОРТНЫХ СРЕДСТВ С ПОЛНОЙ МАССОЙ ДО 3,5 ТОНН ПРИ РЕКОНСТРУКЦИИ ДТП

EVALUATION OF BRAKING PARAMETERS OF THE VEHICLE WITH FULL WEIGHT UP TO 3.5 TONS DURING ROAD ACCIDENT RECONSTRUCTION

Представленный материал посвящен исследованию влияния эксплуатационных факторов на время срабатывания тормозной системы при реконструкции ДТП. Целью работы является совершенствование существующей методики вычисления остановочного пути, путем введения поправочных коэффициентов, влияющих на время торможения.

яющих на значение времени срабатывания тормозной системы. Экспериментальным путем установлены закономерности влияния износа фрикционных накладок (B), величин усилия на органе тормозного управления (P) и на передней и задней осях (F) на время срабатывания тормозной системы, оснащенной гидравлическим приводом. Полученные коэффициенты (K_1, K_2, K_3), способствуют экспертам более объективно оценивать эффективность торможения ТС при ответах на поставленные вопросы о технической возможности (невозможности) предотвращения ДТП.

Ключевые слова: время срабатывания, тормозная система, техническое состояние, торможение, эффективность торможения, испытания тормозной системы, тормозное усилие.

The article aims to present the results of the research on following factors, which influence the response time of braking system, and on motivation of considering these factors during the inspection of road accidents. The purpose of the current work is introduction of some complementation for the present method of calculation of stopping distance of the coefficients, which makes adjustments to the response time of the brake rigging. The conclusion is that the response time of the brake rigging is influenced by the following factors: thickness of the brake shoes (B), total braking force in the front and back axles (F), the force, applied in the controller of braking system on both axles (P). On the basis of the obtained results, the coefficients (K_1, K_2, K_3) were established. It provides a more accurate calculation of braking system efficiency and therewith it allows to make a more objective conclusion on the technical possibility of prevention of road accidents.

Keywords: braking system response time, technical state of braking system, braking, efficiency of braking, test of braking system, force, applied in the controller.

Методика, применяемая сегодня экспертами по расследованию ДТП, по оценки эффективности срабатывания тормозных систем ТС с полной массой до 3,5 тонн, оснащенных гидроприводом, разработанная еще в XX веке, ориентирована только на отечественные автомобили, выпущенные в 70-х годах прошлого столетия. Несовершенство ее, в применении к современным автотранспортным средствам (АТС), проявляется в достаточно высокой погрешности при вычислении скорости движения, времени и пути торможения ТС [6]. Действующая методика не предусматривает учет целого ряда эксплуатационных факторов, влияющих на эффективность срабатывания тормозных систем, которые могут повлиять на итоговое заключение эксперта о возможности водителя предотвратить ДТП при управлении современным АТС, обладающим высокой энерговооруженностью и скоростными возможностями [2; 5].

На основании проведенного анализа временных интервалов t_1, t_2, t_3, t_4 , формирующих общее время срабатывания тормозной системы, было установлено, что значения интервалов времени нарастания замедления до максимального (t_3) и времени торможения с установившимся замедлением (t_4) изменяют свою величину в зависимости от ряда эксплуатационных факторов, среди которых: величина усилия на органе управления тормозной системы и отдельно на каждом из колес; износ рабочих элементов тормозной системы; состояние тормозного управления на момент пробега, при котором производилась последняя замена деталей и расходных материалов тормозной системы; качество используемых расходных материалов и комплектующих; своевременность и качество технического обслуживания (ТО). Существующая методика расчета тормозного пути влияния этих факторов как правило не учитывает.

Таким образом, при реконструкции ДТП, целесообразно для определения скорости движения ТС, времени и пути торможения учитывать вышеназванные эксплуатационные факторы, влияющие на техническое состояние тормозной системы [1–6].

В ходе исследования основных расчетных зависимостей, применяемых экспертами при реконструкции ДТП, при определении скорости движения ТС (V_a), времени (t) и пути торможения (S_o), было установлено, что в них не учитывается ряд эксплуатационных факторов, определяющих фактическое техническое состояние тормозной системы ТС, оснащенной дисковыми тормозами и гидроприводом на момент ДТП. Стоит выделить наиболее значимые факторы, а именно: величина тормозного усилия на органе управления тормозной системой и отдельно на каждом колесе; износ рабочих элементов тормозной системы; состояния тормозного управления на момент пробега, при котором производилась последняя замена деталей и расходных материалов тормозной системы; качество исполь-

зуемых расходных материалов и комплектующих; своевременность и уровень технического обслуживания (ТО) [4–6].

В результате экспериментальных исследований было оценено влияние указанных выше эксплуатационных факторов на время нарастания замедления (t_3) до максимального и время торможения с установившимся замедлением (t_4), установлена целесообразность учета в расчетных зависимостях величины и характера изменения износа фрикционных накладок (B), усилия на педали тормоза (P), тормозного усилия (F) на колесах передней и задней осей в зависимости от фактического пробега ТС на момент ДТП. Однако теоретическое описание влияния указанных факторов представляется проблематичным. В этой связи, в методику вычисления времени срабатывания тормозной системы предложено внести экспериментальные корректирующие коэффициенты: K_1 – корректирующий время нарастания замедления t_3 до максимального; K_2 – корректирующий как t_3 , так и время торможения с установившимся замедлением t_4 ; K_3 – корректирующий t_4 [2; 3; 4].

В этом случае, расчетные зависимости для вычисления тормозных параметров при реконструкции и экспертизах ДТП, позволяющие определять S_o , V_a , D_o принимают вид:
– остановочный путь для ТС, оснащенных ABS, м:

$$S_o = (t_1 + t_2 + 0,375 \cdot K_1 \{t_{ном} - t_2 - t_p\}) V_a + \frac{V_a^2}{1,5 \cdot \varphi \cdot g}. \quad (1)$$

– остановочный путь для ТС, не оснащенных ABS, м:

при $\varphi g > a$:

$$S_o = (t_1 + 0,5 \cdot t_3 \cdot K_1 \cdot K_2) \frac{V_a}{3,6} + \frac{t_2 \cdot V_a}{3,6} + \frac{V_a^2}{26 \cdot J_H \cdot \psi_1 \cdot \psi_2 \cdot \psi_3}. \quad (2)$$

при $\varphi g < a$:

$$S_o = (t_1 + t_2 + 0,5 \cdot K_1 \cdot K_2 \{t_{ном} - t_2 - t_p\}) V_a + \frac{V_a^2 \cdot M_H}{2a \cdot M_c}, \quad (3)$$

$$S_o = (t_1 + t_2 + 0,5 \cdot K_1 \cdot K_2 \{t_{ном} - t_2 - t_p\}) V_a + \frac{V_a^2}{2 \cdot \varphi \cdot g}. \quad (4)$$

- скорость автомобиля перед торможением с учетом юза, км/ч:

$$V_a = 1,8 \cdot J_H \cdot \psi_1 \cdot \psi_2 \cdot \psi_3 \cdot t_3 \cdot K_1 \cdot K_2 + \sqrt{26 \cdot J_H \cdot \psi_1 \cdot \psi_2 \cdot \psi_3 \cdot S_{ю}}. \quad (5)$$

– необходимое расстояние между задним и передним автомобилем в момент торможения переднего для избегания наезда, м:

$$D_o = (t_1 + t_2 + 0,5 \cdot t_3 \cdot K_1 \cdot K_2) \frac{V_2}{3,6} + \frac{V_2^2 - V_1^2}{26 \cdot J_H \cdot \psi_1 \cdot \psi_2 \cdot \psi_3}, \quad (6)$$

где Ψ_1, Ψ_2, Ψ_3 – коэффициенты замедления, учитывающие марку ТС, дорожные условия и степень загрузки автомобиля; M_H – действительная масса ТС в момент ДТП; M_c – масса снаряженного ТС; $t_{ном}$ – установленное техническим регламентом максимально допустимое время срабатывания тормозного механизма; t_p – время (пороговое) нарастания замедления (до вступления в силу технического регламента $t_p=0,5$ с.); φ – коэффициент сцепления колеса с дорогой; a – предельно допустимая величина тормозного ускорения; K_1 – коэффициент, корректирующий время нарастания замедления t_3 до максимального; K_2 – ко-

ээффициент, корректирующий как t_3 , так и время торможения с установившимся замедлением t_4 ; K_3 – коэффициент, корректирующий t_4 , где: t_4 – время торможения с установившимся замедлением, с:

$$t_4 = K_2 \cdot K_3 \cdot \frac{V_a - 1,8 \cdot J_H \cdot t_3}{3,6 \cdot J_H} \quad (7)$$

Для подтверждения влияния износа фрикционных накладок (B), усилия на педали тормоза (P), тормозного усилия (F) на колесах передней и задней осей на время срабатывания тормозной системы ($t_{ср}$) и в интересах уточнения расчетных зависимостей, применяемых при реконструкции и экспертизах ДТП, разработана методика экспериментальных исследований [1–6].

Результаты по автомобилю *Peugeot Boxer* представлены в табл. 1.

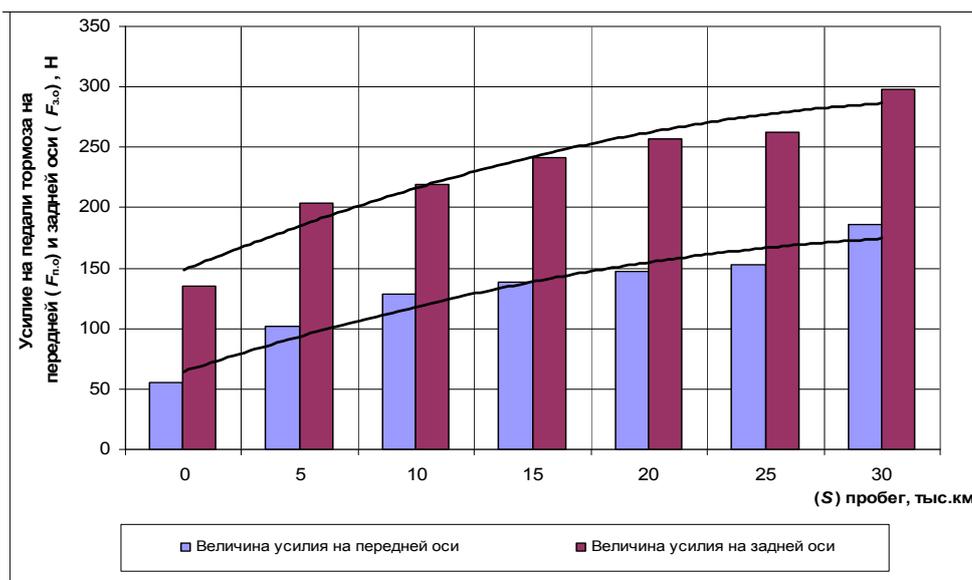
Таблица 1

Результаты измерений Peugeot Boxer

Измеряемые параметры	Значения параметров при пробеге (тыс. км):						
	0	5	10	15	20	25	30
Толщина фрикционных накладок, мм	10	9	8,5	8,5	8	7,5	6,5
Время срабатывания тормозной системы при фактической толщине фрикционных накладок, с	0,53	0,55	0,68	0,64	0,72	0,75	0,78
Усилие на педали тормоза при торможении на оси, Н: передней задней	56 134	102 214	130 219	136 242	147 259	152 263	186 298
Тормозное усилие на переднем колесе, кН: левом правом	4,69 4,80	4,51 4,67	4,48 4,65	4,45 4,59	4,35 4,42	4,31 4,43	3,97 3,95
Тормозное усилие на заднем колесе, кН: левом правом	2,80 2,77	2,83 2,67	2,75 2,66	2,52 2,58	2,52 2,59	2,34 2,36	2,25 2,30

На основании экспериментальных данных по каждому исследуемому ТС построены зависимости контролируемых параметров от фактического пробега ТС. На рисунке, в качестве примера, приведены некоторые из полученных экспериментальных зависимостей измеряемых параметров ($F_{n.o.}$, $F_{з.o.}$) от пробега (S) для *Peugeot Boxer*.

На основании этих зависимостей выведены уравнения регрессии (табл. 2), с достоверностью аппроксимации, в пределах $R = 0,87 \div 0,94$. Полученные зависимости проверялись тестированием методом преобразования Фишера, что показало их приемлемую достоверность ($F = 11,69 > f_g = 6,94$). Коэффициенты детерминации ($R^2 = 0,8531$) и линейной корреляции Пирсона ($r_{x,y}^P = 0,73$) подтвердили адекватность регрессионной модели. Выведенные уравнения регрессии описывают полиномиальные кривые (средние величины), благодаря которым можно получить единичное значение для любого из исследуемых параметров на конкретном ТС при заданном пробеге (см. табл. 2) [1–6].



Усилия на органе управления тормозной системы Peugeot Boxer при измерениях тормозных сил на колесах передней ($F_{n.o}$) и на задней ($F_{z.o}$) осях:

1 – полиномиальная кривая усилия на педали тормоза при измерении усилий на передней,
2 – на задней оси

Таблица 2

Уравнения регрессии параметров автомобилей Peugeot Boxer

№	Параметры измерения	Рис	Уравнения регрессии, $y = f(x)$ *	Достоверность аппроксимации, R^2
1	Толщина фрикционных накладок (B)	9	$y = x^2 - 0,5298x + 10,214$	0,8766
2	Время срабатывания тормозной системы (t_{cp}) при фактической толщине фрикционных на-	10	$y = -x^2 - 0,0185x + 0,7957$	0,9257
3	Усилие на педали тормоза при измерениях тормозных усилий на колесах передней оси ($F_{n.o}$)	11	$y = -2,3929x^2 + 35,369x + 31,286$	0,9229
4	Усилие на педали тормоза при измерениях тормозных усилий на колесах задней оси ($F_{z.o}$)	11	$y = -2,75x^2 + 45,036x + 106$	0,9364
5	Тормозное усилие на переднем левом колесе ($P_{n.l}$)	12	$y = -x^2 - 0,0149x + 4,6457$	0,9016
6	Тормозное усилие на переднем правом колесе ($P_{n.n}$)	12	$y = -0,0196x^2 + 0,0411x + 4,7257$	0,8926
7	Тормозное усилие на заднем левом колесе ($P_{z.l}$)	12	$y = -x^2 - x + 2,7743$	0,9465
8	Тормозное усилие на заднем правом колесе ($P_{z.n}$)	12	$y = -x^2 - 0,0185x + 0,7957$	0,9257

*где x – пробег ТС, y – контролируемый параметр.

Практическая значимость данных уравнений заключается в возможности их использования для определения перечисленных в табл.2 параметров в ситуациях, когда исследование или проверка ТС на стенде тормозных испытаний не предоставляется возможной в полном объеме из-за полученных в результате ДТП повреждений. Рассчитанное та-

ким образом значение параметра рекомендуется принимать как нормативное (y_{nor}) для исследуемого ТС. В ситуации, если техническое состояние ТС позволяет производить исследования, то полученные фактические результаты (y_{fac}) необходимо сравнивать с принятыми нормативными и делать выводы о состоянии тормозной системы: если $y_{fac} \geq y_{nor}$, то измеряемый параметр не может повлиять на увеличение времени срабатывания тормозов, а если $y_{fac} < y_{nor}$, то измеряемый параметр оказывает влияние на увеличение времени срабатывания тормозов. Такое сравнение нужно производить по всем измеряемым параметрам [1, 3, 6].

Если при сравнении результатов измеряемых параметров выявлено, что фактическое значение (y_{fac}) только одного i -го параметра хуже нормативного (y_{nor}), а по всем остальным параметрам значения лучше или соответствуют нормативным, то коэффициент K высчитывается по зависимости:

$$K = \frac{y_{nor i}}{y_{fac i}} . \quad (8)$$

В ситуациях, когда несколько фактических результатов оказались хуже нормативных, необходимо применять комплексный (интегральный) метод определения K_{int} .

$$K_{int} = \sum_{i=1}^n \eta_i K_{ij} , \quad (9)$$

где η_i – коэффициент весомости значения i -го измеряемого параметра, определяемый экспертным путем; K_{ij} – относительная оценка j -го свойства по i -му показателю, определенная дифференциальным методом; n – число оцениваемых показателей.

В нашем случае, для определения интегрального (обобщенного) коэффициента, влияющего на время срабатывания тормозной системы, зависимость (9) имеет следующий вид:

$$K_{int} = \eta_1 K_1 + \eta_2 K_2 + \eta_3 K_3 + \dots + \eta_n K_n . \quad (10)$$

Для оценки весомости влияния каждого параметра на время срабатывания тормозов был применен метод экспертных оценок уровня показателей качества продукции. При сравнении, когда фактический параметр хуже нормативного, следует выяснить, какая неисправность послужила причиной заниженного результата [1,3].

Предложенная методика может быть реальным инструментом эксперта при вычислении корректирующих коэффициентов, а предложенные значения коэффициентов весомости могут использоваться при расследовании ДТП с участием АТС полной массой до 3,5 тонн, оснащенных дисковыми тормозами с гидравлическим приводом.

Практическая значимость предложенных уточнений методики, заключается в повышении объективности оценки экспертом действий водителя по предотвращению ДТП с учетом технической возможности ТС [4; 5; 6].

Литература

1. Подопригора Н. В. Влияние дополнительных факторов на время срабатывания тормозной системы транспортного средства при вычислении остановочного пути [Электронный ресурс] / Н. В. Подопригора // Современные проблемы науки и образования. – 2012. – № 2. – URL: www.science-education.ru/102-6096.
2. Евтюков С. А. Совершенствование методики вычисления остановочного пути / С. А. Евтюков, Н. В. Подопригора // Вестник гражданских инженеров. – 2012. – № 4(33). – С. 214–219.
3. Подопригора Н. В. Совершенствование методики определения тормозных параметров при реконструкциях ДТП / Н. В. Подопригора // Вестник гражданских инженеров. – 2012. – №6(35). – С. 143–150.

4. Подопригора Н. В. Уточнение традиционной методики вычисления остановочного пути / Н. В. Подопригора, П. А. Степина // Актуальные проблемы безопасности дорожного движения: матер. междунар. науч.-практ. конф. студентов, аспирантов, молодых ученых и докторантов, СПбГАСУ. – СПб., 2012. – С. 121–123.

5. Подопригора Н. В. Методика определения параметров процесса торможения автотранспортных средств при реконструкции ДТП / Н. В. Подопригора // Материалы 11-ой международной конференции «Организация и безопасность дорожного движения в крупных городах», СПбГАСУ. – СПб., 2014. – С. 489–498.

6. Подопригора Н. В. Определение параметров процесса торможения автотранспортных средств при реконструкции и экспертизе ДТП / Н. В. Подопригора // Мир транспорта и технологических машин: научно-технический журнал. – 2015. – № 1(48). – С. 93–102.

УДК [621.87:62-503.56]+[519.853:519.87]

Сергей Васильевич Репин, д-р техн. наук, профессор
(Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет)
Андрей Вячеславович Зазыкин, канд. техн. наук,
(Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет)
Настык-Доржу Кызыл-оолович Ховалыг, канд. техн. наук
(Филиал «Центральный научно-исследовательский институт судовой электротехники и технологии» ФГУП «Крыловский государственный научный центр»)
E-mail: tm@spbgasu.ru

Sergej Vasilevich Repin, Dr of Tech. Sci., Professor
(Saint Petersburg State University of Architecture and Civil Engineering)
Andrej Vjacheslavovich Zazykin, PhD of Tech. Sci.,
(Saint Petersburg State University of Architecture and Civil Engineering)
Nastyk-Dorzhu Kyzyl-oolovich Hovalyg, PhD of Tech. Sci.
(Branch “Central Scientific Research Institute of Ship Electrical Engineering and Technique” of Krylov State Research Centre)
E-mail: tm@spbgasu.ru

МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССА ФОРМИРОВАНИЯ РЕГИОНАЛЬНОГО ПАРКА СТРОИТЕЛЬНЫХ МАШИН

MODELLING OF PROCESS OF FORMATION OF REGIONAL PARK OF BUILDING MACHINES

В данной статье рассмотрена методика формирования регионального парка строительных машин, с учетом оценки целесообразности приобретения машин со сроком эксплуатации, а также целесообразности проведения капитального ремонта как вариант обновление парка.

Ключевые слова: парк строительных машин (ПСМ), формирование парка, моделирование парка, приобретение машин, коэффициент старения машины.

In given article the technique of formation of regional park of building machines, taking into account an estimation of expediency of acquisition of machines with operation term, and also expediency of carrying out of major repairs as a variant park updating is considered.

Keywords: fleet of building machines, formation of the fleet, creation of the fleet, purchase of machinery, aging factor.

Процесс формирования парка строительных машин для отдельного региона предусматривает выполнение трех основных задач (рис. 1) [1]:

1. Анализ регионального парка строительных машин включает в себя:
 - анализ динамики общих объемов строительно-монтажных работ;
 - разделение общего объема строительных работ по видам работ (земляные, монтажные и т. п.) и характеру работ с точки зрения выполнения различными строительными машинами;
 - расчет потребности в строительных машинах по установленным объемам работ, с учетом имеющейся техники;
 - расчет затрат на приобретение недостающих машин и сравнение с планируемыми инвестициями на приобретение машин.

Выработка в год новой машины с учетом сезонности работ:

$$\Pi_{НГ} = \Pi_{Н} \times \Phi_{Н}, \quad (1)$$

где $\Pi_{Н}$ – часовая производительность новых машин; $\Phi_{Н}$ – годовой фонд рабочего времени новой машины с учетом сезонности работ.

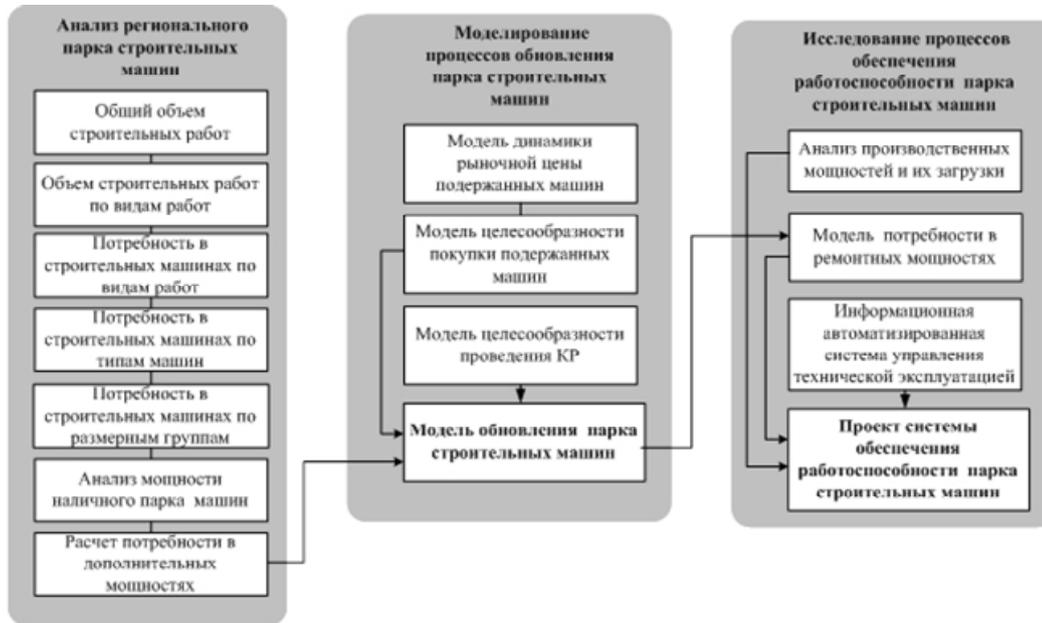


Рис. 1. Схема методики формирования парка основных строительных машин

Годовой фонд рабочего времени не новой машины времени с учетом сезонности работ и возраста машин t :

$$\Phi_{С}(t) = \Phi_{Н} \times K_{Г}(t), \text{ маш.-ч}, \quad (2)$$

где $K_{Г}(t)$ – коэффициент готовности машин, который снижается по мере старения техники:

$$K_{Г}(t) = \exp(-\beta_t \cdot t), \quad (3)$$

где β_t – коэффициент старения машины по наработке, принимается равным 0,012...0,048 год⁻¹ [2].

Часовая производительность не новой машины с учетом возраста рассчитывается по формуле:

$$\Pi_{С}(t) = \Pi_{Н} \times \exp(-\beta_{\Pi} \cdot t), \text{ ед. прод./час}, \quad (4)$$

где β_{Π} – коэффициент старения машины по производительности, принимается равным 0,010...0,040 год⁻¹.

Годовой фонд времени имеющегося ПСМ с учетом возраста машин

$$\Phi_{С.СУМ} = \sum_t \Phi_{С}(t) \times N(t), \quad (5)$$

где $N(t)$ – количество машин в парке возраста t .

В качестве важной характеристики ПСМ предлагается рассматривать, так называемую, средневзвешенную производительность одной машины, зависящую от возрастной структуры парка:

$$\Pi_{\text{с.р}} = \sum_t \Pi_c(t) / \sum_t N(t). \quad (6)$$

Годовая выработка имеющегося ПСМ с учетом возраста машин:

$$\Pi_{\text{с.сум}} = \sum_t \Pi_c(t) \times \Phi_c(t) \times N(t). \quad (7)$$

Годовой объем работ, который надо покрыть за счет покупки новых машин:

$$\Delta Q = Q - \Pi_{\text{с.сум}}, \quad (8)$$

где Q – потребный годовой объем работ.

Потребная мощность ПСМ (количество машино-часов в год) данного вида и типоразмера для выполнения требуемого объема работ:

$$\Phi_{\text{ТРЕБ}} = Q / \Pi_{\text{с.р}}. \quad (9)$$

Потребное количество новых машин:

$$N_{\text{н}} = \Delta Q / \Pi_{\text{н.г}}, \quad (10)$$

Сумма затрат на приобретение новых отечественных машин:

$$S_{\text{н.о}} = N_{\text{н}} \times \Pi_{\text{н.о}}, \text{ тыс. руб.}, \quad (11)$$

где $\Pi_{\text{н.о}}$ – средняя цена новых отечественных машин, тыс. руб.

Сумма затрат на приобретение новых импортных машин:

$$S_{\text{н.и}} = N_{\text{и}} \times \Pi_{\text{н.и}}, \text{ тыс. руб.}, \quad (12)$$

где $\Pi_{\text{н.и}}$ – средняя цена новых импортных машин, тыс. руб.

2. Моделирование процессов обновления парка строительных машин учитывает все возможные способы обновления, а именно покупку новой и не новой техники, капитальный ремонт, продажу устаревшей и списание амортизированной. Исследуем динамику рыночной цены техники со сроком эксплуатации, рынок услуг по капитальному ремонту машин. На основании эмпирических исследований было выявлено, что зависимость стоимости различных строительных машин от возраста (табл.) с достаточной степенью достоверности описывается уравнениями экспоненциального типа:

$$\Pi = \Pi_0 \times \exp(\beta_M \times t), \quad (13)$$

где Π_0 – стоимость машины, руб.; β_M – параметр, характеризующий рыночной цены с возрастом машины; t – возраст машины, месяцы, годы.

Разные строительные машины теряют стоимость с течением времени разными темпами. Степень обесценивания оборудования с возрастом зависит от коэффициента β , который, как показывает анализ, обратно пропорционален сроку службы машины.

В качестве срока службы машин t принимался такой возраст, при котором среднестатистическая величина износа машин составляла 80 %, согласно которой машина с износом 80 % и более требует капитального ремонта, замены рабочих органов, основных агрегатов.

Отметим, что введение срока службы t не означает, что в том случае если возраст конкретной строительной техники превышает этот срок, то техника должна быть выведена из эксплуатации. Таким образом, для того чтобы стоимость строительной техники была более обоснованной, необходимо, чтобы информация о состоянии вторичного рынка постоянно отслеживалась и анализировалась.

Динамика обесценивания с возрастом различных строительных машин

№ п/п	Вид строительной техники	Экспоненциальное уравнение тренда (стоимость)	Величина достоверности аппроксимации	β_M
1.	Кран КС-55713	$y = 5602794,3 \cdot e^{-0,23t}$	$R^2 = 0,94$	0,23
2.	Бульдозер Komatsu D65	$y = 13337914,8 \cdot e^{-0,16t}$	$R^2 = 0,98$	0,16
3.	Экскаватор JCB 3СХ	$y = 3956690,3 \cdot e^{-0,115t}$	$R^2 = 0,94$	0,115
4.	Экскаватор ЕК-12	$y = 2758772,3 \cdot e^{-0,30t}$	$R^2 = 0,92$	0,30
5.	Экскаватор ЭО-5126	$y = 5301187,9 \cdot e^{-0,22t}$	$R^2 = 0,94$	0,22
6.	Экскаватор ЭО-2126	$y = 2918894,04 \cdot e^{-0,15t}$	$R^2 = 0,98$	0,15
7.	Кран КС-35715 базе шасси МАЗ	$y = 5149600,6 \cdot e^{-0,35t}$	$R^2 = 0,95$	0,35
8.	Бульдозер Б10 (ЧТЗ 10т)	$y = 6283637,9 \cdot e^{-0,21t}$	$R^2 = 0,95$	0,21

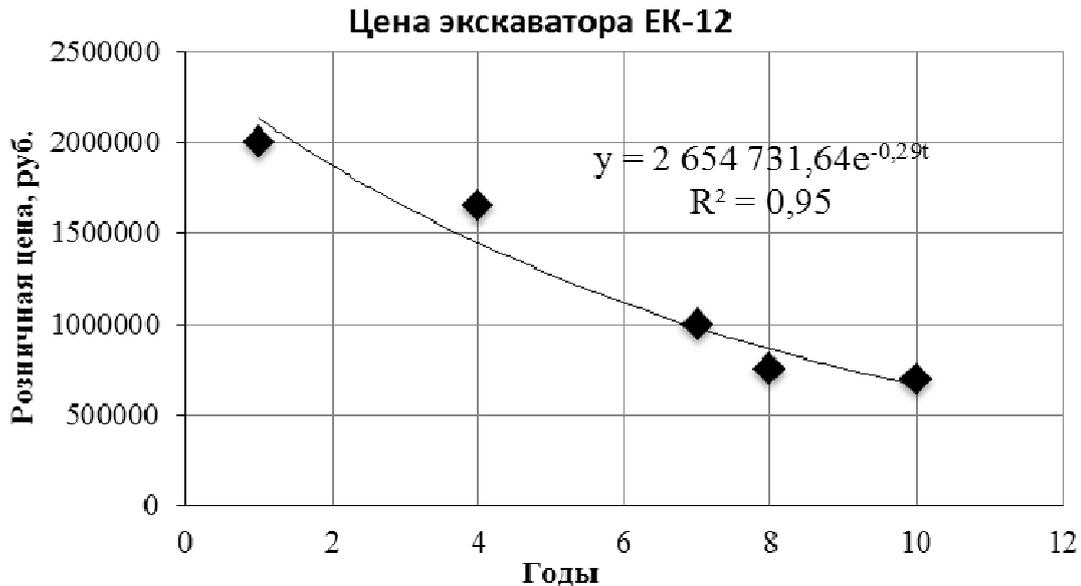


Рис. 2. Пример обработки данных по динамике рыночной цены машины в Excel

На рис. 2 приведен пример обработки статистических данных. Показатель экспоненты и есть коэффициент «старения» машины по рыночной цене. Характер кривой для всех машин одинаковый – экспонента.

Данный расчет был выполнен для большинства строительных машин.

3. Исследование процессов обеспечения работоспособности парка строительных машин заключается в сравнении динамики коэффициентов готовности $K(t)$ и «старения» по рыночной цене $K_M(t)$ в процессе эксплуатации, но уже с поведением КР (рис. 3).

Скачок ΔK_M коэффициента $K_M(t)$ определяется соотношением стоимостей КР ($Z_{к.р}$) и новой машины C_n . В силу разностей интенсивностей старения машины по техническому состоянию и рыночной цене получаем выгоду в виде дополнительного срока службы Δt . Если величина Δt положительная (как в рассматриваемом случае), то КР экономически целесообразен.

На основании расчета можно сделать следующие выводы.

Вывод 1 – о целесообразности проведения КР. Степень восстановления работоспособности машины в результате проведения КР в момент времени $t_{к.р1}$ (коэффициент готовности достигает значения k_{min}) определяется скачком коэффициента готовности на величину Δk , характеризуемую показателем восстановления – линия $K_{к.р}(t)$.

Вывод 2 – о целесообразности покупки не новой машины с последующим проведением КР. Допустим, машину купили в момент времени $t_{пок}$ по цене $C_{н.н}(t_{пок})$ и провели КР. Машина отработала время $\Delta t_{восст} = t_{к.р2} - t_{к.р1}$ и была продана по цене покупки. Величина затрат владения (условно-постоянных затрат) равна стоимости КР. В данном случае величина Δt выступает как практически бесплатное приращение срока службы машины. Происходит «омоложение» машины на величину $\Delta t_{восст}$, и возможно продолжение работы до момента времени $t_{к.р2}$.

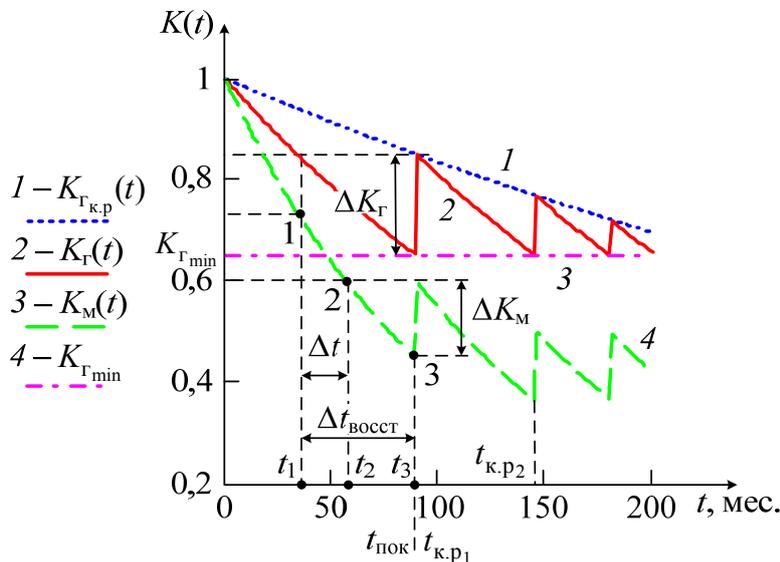


Рис. 3. Результаты расчета коэффициентов в Маткаде

Вывод 3 – о целесообразности покупки не новой машины с проведением КР для последующей продажи машины. На основании формулы (13) машина покупается по цене $C_{н.н}(t_3)$, производится вложение средств в КР в размере $C_{н.н}(t_3 - t_2)$, после чего машина продается по цене $C_{н.н}(t_1)$. Прибыль равна $C_{н.н}(t_2 - t_1)$.

Выводы

Таким образом, моделирование процесса формирования парка строительных машин включает в себя не только потребность в покупке новой техники, но и учитывает все возможные способы обновления, покупку новой и не новой техники, капитальный ремонт, продажу устаревшей и списание амортизированной.

Литература

1. *Ховалыг Н-Д. К.* Методика оптимизации состава парка строительных машин в условиях региона (в материалах Республики Тува): дис. ... канд. техн. наук: 05.05.04 / Н-Д. К. Ховалыг; СПбГАСУ. – СПб., 2012. – 180 с.

2. *Репин С. В.* Методология совершенствования системы технической эксплуатации строительных машин: дис. ... д-ра техн. наук: 05.05.04 / С. В. Репин; СПбГАСУ. – СПб., 2008. – 395 с.

УДК 62.752.2

Сергей Васильевич Репин, д-р техн. наук,
профессор

(Санкт-Петербургский государственный
архитектурно-строительный университет)

Наталья Николаевна Кротова, аспирант
(Санкт-Петербургский государственный
архитектурно-строительный университет)

E-mail: repinserge@mail.ru, nata.krotova@list.ru

Sergey Vasilevich Repin, Dr of Tech. Sci.,
Professor

(Saint Petersburg State University of Architecture and
Civil Engineering)

Natalya Nikolaevna Krotova, post-graduate student
(Saint Petersburg State University of Architecture and
Civil Engineering)

E-mail: repinserge@mail.ru, nata.krotova@list.ru

МЕТОД ОБЕСПЕЧЕНИЯ ЗАЩИТЫ ЗОНЫ РАБОТЫ ДОРОЖНО-СТРОИТЕЛЬНЫХ МАШИН

SECURITY TECHNIQUES WORK AREA ROAD CONSTRUCTION MACHINERY

В данной статье изложена проблема обеспечения достаточного уровня безопасности на дорогах. Выявлены причины дорожно-транспортных происшествий, связанные с ремонтно-дорожными работами, а именно столкновением легкового автомобиля со строительной техникой. При этом сделан вывод о неэффективности ударогасящих элементов легкового автомобиля и полным отсутствием таких элементов у дорожно-строительных машин. Приведены статистические данные последствий таких столкновений. Указаны меры, применяемые для предотвращения дорожно-транспортных происшествий, или уменьшения тяжести последствий. Приведены варианты ударогасящих элементов конструкции транспортных средств и элементов ограждения ремонтной зоны.

Ключевые слова: безопасность дорожного движения, транспортные и технологические машины, безопасность конструкций, дорожная инфраструктура, ударопоглощающие элементы.

In this article the problem of ensuring a sufficient level of safety on the roads is outlined. The causes of road accidents related to repair and construction works are identified, namely the collision of a passenger car with construction equipment. Thus the conclusion about the ineffectiveness of shock-absorbing elements of a passenger car and a complete lack of such elements in road-construction machines is made. The statistical data of the effects of such collisions is presented. Measures used to prevent traffic accidents or reduce the severity of their consequences are described. The variants of shock-absorbing structural elements for vehicles and the options of repair zone fencing are given.

Keywords: traffic safety, transport and technological machines, safety of road infrastructure construction, shock-absorbing elements.

По официальным статистическим данным, предоставленным Управлением ГИБДД по г. Санкт-Петербургу и Ленинградской области за 2014 год, в дорожно-транспортных происшествиях с дорожно-строительными и дорожно-технологическими машинами летальный исход наступил в более 53 % (8 случаев из 15, при этом более 17 человек было ранено).

Одной из причин ДТП является нарушение ПДД водителями в зоне ремонтных работ, а именно несоблюдение скоростного режима. При этом происходит столкновение автомобиля со строительной техникой, что влечет за собой сильную деформацию легкового автомобиля. Это и объясняет высокий процент летального исхода. Зоны деформации, которые обычно располагаются во всех частях легкового автомобиля, но чаще всего они находятся в передней и задней частях транспортного средства, при таком столкновении неэффективно поглощают энергию удара. В самой же конструкции дорожно-строительной машины не предусмотрены никакие ударогасящие элементы.

Еще одной из причин такой неутешительной статистики является то, что ограждение зоны работ не обеспечивает необходимой безопасности их проведения. Даже если не нарушаются инструкции по технике безопасности при проведении дорожно-строительных и ремонтных работ, то этого недостаточно, как показывает практика.

Решением данной проблемы может стать разработка и внедрение новых ударогасящих элементов конструкции транспортных средств – бамперов, а также разработка более действующих элементов ограждений зоны работ. Для этого необходимо проанализировать действующие в настоящее время показатели ударных взаимодействий автомобиля с ограждением, характер взаимодействия автомобиля с тем или иным ограждением, а также оценить эффективность конструкций эксплуатируемых ограждений на основе натуральных испытаний в соответствии с требованиями ГОСТ Р 52721–2007 [1].

В 2008–2009 гг. ФГУП «НАМИ» была выполнена НИР на тему: «Исследование процесса удержания автомобиля дорожным ограждением дорожной группы и механизма защиты человека при данном ДТП» [2]. Исследования проведены в рамках Федеральной целевой программы «Повышение безопасности дорожного движения в 2006–2012 годах» [3].

В рамках НИР были проведены испытания дорожных ограждений, основными критериями оценки которых являлись:

- максимальная удерживающая способность, E (кДж);
- индекс безопасности, I ;
- безопасность выбега автомобиля после взаимодействия с ограждением;
- максимальный прогиб ограждения, U_{max} (м).

При испытаниях дорожных ограждений автомобилями разных марок был отмечен удар передним правым колесом в стойку дорожного ограждения, после чего происходило опрокидывание автомобиля вдоль ограждения. Причиной такого «поведения» легковых автомобилей при столкновении с дорожными ограждениями является наличие большого просвета между нижней кромкой балки и поверхностью дорожного полотна.

При высоте ограждения (с одной двухволновой балкой) 0,75 м, просвет между нижней кромкой балки и дорожным полотном составляет 0,45 м. [4]. В результате недостаточной длины жесткой консоли (250–300 мм) или большой деформации консоли, произошел удар колеса легкового автомобиля в стойку ограждения, что привело к опрокидыванию автомобиля, либо к его развороту на проезжей части дороги, и возникновению серьезных предпосылок для дорожно-транспортного происшествия с тяжелыми последствиями.

Для исключения «подныривания» переднего колеса легкового автомобиля под балку ограждения, в конструкции ограждения должны быть предусмотрены специальные элементы, исключающие возможность прямого удара колеса в стойку, либо должны применяться недеформируемые консоли длиной не менее 350 мм, чтобы расстояние от внешней кромки ограждения до стойки составляло не менее 400 мм (необходима зона деформации легкового автомобиля, исключающая попадание колеса в стойку).

Натурные испытания дорожных ограждений, проведенные в 2008–2009 гг., показывают, что их конструкции, за счет применения стоек С-образного и G-образного сечений, позволяют улучшить показатели удерживающей способности дорожных ограждений до

300–400 кДж при одинаковой металлоемкости изделий с ограждениями, изготовленными по ГОСТ 26804–86 [5].

Разработанные конструкции ограждений позволяют безопасно взаимодействовать с ними разным категориям транспортных средств, что важно для условий эксплуатации на дорогах России.

При соблюдении требований по установке дорожных ограждений в соответствии с ГОСТ Р 52289–2004 [6] и правильном выборе их типа на строящихся и ремонтируемых участках дорог можно добиться значительного снижения количества ДТП, особенно с летальным исходом.

Для исключения случаев «подныривания» легкового автомобиля под балку дорожного ограждения с последующим ударом колеса в стойку ограждения, опрокидыванием или разворотом автомобиля, в конструкциях дорожных ограждений должны быть предусмотрены специальные элементы, исключающие прямой удар колесом в стойку или должны применяться недеформируемые консоли длиной не менее 350 мм.

Также, помимо стандартных ограждений, в последнее время активно распространяется по всему миру использование демпфирующих устройств, выполняющих функцию подушки, поглощающей силу удара от автомобиля, который в нее врежется. Такие ограждения обеспечивают достаточный уровень сохранности автотранспортного средства и самого ограждения при ударах на скорости 100 км/ч. Специальная система поглощения энергии от удара смягчает его воздействие для пассажиров автомобиля.

Оборудование принципиально похожим демпфирующим устройством машин для строительного-дорожных работ также помогает избежать тяжелых последствий ДТП и предотвратить повреждение техники.



Рис. 1. Мобильная демпфирующая установка на грузовом автомобиле

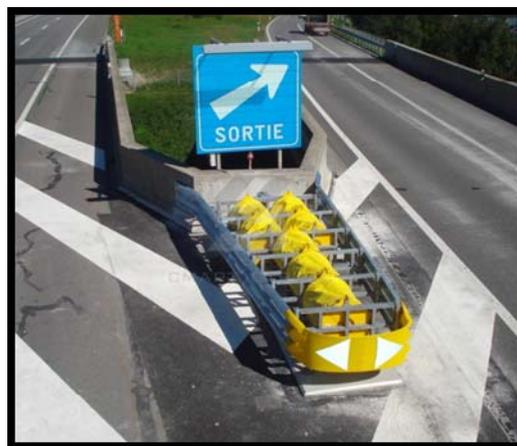


Рис. 2. Направляющая демпфирующая система

Литература

1. ГОСТ Р 52721–2007. Технические средства организации дорожного движения. Методы испытаний дорожных ограждений / Росстандарт. – М.: Стандартинформ, 2007. – 17 с.
2. Астров В.А., Малинин П.К., Льюров М.В. Безопасное фронтально-боковое дорожное ограждение / В. А. Астров, П. К. Малинин, М. В. Льюров // Автомобильные дороги. – 1989. – № 5. – С. 11–12.
3. Повышение безопасности дорожного движения в 2006–2012 годах: федеральная целевая программа; утв. Постановлением Правительства Российской Федерации № 100 от 20.02.2006 г. – М.: Фирма Вариант, 2006. – 135 с.
4. Буйленко В. Я. Расчетные параметры воздействия автомобилей на ограждающие устройства автомобильных дорог и мостов / В. Я. Буйленко, И. Д. Сахарова. // Труды СоюздорНИИ: сборник. Вопросы создания безопасных конструкций дорожных и мостовых ограждений, опор дорожных знаков, матч освещения. – М., 1982. – С. 21–35.

5. ГОСТ 26804-86. Ограждения дорожные металлические барьерного типа. Технические условия / Росстандарт. – М.: Стандартинформ, 2005. – 22 с.

6. ГОСТ Р 52289–2004. Технические средства организации дорожного движения. Правила применения дорожных знаков, разметки, светофоров, дорожных ограждений и направляющих устройств / Росстандарт. – М.: Стандартинформ, 2004. – 94 с.

УДК 69.002.5

Сергей Васильевич Репин, д-р техн. наук,
профессор

(Санкт-Петербургский государственный
архитектурно-строительный университет)

Роман Андреевич Литвин, аспирант

(Санкт-Петербургский государственный
архитектурно-строительный университет)

E-mail: repinserge@mail.ru, romka.ltv@mail.ru

Sergey Vasil'yevich Repin, Dr of Tech. Sci.,
Professor

(Saint Petersburg State University of Architecture and
Civil Engineering)

Roman Andreevich Litvin, post-graduate student

(Saint Petersburg State University of Architecture and
Civil Engineering)

E-mail: repinserge@mail.ru, romka.ltv@mail.ru

**МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССА ГАШЕНИЯ КОЛЕБАНИЙ ВИБРАЦИОННОГО
КОНВЕЙЕРА С ПОМОЩЬЮ ГИДРАВЛИЧЕСКИХ АМОРТИЗАТОРОВ**

**MODELING DAMPING PROCESS OF VIBRATING CONVEYOR BY HYDRAULIC
SHOCK ABSORBERS**

Данная статья содержит в себе описание новой конструкции амортизатора для гашения резонанса. Дело в том, что в большинстве вибрационных строительных машин, работающих в зарезонансном режиме, существует необходимость снижения резко возрастающей амплитуды колебаний при прохождении резонансной частоты в периоды разгона и торможения вибраторов. Резонансные колебания негативно сказываются на работе машин из-за повышения динамических нагрузок, снижающих ресурс, вызывающих колебания зданий и шум. Одним из известных технических решений по гашению колебаний является использование гидравлических амортизаторов, коэффициенты сопротивления которых возрастают пропорционально скорости перемещения штока. Именно такое свойство амортизаторов и требуется, так как в периоды резонанса, когда скорость колебательных движений максимальна, будет иметь место гашение колебаний, а в нормальном установившемся режиме при небольших скоростях колебательных движений тормозящих свойств амортизаторов будет незначительным.

Ключевые слова: амортизатор, вибрационные машины, вибрация, резонанс, гашение вибрации, моделирование.

This article contains a description of a new design of the shock absorber to dampen resonance. The fact that most of the vibration construction machines operating in above resonance mode, there is an increasing need to reduce the oscillation amplitude sharply when passing the resonant frequency in the periods of acceleration and deceleration of vibrators. Resonant vibrations adversely affect the operation of the machines due to the increased dynamic loads, reduce resource, causing vibrations of buildings and noise. One of the known technical solutions for the damping of oscillations is the use of hydraulic shock absorbers, coefficients of resistance of which increases in proportion to the velocity of the piston rod. Such property of the shock absorbers is required, because during resonance, when the rate of vibrational motion is maximal, there will be a vibration damping, and in a normal state at low speed oscillating movements inhibitory properties of the shock absorbers will be negligible.

Keywords: shock absorber, vibrating machine, vibration, resonance, vibration damping, modeling.

Для гашения резонансных колебаний кафедрой НТТМ разработан амортизатор (рис. 1), состоящий из цилиндра (1), штока (2), двух поршней (2, 3), разделенных между собой втулкой (4), которая крепится к цилиндру. Газовый поршень (6) служит для плавного гашения амплитуды. Данный амортизатор двухрежимный. В рабочем режиме он оказывает минимальное сопротивление и практически не оказывает никакого влияния на работу оборудования. Но в моменты прохождения резонанса, при резко возрастающих амплитудных колебаниях, увеличивается коэффициент сопротивления и происходит гашение.

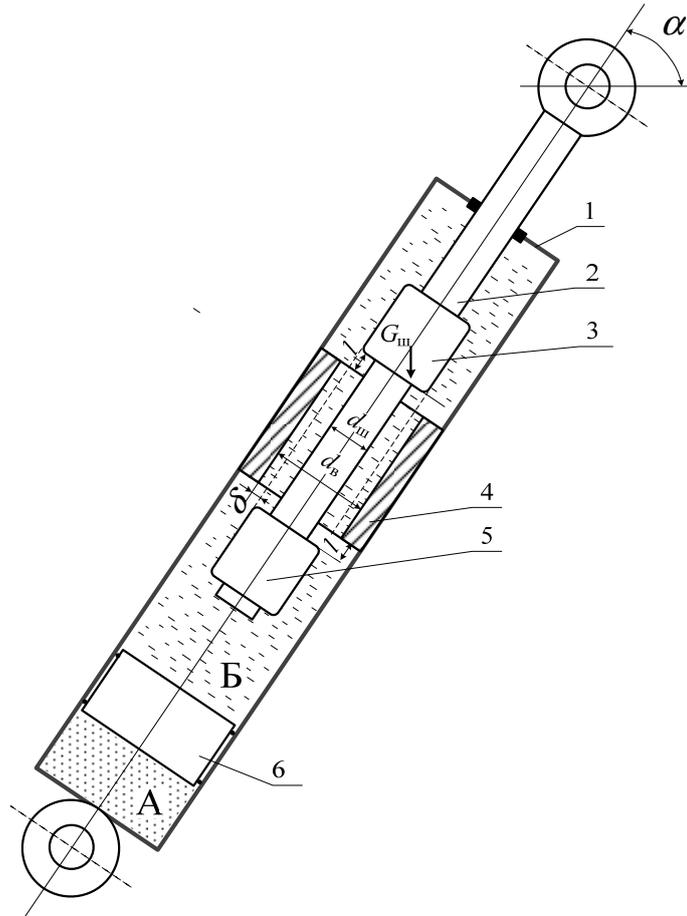


Рис. 1. Предлагаемая конструкция амортизатора для гашения колебания:

1 – цилиндр; 2 – шток; 3, 5 – поршень; 4 – втулка; 6 – газовый поршень;
А – газовая зона; Б – жидкостная зона

Расчеты выполнены в математической среде MathCad, приведенные графики получены для расчета при следующих значениях параметров

Площадь штока, поршня и цилиндра:

$$F_w = \pi \frac{d_w^2}{4}, \quad F_n = \pi \frac{d_n^2}{4}, \quad F_u = \pi \frac{d_u^2}{4},$$

Характеристика амортизатора выражает зависимость силы сопротивления от скорости поршня v :

$$P_a = k_n v^n,$$

где k_n – коэффициент сопротивления амортизатора; n – показатель степени (в зависимости от значения n различают линейную ($n = 1$), прогрессивную ($n > 1$) и регрессивную ($n < 1$) характеристики) [1; 2].

Автомобильные гидравлические амортизаторы имеют, как правило, два участка характеристики: начальный и клапанный. На клапанном участке происходит смягчение характеристики за счет открытия клапанов. Для нашего случая, а именно для гашения резонансных колебаний, необходимо малое значения коэффициента сопротивления амортизатора при работе конвейера на малой (установившейся) амплитуде колебаний, и большое в период резонанса. Колебательная скорость пропорциональна амплитуде, так как является ее первой производной. Данному условию удовлетворяет предлагаемая нами конструкция амортизатора (см. рис. 1). При амплитуде колебаний меньше 1 происходит перетекание жидкости через зазор $\delta_{ew} = (d_e - d_w)/2$ между втулкой и штоком, а при больше 1 – через

зазор $\delta_{en} = (d_e - d_n)/2$ между втулкой и поршнем, значительно меньше первого. Поэтому сопротивление перетеканию жидкости во втором случае будет больше, значит, будет больше и коэффициент сопротивления амортизатора.

Составим математическую модель работы амортизатора. При работе амортизатора чередуются процессы сжатия и отбоя. При сжатии амортизатора энергия внешних сил расходуется на сжатие газа P_g , проталкивание жидкости $P_{ж}$ через кольцевой зазор между втулкой и штоком с поршнем, на преодоление сил трения P_t в уплотнителях и силы инерции P_i движущегося штока с поршнем:

$$P_{ac} = P_g + P_{ж1} + P_t + P_i - G_{ш} \cos \alpha$$

При ходе отбоя усилие в амортизаторе описывается уравнением:

$$P_{ac} = -P_g + P_{ж2} + P_t + P_i + G_{ш} \cos \alpha,$$

где $G_{ш}$ – вес штока с поршнем.

Изменение силы сжатия газа P_g происходит согласно политропному закону:

$$P_g = p_0 F_u (V_0/V)^k,$$

где p_0 – начальное зарядное давление в воздушной камере А амортизатора; F_u – площадь цилиндра; V_0, V – начальный и текущий объемы газовой камеры; k – показатель политропы (1,1–1,2).

$p_0 = 104$ Па; $l_0 = 0,07$ м начальная длина газовой камеры;

$$V_0 = \pi \frac{d_u^2}{4} l_0,$$

$k = 1,1$; $A_y = 0,03$ м амплитуда установившихся колебаний.

Объем на ходе сжатия: $V_{сж} = \pi \frac{d_u^2}{4} (l_0 - A_y)$.

Объем на ходе отбоя: $V_{от} = \pi \frac{d_u^2}{4} (l_0 + A_y)$;

$$P_{гсж} = p_0 F_u \left(\frac{V_0}{V_{сж}}\right)^k \quad P_{гот} = p_0 F_u \left(\frac{V_0}{V_{от}}\right)^k.$$

Расчет гидравлического сопротивления движению штока.

Чтобы избежать при динамическом обжатии чрезмерно больших усилий P_g и давлений в камере, относительное обжатие V_0/V не должно превышать 5.

Из гидравлических расчетов [3, 4] известно, что величина сопротивления перемещению поршня во втулке определяется гидравлическим сопротивлением перетекания жидкости через кольцевой зазор:

а) при амплитуде колебаний, меньшей расстояния l :

$$P_{ж1} = \frac{\rho_{ж} v_n^2 F_n^2}{2g\mu^2 S_{шв}^2},$$

б) при амплитуде колебаний, большей расстояния l :

$$P_{ж2} = \frac{\rho_{ж} v_n^2 F_n^2}{2g\mu^2 S_{пв}^2},$$

где $\rho_{ж}$ – плотность жидкости, v_n – скорость движения поршня, F_n – эффективная площадь поршня, $S_{шв}$ и $S_{пв}$ – площадь кольцевого зазора между штоком и втулкой и, втулкой и поршнем, соответственно, μ – коэффициент истечения, зависящий от формы отверстий и вязкости жидкости (0,65 ÷ 0,75). Где, $\rho_{ж} = 860 \text{ кг/м}^3$; $g = 9,8 \text{ м/с}^2$; $\mu = 0,7$

Эффективная площадь поршня при движении:

1) вниз:

$$F_n = \pi d_n^2 / 4;$$

2) вверх:

$$F_n = \pi(d_n^2 - d_{iu}^2) / 4.$$

Максимальная скорость и ускорение поршня, при установившемся движении:

$$v_{ny}(\Omega) = A_y \Omega; a_{ny}(\Omega) = A_y \Omega^2,$$

где Ω – частота колебаний вибратора (Гц)

Движение штока вниз: $F_{ж1н}(\Omega) = \frac{\rho_{жс} F_n^2}{2g\mu^2 S_{шв}^2} v_{ny}(\Omega)^2$

Движение штока вверх: $F_{ж1в}(\Omega) = \frac{\rho_{жс} F_{ни}^2}{2g\mu^2 S_{шв}^2} v_{ny}(\Omega)^2$

Максимальная скорость поршня и ускорение при околорезонансной амплитуде:

$$A_{рез} > I_n, A_{рез} = I_n + 0,08;$$

$$v_{през}(\Omega) = A_{рез} \Omega; a_{през}(\Omega) = A_{рез} \Omega^2$$

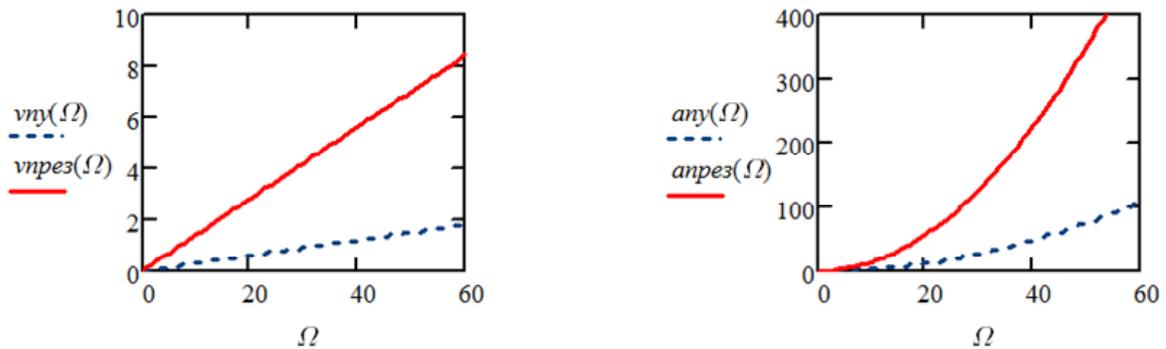


Рис. 2. Характеристика амортизатора, скорость и ускорение: а – скорость; б – ускорение

Амплитудное значение ускорения и сила инерции штока с поршнем:

– в установившемся режиме: $a_{ny}(\Omega) = A_y \Omega^2; P_{ny}(\Omega) = \frac{G}{g} a_{ny}(\Omega)$;

– в резонансном режиме: $a_{през}(\Omega) = A_{рез} \Omega^2; P_{през}(\Omega) = \frac{G}{g} a_{през}(\Omega)$

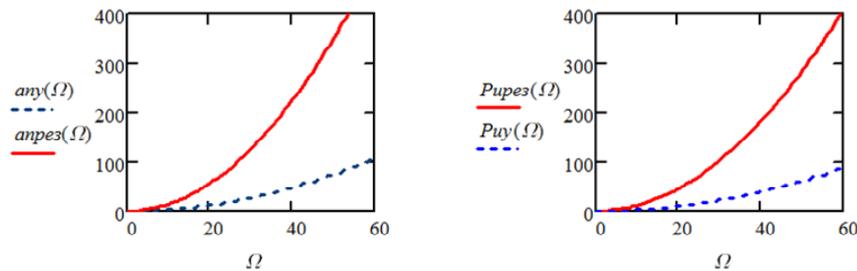


Рис. 3. Характеристика сил инерции штока с поршнем

Предварительно определив амплитудные значения усилий в амортизаторе на ходе сжатия (движения вниз) и отбоя (движение вверх), при двух режимах – установившемся и резонансном, – построили суммарные характеристики.

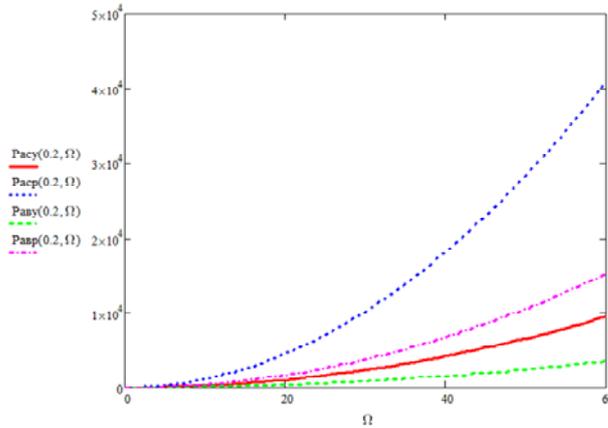


Рис. 4. Суммарная характеристика усилий в амортизаторе при разных режимах

Далее определяем коэффициент сопротивления амортизатора и строим характеристику:

$$k_{ny}(A_{кол}, \Omega) = \frac{Racy(A_{кол}, 60)}{vny(60)}$$

$$k_{np}(A_{кол}, \Omega) = \frac{Раср(A_{кол}, 60)}{vnp(60)} \quad k_{неу}(A_{кол}, \Omega) = \frac{Рава(A_{кол}, 60)}{vnp(60)}$$

$$k_{неу}(A_{кол}, \Omega) = \frac{Рава(A_{кол}, 60)}{vnp(60)}$$

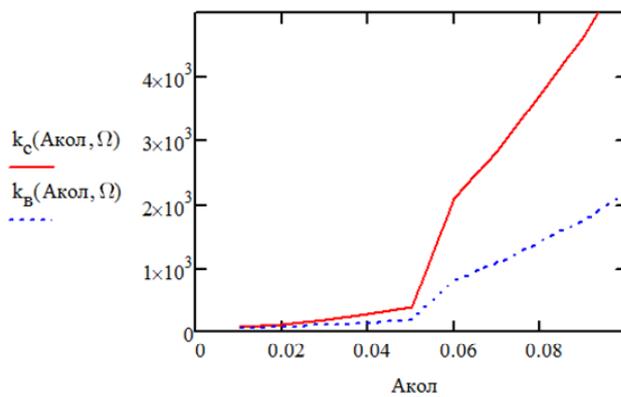


Рис. 5. Суммарная характеристика усилий в амортизаторе при разных режимах

В результате расчетов получено аналитическое выражение зависимости коэффициента сопротивления от амплитуды. Предложенное техническое решение является универсальным и может применяться для всех вибрационных строительных машин. Предложенный метод расчета амортизатора позволяет получить коэффициент сопротивления для широкого спектра строительных машин.

Литература

1. Добромиров В. Н. Амортизаторы. Конструкция. Расчет. Испытания / В. Н. Добромиров, Е. Н. Гусев, М. А. Карунин, В. П. Хавханов. – М.: МГТУ “МАМИ”, 2006. – 184 с.
2. Дербаремдикер А. Д. Гидравлические амортизаторы автомобилей / А. Д. Дербаремдикер. – М.: Машиностроение, 1969. – 236 с.
3. Челомей В. Н. Вибрация в технике: справочник в шести томах / под ред. В. Н. Челомея. – М.: Машиностроение, 1981. – Том 3. – 544 с.
4. John C. Dixon The Shock Absorber Handbook / John C. Dixon. – Second edition // Chichester: Professional Engineering Publishing Ltd and John Wiley and Sons, Ltd. – 2007– 427 p.

УДК 621.8

Василий Сергеевич Соколов, студент магистратуры
(Санкт-Петербургский государственный
архитектурно-строительный университет)
Артем Александрович Павлов, студент магистратуры
(Санкт-Петербургский государственный
архитектурно-строительный университет)
Станислав Михайлович Грушецкий, канд. техн. наук,
доцент
(Санкт-Петербургский государственный
архитектурно-строительный университет)
E-mail: 89214166019ifip@me.com

Vasily Sergeevich Sokolov, master's degree student
(Saint Petersburg State University of Architecture and
Civil Engineering)
Artem Aleksandrovich Pavlov, master's degree student
(Saint Petersburg State University of Architecture and
Civil Engineering)
Stanislav Mihailovich Grushetsky, PhD of Tech. Sci.,
Associate Professor
(Saint Petersburg State University of Architecture and
Civil Engineering)
E-mail: 89214166019ifip@me.com

**ЭКСКАВАТОР НЕПРЕРЫВНОГО ДЕЙСТВИЯ ДЛЯ ОТРЫВКИ ТРАНШЕЙ
И КОТЛОВАНОВ**

EXCAVATOR FOR CONTINUOUS EXCAVATION TRENCHES AND PITS

В данной статье рассматривается разработка универсального экскаватора непрерывного действия для отрывки траншей под трубопроводы и инженерные сети и котлованов под фундаменты зданий в грунтах I-IV категорий мерзлом грунте.

Ключевые слова: экскаватор, трактор, машины, пневмокомплекс, гидросистема.

This article discusses the development of a universal excavator continuous passages trenches for pipelines and utilities and excavation for foundations of buildings in the soils of I-IV categories of the frozen soil.

Keywords: excavator, tractor, machines, pneumatical system, hydraulic system.

Разрабатываемый экскаватор непрерывного действия для отрывки траншей и котлованов должен удовлетворять следующим требованиям:

1. Обеспечение работоспособности в немерзлом и мерзлом грунтах.
2. Расширение области применения за счет установки бульдозерного отвала.
3. Повышение надежности машины.
4. Снижение расхода топлива, в том числе за счет применения систем автоматического регулирования скорости рабочего хода в зависимости от сопротивления копания.
5. Повышение мобильности и транспортабельности.
6. Уменьшение ущерба, наносимого окружающей среде.

Отличительной особенностью машин данной категории является то, что процесс разработки и транспортировки грунта происходит одновременно и, следовательно, производительность возрастает по сравнению с экскаваторами циклического действия.

Выбор базовой машины, типа и привода рабочего оборудования обуславливается использованием экскаватора в условиях Сибири и Крайнего Севера.

Бульдозер представляет собой двухосный тягач К-703М, на котором смонтировано универсальное оборудование (бульдозерного типа) [1].

Базовая машина – пневмоколесный, промышленный, серийно выпускаемый трактор общего назначения, тяговый класс 60 КН. Трактор имеет высокую транспортную скорость: вперед до 40 км/ч, назад до 25 км/ч, вследствие чего имеется возможность быстрой переброски машины с объекта на объект и использования трактора на других работах после демонтажа рабочего оборудования.

В рабочее оборудование входят: таскающая рама, отвал, механизм перевода в транспортное положение, гидросистема.

Гидравлический привод рабочего оборудования обеспечивает подъем, опускание, принудительное заглубление и перенос отвала (угол переноса до 10°), а также установку его крыльев в двухотвальное, бульдозерное и грейдерное положение.

Управление рабочим оборудованием производится механиком-водителем из кабины машины, с помощью системы рычагов.

Гидравлический привод бульдозера состоит из следующих основных узлов: масляного бака, двух насосов, гидрораспределителя золотникового типа, двух гидроцилиндров установки крыльев, двух гидроцилиндров перекоса отвала, двух гидроцилиндров подъема и опускания, двух гидроцилиндров перевода в транспортное положение и системы «Профиль 30», системы трубопроводов. Системы «Профиль 30» предназначены для автоматической стабилизации рабочих органов строительных и дорожных машин по высотным отметкам, задаваемым копирными направляющими (шнурами, ранее обработанной полосой, опорной полостью, образованной лучом лазера), и по углу уклона в поперечной плоскости, определенному бортовым датчиком углового положения. Система, установленная на автогрейdere, позволяет обеспечить высокое качество работ по ровности и минимальных отклонений от заданных вертикальных отметок [2].

Масляный бак предназначен для хранения рабочей жидкости и частичной очистки ее от механических примесей. Используется гидробак базовой машины ($V_6 = 126$ л). Насосы предназначены для питания рабочей системы жидкостью. Установлены два шестеренчатых насоса типа НШ-46. Включение и выключение насосов производится одновременно при помощи рычага, расположенного в кабине. Насосы работают в одну напорную магистраль. Гидрораспределитель служит для управления гидросистемой рабочего оборудования бульдозера. Он состоит из распределителя, соединенного с определенными гидроцилиндрами. Включение в работу гидроцилиндров осуществляется управлением золотника определенной секции с помощью рычага. Золотник имеет четыре следующих положения: нейтральное, нагнетание рабочей жидкости в одну полость гидроцилиндров, нагнетание рабочей жидкости в другую полость гидроцилиндров и плавающее. Золотник секции, к которой присоединены гидроцилиндры перекоса отвала, плавающего положения не имеет [3].

Гидроцилиндры являются силовыми приводами рабочего органа. По своей конструкции гидроцилиндры перевода, перекоса, подъема являются одинаковыми [8]. Гидроцилиндры крыльев отвалов отличаются по конструкции от них тем, что имеют шариковые замки для механической фиксации крыльев отвала в транспортном, бульдозерном, грейдерном положениях. На сливной линии, для механической очистки рабочей жидкости, установлены два пластинчатых фильтра. Фильтры включены в сливную магистраль так, что рабочая жидкость одновременно проходит через оба фильтра и сливается в бак.

Давление жидкости в напорной магистрали определяется манометром.

Рабочее оборудование машины, предназначенной для профилировки местности – засыпки ям, транспортировки грунта и др. – представляет собой пространственную конструкцию. Толкающая рама изготовлена как самостоятельный узел. Рама хвостовой частью крепится к поворотной раме с помощью цилиндрических опор. Отвал к толкающей раме присоединен при помощи шарового шарнира. Поворотная рама средней частью закреплена на неподвижной цилиндрической оси. На концевой части тяги есть цилиндрическая ось для соединения с гидроцилиндром. Коромысло вторым концом закреплено на раме трактора при помощи цилиндрической оси [4].

Силовой расчет толкающей рамы бульдозера делается при положении отвала «бульдозерное», так как в этом случае на толкающую раму будут действовать максимальные нагрузки. Наиболее неблагоприятно приложение внешней силы между центральным шарниром и точкой крепления подносов.

При прочностном расчете бульдозерного оборудования рассматриваются различные расчетные сочетания внешних нагрузок:

- 1) бульдозер движется в режиме копания грунта и внезапно упирается средней точкой в препятствие;
- 2) бульдозер, разрабатывая грунт, прямолинейно движется и при изменении направления движения внезапно торцом отвала упирается в непреодолимое препятствие;
- 3) бульдозер, разрабатывая грунт, упирается концом отвала в препятствие. При этом нагрузка на толкающий брус и упряжское устройство будет максимальной, а гори-

зонтальная составляющая реакции упряжского устройства на брус рассчитывается по специальной формуле [6].

Одним из основных моментов при проектировании подобных машин является расчет их устойчивости. При больших уклонах (продольных) машина может остановиться или опрокинуться из-за недостаточного сцепления ведущих колес с поверхностью дороги. Особенно опасно в этих условиях работать на бульдозерах, которые смонтированы на базе двухосных колесных тягачей, к которым и относится К-703 М. В этом случае, кроме массы машины, должно быть учтено и максимальное тяговое усилие. Расчет устойчивости целесообразно вести путем установления максимального угла наклона, при котором машина может опрокинуться. В нашем случае максимальный угол наклона $56^{\circ}18'$ [5].

Поперечную устойчивость машины при движении по косогору следует проверять при одновременном ее повороте. Развиваемая в этом случае сила инерции будет способствовать опрокидыванию машины.

Тепловое усилие, необходимое для работы тракторных бульдозеров, можно рассчитать по той же методике, что и для земляных машин типа бульдозеров или автогрейдеров.

Расчет нагрузок производится в аварийном (экстремальном) режиме. Подобные нагрузки появляются в случае встречи рабочего органа с непреодолимым препятствием. При этом в бульдозерном оборудовании появляется ударная, динамическая, кратковременная нагрузка. По этим нагрузкам производится проверка на прочность и устойчивость с учетом работы материала по динамическим нагрузкам.

Универсальный бульдозер при выполнении различных комплексов работ может заменить путепрокладчик, трактор, скрепер, грейдер и частично экскаватор, если на его раму установить ковш погрузчика. Из всего выше изложенного можно сделать вывод, что универсальный бульдозер на базе тягача «Кировец» К-703М превосходит по многим параметрам уже известные виды машин и является более эффективным для выполнения целого комплекса работ. Оценка экономической эффективности от использования разработанной машины показывает, что машина окупается через 1,39 года а экономия по сравнению с базовой машиной достигается за счет уменьшения затрат на ремонтные материалы, топливо, смазочные материалы, перебазировку и т. д. [7].

Литература

1. Бауман В. А. Строительные машины. Справочник в двух томах / В. А. Бауман, Ф. А. Лапира. – М.: Машиностроение, 1976.
2. Бондаревич Б. А. Проектирование металлических конструкций строительных и дорожных машин для Крайнего Севера / Б. А. Бондаревич, Б. И. Коротких, Л. А. Сладков. – М.: Машиностроение, 1985. – 139 с.
3. Васильев А. А. Дорожно-строительные машины: Справочник / А. А. Васильев, Б. Н. Прусан. – М.: Машиностроение, 1977. – 392 с.
4. Волков Д. П. Машины для земляных работ / Д.П. Волков, В. Я. Крикун. – М.: Машиностроение, 1992. – 448 с.
5. Гаркави Н. Г. Машины для земляных работ / Н. Г. Гаркави, В. И. Аринченков, В. В. Карпов. – М.: Высшая школа, 1982. – 335 с.
6. МДС 12-8.2007. Рекомендации по организации технического обслуживания и ремонта строительных машин / ЦНИИОМТП. – М.: ГУП ЦПП, 2007. – 57 с.
7. Орлов Б. И. Требования к СДМ, используемым при ведении аварийно-спасательных работ при разборке завалов при чрезвычайных ситуациях / Б.И. Орлов, В. К. Смоленский. – СПб: Изд-во СПбГАСУ, 1996. – 12 с.
8. Осипов П. Е. Гидравлика, гидравлические машины и гидропривод: уч. пос. / П.Е.Осипов. – 3-е изд., перераб. и доп. – М.: Лесная промышленность, 1981. – 424 с.
9. Панкратов С. А. Основы расчета и проектирования металлических конструкций строительных и дорожных машин / С. А. Панкратов, В. А. Ряхин. – М.: Машиностроение, 1967. – 267 с.
10. Полковая землеройная машина ПЗМ-2 / Коллектив авторов. – М.: Воениздат, 1976. – 240 с.
11. Попов А. И. Основы расчета и проектирования металлоконструкций СДМ. Методические указания / А. И. Попов, С. А. Евтюков. – СПб: ЛИСИ, 1993 – 11 с.

УДК 629.3.004.5:047.36

Дмитрий Николаевич Тихов, ассистент
(Санкт-Петербургский государственный
архитектурно-строительный университет)
E-mail: tihovdn@mail.ru

Dmitriy Nikolaevich Tikhov, Assistant
(Saint Petersburg State University of Architecture and
Civil Engineering)
E-mail: tihovdn@mail.ru

МОНИТОРИНГ ТЕХНИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ АВТОМОБИЛЕЙ ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ОПТИМАЛЬНОГО СРОКА СЛУЖБЫ

MONITORING OF TECHNICAL CONDITION OF CARS FOR DETERMINATION OF OPTIMUM LIFE CYCLE

Рост объема перевозок автомобилями иностранных фирм на территории Российской Федерации, значительное увеличение парка иностранных легковых автомобилей индивидуальных владельцев создали предпосылки для организации технического обеспечения их работы. Одной из наиболее важных задач является организация бесперебойного снабжения предприятий запасными частями. Исходной информацией для решения вопроса о включении конкретного элемента в номенклатуру запасных частей является перечень деталей, лимитирующих надежность автомобиля. В настоящее время нет общепринятой методики выявления деталей, лимитирующих надежность. Анализ снабжения запасными частями автомобилями иностранных фирм показал, что в вопросах планирования потребности, определения номенклатуры запасных частей мало накоплено опыта. Нет также и методических разработок по планированию потребности в запасных частях, а также недостаточна полнота и достоверность исходной информации об их фактическом расходе, что затрудняет выполнение научно-практических разработок по созданию системы снабжения автомобилей.

Ключевые слова: срок службы, износ, капитальный ремонт, долговечность, работоспособность.

Growth of volume of transportations by cars of foreign firms in the territory of the Russian Federation, significant increase in park of foreign passenger cars of individual owners was created by prerequisites for the organization of technical ensuring their work. One of the most important tasks is the organization of uninterrupted supply of the enterprises with spare parts. Initial information for the solution of a question of inclusion of a concrete element in the nomenclature of spare parts is the list of the details limiting reliability of the car. Now there is no standard technique of identification of the details limiting reliability the Analysis of supply with spare parts of cars of foreign firms showed that in questions of planning of requirement, definition of the nomenclature of spare parts it is saved a little up experience. Isn't present as well methodical development on planning of need for spare parts, and also completeness and reliability of initial information on their actual expense that complicates performance of scientific and practical development on creation of system of supply of cars is insufficient.

Keywords: life cycle, wear, major repair, durability, working capacity

Проблема физического срока службы машин давно привлекает внимание специалистов, но до настоящего времени она не получила удовлетворительного решения, и вопрос, сколько лет «живет» автомобиль, все еще остается открытым. В результате упускается возможность познания временных границ функционирования машин в форме исходной (заводской) структуры, обоснованного назначения нормативных сроков службы и норм амортизации.

По ГОСТ 27.002–87, понятие долговечности характеризует свойство объекта сохранять работоспособность до предельного состояния. Последнее определяется невозможностью дальнейшей эксплуатации, потребностью в капитальном ремонте или в списании.

Автомобильные заводы обычно назначают ресурс (пробег) автомобилей до капитального ремонта и до списания, но метод его проверки, как правило, не указывают. Капитальный ремонт, будучи экономической формой возмещения материального износа машин, не относится к технически обоснованной категории и поэтому не является ни строгим критерием для ограничения срока службы, ни точным критерием предельного состояния. Направление автомобилей на капитальный ремонт часто определяется не пробегом или техническим состоянием, а различными факторами, не зависящими от состояния автомобиля (объемом работ, возрастом парка, наличием оборотных агрегатов, уровнем материально-технической базы АТП и АРЗ, качеством ремонта, возможностями получения наряда и условиями доставки автомобиля на завод и др.).

Блочная конструкция современных машин и широкий арсенал средств борьбы с отторжением деталей и узлов, последовательно вводимых в стареющую машину, позволяют эксплуатировать любую машину практически до бесконечности. Реализация такой возможности на автомобиле приводит к значительному расходу запасных частей и соответствующему изменению первоначальной его структуры.

По данным, приведенным в литературе [1], например, на автомобиле ЗИЛ, поступившем на капитальный ремонт при пробеге 420 тыс. км (по норме 135 тыс. км), в эксплуатации были заменены две рамы, две кабины, восемь двигателей, десять коробок передач, семь задних мостов, пять передних мостов и три рулевых механизма – всего 37 основных агрегатов. На искусственное увеличение пробега автомобиля до капитального ремонта было израсходовано агрегатов в 7 раз больше, чем расходует в среднем на один капитальный ремонт. Следовательно, можно утверждать, что пробег 420 тыс. км приходится на семь автомобилей, средний пробег которых составил лишь 60 тыс. км.

Аналогичное положение сохраняется до настоящего времени. По данным транспортных предприятий, средний пробег до капитального ремонта грузовых автомобилей может составлять до 500 тыс. км (209–948 тыс. км), а расход запасных частей в среднем 1,5 (0,6–2,7) от стоимости автомобиля без шин. Это означает, что под государственным номером одного автомобиля фактически служит несколько автомобилей, вступающих в работу по частям. В момент списания от исходной структуры впервые зарегистрированного автомобиля практически ничего не остается.

Приведенные данные свидетельствуют о неприемлемости для оценки физической долговечности автомобилей показателя пробега до капитального ремонта без учета многократного возобновления их структуры.

Несовершенство этого показателя способствовало появлению более обоснованных методов определения индивидуальных границ существования автомобилей. Разными авторами было предложено под физической долговечностью условно понимать средний срок службы базовых деталей основных агрегатов автомобиля (рамы, кабины, блока цилиндров двигателя и т. п.); срок службы рамы или несущего кузова; ресурс основного агрегата до капитального ремонта и т. п.

Ориентирование на базовые детали и основные агрегаты, на наш взгляд, не дает решения проблемы вследствие большой неравнопрочности и субъективного выбора номенклатуры базовых деталей и основных агрегатов. Кроме того, это направляет усилия изготовителей на повышение долговечности базовых деталей или основного агрегата, что создает предпосылки создания «сверхдолговечных» автомобилей («мельниц» по переработке запасных частей).

Нам представляется, что метод определения физической долговечности машин и автомобилей, в частности, должен обладать универсальностью, т. е. быть приемлемым для всех технических систем (как, например, продолжительность жизни биологических систем, определяемая моментом наступления смерти); отражать индивидуальные особенности машин и условия их эксплуатации; точно фиксировать физический срок службы. Этим требованиям в наибольшей мере отвечает метод нормирования межремонтных периодов, предложенный А. М. Шейниным [2]. Суть метода заключается в том, что устанавливается норматив расхода запасных частей (в денежном выражении), при достижении которого автомобиль направляют на капитальный ремонт или списывают. Такой подход вполне правомерен, так как расход запасных частей, отражающий структурные изменения автомобиля, при прочих равных условиях отражает индивидуальные особенности конструкции и интенсивность эксплуатации автомобиля в данной обстановке. При четкой организации учета расхода запасных частей по каждому автомобилю и машинном хранении информации, метод позволяет точно фиксировать момент достижения норматива. Следовательно, решение вопроса о физическом сроке службы сводится к определению соответствующего норматива расхода запасных частей.

Рассмотрим износ машин с различной исходной структурой.

Первый (идеальный) случай – машина с равнопрочной структурой. Все детали достигают предельной (100 %) величины износа одновременно. Продолжительность эксплуатации машины до этого момента фиксируем как физический срок службы.

Второй (возможный) случай – машина с неравнопрочной структурой, но с близкими по долговечности элементами. Очевидно, машина будет полностью изношена, когда ее последний, самый долговечный элемент (деталь, узел, агрегат) будет заменен, а вместо исходного образца будет функционировать машина, постепенно собранная из запасных частей. Момент замены последнего элемента фиксируем как предел физической долговечности.

Третий (реальный) случай – машина с неравнопрочной структурой, с большим рассеиванием долговечности ее элементов. При этом случае, одноименные недолговечные элементы могут по несколько раз вводиться в структуру машины, увеличивая ее «фонд изнашивания». Что же принять за предел физического срока службы в этом случае?

Универсальное решение задачи может быть получено на основе понятия суммированного износа машины, которым является износ всех ее конструкционных и неконструкционных (смазки, рабочей жидкости, окраски) элементов за срок службы Z .

Суммированный износ машины можно представить однозначной непрерывной функцией времени ее эксплуатации, представляющей собой функции износа машины соответственно при работе, транспортировании и хранении.

Суммированный износ складывается из полного (100 %) износа замененных деталей (прошлый износ) и частичного износа элементов, находящихся в данный момент в ее структуре (текущий износ). Последний, в свою очередь, есть результат изнашивания исходных возобновленных элементов.

Текущий износ исходных и возобновленных элементов обуславливает техническое состояние машины, которое изменяется пилообразно: ухудшается в межремонтный период и улучшается в момент возобновления элементов. Поэтому текущий износ, как часть суммированного износа машины, будем называть, как принято, физическим износом. Обобщенной характеристикой технического состояния машины является годность, под которой понимаются потенциальные возможности машины выполнять свои функции в течение оптимального срока ее службы. Определение годности машины [3] – самостоятельная задача. Изношенные элементы заменяются в структуре машины только физически. Оставаясь в ней в форме суммированного износа, они оставляют свой след на состоянии машины, выражающийся в величине износа сопряженных и сокращении срока службы возобновленных элементов (за счет взаимодействия новой детали с частично изношенной). Суммированный износ замененных элементов, обуславливающий физические границы существования машины в натуральной форме, назовем структурным износом. Таким образом, физический срок службы означает такую продолжительность эксплуатации машины, в течение которой стоимость замененных конструкционных и неконструкционных элементов будет равна стоимости всех конструкционных и неконструкционных элементов исходной структуры машины. Следует подчеркнуть, что трудоемкость замены элементов машины не учитывается, так как, во-первых, затраты труда характеризуют ремонтпригодность, машины, а не динамику изменения ее исходной структуры; во-вторых, трудовые затраты при изготовлении машины несопоставимы с трудовыми затратами при ремонте. Следовательно, предельная величина стоимости замененных элементов за физический срок службы S_{ϕ} (или ресурс L_{ϕ}) равна стоимости автомобиля без учета трудовых затрат на сборку:

$$C(L_{\phi}) = kC_a, \quad (1)$$

где k – коэффициент, учитывающий трудовые затраты завода на сборку автомобиля; C_a – цена автомобиля.

Рассмотрим пример определения физической долговечности автомобилей ЗИЛ-ММЗ-555. Аналитическая зависимость расхода запасных частей (C , руб.) от пробега автомобилей (L , тыс. км) до первого капитального ремонта:

$$C(L) = 6,64L + 184 \quad (2)$$

Из уравнений (1) и (2) ресурс автомобиля:

$$L_{\phi} = \frac{kC_a - 184}{6,64} \quad (3)$$

При $k = 0,9$ и стоимости автомобиля без шин средний ресурс автомобилей в рассматриваемых условиях эксплуатации составит 306 тыс. км (с учетом расхода неконструкционных материалов, эта цифра будет несколько ниже).

Окончательная оценка совершенства автомобиля по показателям долговечности может быть дана при расчете за физический срок службы:

$$l_{\phi} = \frac{L_{\phi}}{kC_a} \quad (4)$$

1) удельных затрат, руб./км

$$C(L_{\phi}) = \frac{C_a + C(L_{\phi})}{L_{\phi}} \quad (5)$$

2) удельной материалоемкости, кг/км

$$g(L_{\phi}) = \frac{G_c + G(L_{\phi})}{L_{\phi}} \quad (6)$$

3) удельной долговечности, км/руб.,

где $C(L_{\phi})$ – суммарные затраты на техническое обслуживание и ремонт автомобиля за пробег L_{ϕ} , соответствующий физическому сроку службы, руб.; G_c – структурная масса автомобиля, кг; $G(X_{\phi})$ – масса замененных конструкционных или (и) неконструкционных элементов, кг.

Вывод:

Предлагаемый критерий (норматив) и показатели физической долговечности автомобилей позволяют:

- 1) четко и однозначно определить границы существования автомобиля исходной (заводской) структуры;
- 2) мобилизовать усилия изготовителей на повышение ресурса недолговечных деталей и эксплуатационных материалов;
- 3) связать срок службы с экономической мерой возмещения материального износа – амортизационным нормативом;
- 4) дать объективную оценку совершенства автомобилей по показателям долговечности.

Литература

1. Корогодский М. В. // Надежность и контроль качества. – 1971. – № 1. – С. 36
2. Шейнин А. М. Методы управления надежностью автомобиля / А. М. Шейнин // Труды МАДИ «Надежность и диагностика агрегатов и систем автомобилей». – М., Транспорт, 1969. – Ч. 2. – 125 с.
3. Селиванов А. И. Основы теории старения машин / А. И. Селиванов. – М., Машиностроение, 1971. – 408 с.

УДК 656.131

Алексей Викторович Фадеев, аспирант
(Санкт-Петербургский государственный
архитектурно-строительный университет)
Владимир Александрович Головкин, аспирант
(Санкт-Петербургский государственный
экономический университет)
E-mail: *alekc_2@mail.ru, busa-pest@rambler.ru*

Alexey Viktorovich Fadeev, post-graduate student
(Saint Petersburg State University of Architecture and
Civil Engineering)
Vladimir Alexandrovich Golovko, post-graduate
student
(Saint Petersburg State University of Economics)
E-mail: *alekc_2@mail.ru, busa-pest@rambler.ru*

**РАЗРАБОТКА МЕТОДИКИ ОПРЕДЕЛЕНИЯ МОЩНОСТИ СЕРВИСНЫХ
ЦЕНТРОВ ПО ОБСЛУЖИВАНИЮ ТРАНСПОРТНО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ
МАШИН**

**DEVELOPMENT OF METHODOLOGY FOR DETERMINING THE POWER
SERVICE CENTERS FOR TRANSPORT AND TECHNOLOGICAL MACHINES**

В статье рассматриваются вопросы специфики эксплуатации транспортно-технологических машин в республике Коми на примере автомобилей. Приведена классификация предприятий по обслуживанию и ремонту автомобилей, показаны недостатки существующих методов организации технического сервиса. Предлагается новый способ, основанный на передовых научных достижениях в области эксплуатации автомобильного транспорта. Один из путей движения в данном направлении – расширение спектра услуг, оказываемых сервисными центрами. Однако отсутствуют методики расчета мощности сервисных центров с широким спектром услуг. Предлагается новый метод расчета мощности сервисных центров, основанный на теории массового обслуживания.

Ключевые слова: эксплуатация, автомобильный транспорт, технический сервис, обслуживание, ремонт, теория массового обслуживания.

This article deals with the specific operation of transport and technological machines in the Komi Republic on the example of cars. A classification of enterprises for maintenance and repair of vehicles, shows the shortcomings of existing methods of organization of technical service. A new method based on advanced scientific achievements in the field of operation of motor vehicles. One way of movement in this direction - expanding the range of services provided by service centers. However, there are no methods of calculating power service centers with a wide range of services. A new method for calculating the power of service centers based on queuing theory.

Keywords: maintenance, road transport, technical service, maintenance, repairs, queuing theory.

В Российской Федерации происходит рост численности автомобильного парка. Данная тенденция проявляется во всех регионах страны, в том числе и в республике Коми, причем за последние 10 лет произошло двукратное увеличение парка легковых автомобилей. Для обеспечения работоспособного состояния растущего парка машин мощность ремонтных служб должна пропорционально увеличиваться. При формировании структуры ремонтных служб следует учитывать, что конструкция автомобиля является сложной технической системой, элементы которой отказывают в зависимости от конструктивных особенностей автомобилей, условий эксплуатации, от опыта и стиля вождения владельцев транспортных средств.

Следует также учитывать индивидуальные запросы владельцев, которые обращаясь в автосервис, стремятся доработать свой автомобиль, т. е. довести до определенных технических и эстетических показателей. В последние годы такая услуга, именуемая тюнингом, в составе автосервиса стали довольно интенсивно развиваться.

На основании проведенных исследований [1] предлагается расширить перечень видов работ на станциях технического обслуживания (СТО):

1. Регламентные работы (по видам технического обслуживания).
2. Контрольно-диагностические работы.
3. Смазочно-заправочные работы.
4. Регулировка фар.
5. Регулировка углов установки управляемых колес.
6. Регулировка топливной аппаратуры двигателей.

7. Электротехнические работы на автомобиле.
8. Замена агрегатов, узлов и деталей.
9. Ремонт двигателей.
10. Ремонт КПП и ведущих мостов.
11. Ремонт передней подвески и рулевого управления.
12. Ремонт тормозной системы.
13. Ремонт электрооборудования.
14. Балансировка колес.
15. Установка дополнительного оборудования (сигнализация, радиоаппаратура, дополнительные фары и т. п.).
16. Предпродажная подготовка.
17. Ремонт гидравлики.
18. Установка аудиоаппаратуры.
19. Тюнинг.

Рассмотрим загрузку СТО на основании теории массового обслуживания (ТМО). Интенсивность потока заявок на указанные виды работ обозначим через λ_i ($i = 1 \dots 19$). С точки зрения ТМО, заявка на ремонт представляет собой отказ системы (в нашем случае автомобиля), которая подлежит восстановлению средствами СТО с интенсивностью потока восстановлений μ_{ij} , где j – подразделение СТО, занимающееся устранением i -го отказа.

Интенсивности потоков отказов и восстановлений определяются по формулам [2]:

$$\lambda_i = (T_{от_i})^{-1}, \mu_{ji} = (T_{B_{ji}})^{-1}, \quad (1)$$

где $T_{от_i}$ – наработка на i -й отказ; $T_{B_{ji}}$ – время восстановления работоспособности автомобиля после i -го отказа j -м подразделением СТО.

Наработка на отказ $T_{от_i}$ представляет собой случайную величину, зависящую от множества факторов (рис. 1).



Рис. 1. Классификация факторов, влияющих на наработку на отказ автомобилей

Все признаки, перечисленные на рис. 1, влияют на динамику технического состояния автомобиля и могут быть описаны аналитическими зависимостями и количественными характеристиками.

$T_{B_{ij}}$ также является случайной величиной, даже, образно говоря, величиной большей степени случайности, чем наработка на отказ, так как зависит и от $T_{от_i}$, и от количества обслуживаемых автомобилей, и от факторов, связанных с функционированием СТО: степени совершенства оборудования, квалификации персонала, наличия запчастей и материалов, организации работ на СТО и пр. (рис. 2).



Рис. 2. Классификация факторов, влияющих на загрузку СТО

$T_{B_{ij}}$ представляет загрузку j -го подразделения СТО, занимающегося устранением i -го отказа (вида работ). Сумму этих загрузок $\sum T_{B_{ij}}$ можно рассматривать как потребляемую мощность СТО. Группируя i -е виды работ по подразделениям СТО можно определить загрузку в часах собственно подразделений, а также их оборудования, персонала, необходимое количество рабочих.

Таким образом, для создания эффективной СТО необходимо провести комплексные исследования с области динамики технического состояния автомобиля в данных условиях эксплуатации, региональной количественной и качественной структуры парка, конкурентной среды, методов организации функционирования СТО.

Литература

1. Головки В. А. Перспективы развития научно-образовательного центра сервиса транспортных средств Сыктывкарского филиала СПбГУСЭ / В. А. Головки // Проблемы развития экономики и сферы сервиса в регионе: материалы V научно-практической конференции (21 апреля 2011 г., Сыктывкар); в 2-х т. – Сыктывкар: Сыктывкарский филиал ФГБОУ ВПО «СПбГУСЭ», 2011. – Том 2. – С. 68–70.
2. Малкин В. С. Техническая эксплуатация автомобилей: теоретические и практические аспекты: учеб. пособие для студ. высш. учеб. заведений / В. С. Малкин. – М.: Издательский центр «Академия», 2007. – 288 с.

УДК 621.8

Марат Дамирович Хисматуллин, студент магистратуры
(Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет)
Николай Владимирович Новожилов, студент магистратуры
(Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет)
Сергей Аркадьевич Евтюков, д-р. техн. наук. профессор
(Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет)
E-mail: hism.marat@yandex.ru, m.hismatullin@baltica-group.ru

Marat Damirovich Hismatullin, master's degree student
(Saint Petersburg State University of Architecture and Civil Engineering)
Nikolay Vladimirovich Novozhilov, master's degree student
(Saint Petersburg State University of Architecture and Civil Engineering)
Sergei Arkadievich Evtyukov, Dr of Tech. Sci., Professor
(Saint Petersburg State University of Architecture and Civil Engineering)
E-mail: hism.marat@yandex.ru, m.hismatullin@baltica-group.ru

ЗАЛИВЩИК ШВОВ

REPAIR MACHINE FOR ROAD JOINTS

Широкое применение в дорожном строительстве монолитного бетона и сборных железобетонных элементов весьма остро поставило проблему водонепроницаемости стыков швов, то есть их герметизация становится наиболее актуальной задачей дорожного производства. Следует отметить, что вопрос герметизации швов оказывается важным не только по своему значению, но и по объему работ.

Столь значительные объемы работ требуют особого внимания к разработке эффективных конструкции для уплотнения стыков и швов. Они должны быть не только высоконадежными и долговечными, но и обеспечивать возможность комплексной механизации и индустриализации герметизационных работ. В то же время при довольно полной комплексной механизации основных операций, герметизационные работы механизированы довольно слабо.

В последнее время появилось много различных видов материалов для герметизации, удовлетворяющих техническим требованиям дорожного строительства. К ним относятся и битумно-полимерные мастики, используемые в горячем виде. Они гораздо дешевле других материалов для уплотнения, поэтому являются наиболее доступными и распространенными материалами для строительных организаций.

Разработка машины для заливки швов, обладающей большой транспортабельностью, является важной задачей.

Ключевые слова: ремонт дорог, строительство, герметизация, мастики, дорожный ремонтер.

Wide application in road construction in-situ concrete and precast concrete elements have raised very serious concerns about the water tightness of the joints, that is, their sealing becomes the most urgent task of road production. It should be noted that the issue of sealing the joints is important not only in value, but also the volume of work.

So, a significant amount of work requires special attention to the development of effective structures for sealing joints and seams. They must be not only reliable and durable but also provide the possibility of complex mechanization and industrialization leak-proof works. At the same time with a rather complete the comprehensive mechanization of basic operations, leak-proof work rather poorly mechanized.

There are many different types of materials for sealing that meet the technical requirements of road construction. They include bitumen-polymer mastic, used hot. They are much cheaper than other materials used to seal, therefore, are the most available and common materials for construction companies.

Development of machines to fill the seams with great transportability is an important task.

Keywords: repair of roads, construction, sealing, mastic, road car repair.

Обзор существующих машин

Технические указания по строительству автомобильных дорог с цементобетонным покрытием содержат требования о необходимости готовить битумные герметики на центральной базе, где можно было бы осуществлять контроль качества мастик и откуда их должны в специальных котлах – термосах – доставлять на объекты. В связи с этим, современное оборудование для заливки швов изготавливается самоходным, способным не только перемещаться вдоль фронта работ, но и доставлять герметик на объект.

Оборудование для заливки швов можно разделить на две группы в зависимости от способа внесения герметика в шов: оборудование с распределительной системой в виде гибкого трубопровода с удочкой и оборудованной расходной емкостью.

К первой группе относятся самоходные или прицепные заливщики швов, представляющие собой шасси, на котором установлены котел для разогрева и поддержания требуемой температуры мастики, двигатель, компрессор, насос и мешалка. Разогрев производится форсунками, работающими на жидком или газообразном топливе. В качестве гибкого трубопровода в них применяются резиновые шланги или гибкие металлорукава, по которым мастика нагнетается из котла в шов. Примером такого оборудования могут служить: универсальная машина для заливки швов МБ-16, прицепной заливщик швов АС-408 Clipper MfgCo и др.

Компания Barton Sales and Service (США) выпускает самоходное оборудование для заливки швов холодным герметиком на битумной основе. На четырехколесной тележке установлены двигатель, компрессор, механизм передвижения, воздушный ресивер и бак для мастики. Компрессор позволяет продувать швы и приводить в действие механизм подачи герметика, представляющий собой цилиндр, погружаемый в бак. Заливка швов ведется с помощью шланга, который закрепляется на поворотной стреле.

В Нидерландах разработана машина для заплата швов дорожных покрытий полусульфидной смолой. Два компонента смеси в одинаковых количествах с помощью насосов по отдельным гибким шлангам подаются в трубку-смеситель, снабженную регулирующимся соплом. Там они перемешиваются до состояния готовой смеси. Из сопла смесь поступает в шов и застывает в течение нескольких минут.

Оборудование АС-408 фирмы Clipper MfgCo предназначено для заливки швов сжатой горячей резиноасфальтовой смесью. Машина приводится в действие двигателем мощностью 14 кВт с воздушным охлаждением. Оборудование снабжено насосом марки Roper, который сконструирован для работы при высоких температурах давления, имеющих место при нагнетании горячих резиноасфальтовых герметиков, заполняющих швы.

Компания Barton Corp (США) изготавливает котлы модели Beal 24 Hot Rubber для расплавления заполнителей швов в бетонных покрытиях. Котел оснащен камерой предварительного подогрева, в которой располагается насос, фильтр, перепускные трубы и клапаны. В шов материал попадает по удочке. Котел установлен на одноосной тележке. Оборудование котла включает двигатель внутреннего сгорания, мешалку, устройство для удержания удочки в требуемом положении и нагревательную систему.

Опыт эксплуатации заливщиков с гибкими трубопроводами показывает, что этот способ недостаточно эффективен вследствие застывания или полимеризации мастики в шлангах, даже при кратковременных перерывах в работе. Это обстоятельство привело к необходимости создания оборудования второй группы.

Заливщики швов второй группы представляют собой обогреваемые баки установленные на самоходной или передвижной вручную тележке. Мастика из бака подается под давлением через патрубок минимальной длины непосредственно в шов. Обогревается мастика выхлопными газами двигателя внутреннего сгорания либо газовыми горелками, установленными на заливщике.

Машина фирмы Jsotech A.G. (Нидерланды) для заполнения швов в дорожных цементобетонных покрытиях представляет собой трехколесную тележку (перемещаемую вручную) с установленным на ней цилиндром с двойными стенками, пространство между которыми заполнено маслом. Постоянная температура резинобитумного герметика поддерживается с помощью пропановой горелки. Материал подается насосом, приводимым в действие бензиновым двигателем. Нагретый материал направляется через патрубок непосредственно в шов.

Фирма EFF Engineering Co выпустила устройство, под названием Press-Tuck, имеющее форму снаряда, установленное на тележку, перемещаемую вручную. Устройство

раскрывается, образуя две части. Верхняя часть под корпус снимается, после чего каучуковый мешок заполняется раствором. Под действием сжатого воздуха, подаваемого компрессором, мешок работает как мембрана, выталкивая раствор в верхнюю часть устройства, открываясь, он выходит через гибкий шланг. В верхней части установлен пневмовибратор. После того как устройство заполнено, раствор начинает постепенно поступать в его нижнюю часть, причем давление регулируется в зависимости от выбранного режима. Как только ротор начинает действовать, раствор выдавливается из наконечника, прикрепленного к шлангу.

Машина ЗАС-100 служит для равномерной заливки швов бетонных покрытий дорог и аэродромов. Она состоит из рамы с ведущим мостом и одним буксирным колесом, бака, мешалки, привода и передачи. Бак снабжен двойным конусным днищем, подогреваемым выхлопными газами двигателя. Двигатель приводит в движение мешалку, шестеренчатый насос и колеса для передвижения машины. В качестве герметика применяется чистый асфальт или асфальтовая масса с добавлением резины. Герметик поступает под давлением от насоса в трубку, которая также нагревается выхлопными газами двигателя. По этой трубке масса поступает через сопло в шов.

Как видно из приведенного обзора, в строительстве используется значительное число заливщиков различного вида, однако отсутствие обогрева распределительной системы делает невозможным герметизацию швов горячими высоковязкими мастиками. При кратковременных перерывах мастики не успевают выдавливаться и застывают в рукавах и удочках.

Вывод

Заливщик швов МБ-16 является универсальной, полностью электрифицированной машиной, отвечающей всем современным требованиям, предъявляемым к машинам такого рода. Он представляет собой комплекс механизмов, смонтированных на общей раме, установленной на шасси автомобиля. Заливщик обеспечивает очистку шва от пыли и мелких твердых частиц продувкой сжатым воздухом, грунтовку шва, разливку герметиком, а также подогрев и перемешивание герметика в специальном котле. Машина использует горячие битумнополимерные герметики приготовленные централизованно, либо разогретые в его котле из брикетов.

Оборудование заливщиков состоит из привода генератора, битумного котла, промывочного и грунтующего устройств, компрессоров, трансформатора, электрогенератора, распределительной системы, системы электроуправления и системы обогрева котла и распределительного трубопровода, объединенных одной электрической схемой.

Заливщик швов МБ-16 наиболее близко подходит по конструктивному исполнению к машине, которую необходимо разработать. Однако шасси ГАЗ и другие агрегаты системы морально устарели.

Необходимо спроектировать машину на базе современного шасси с конструктивным исполнением близким к МБ-16, но имеющим более высокую производительность, мобильность, экономичность и простоту в обслуживании, а также комфорт для водителя и оператора при работе и транспортировке.

Литература

1. *Добронравов С. С.* Строительные машины и оборудование. Справочник / С. С. Добронравов, М. С. Добронравов. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Высшая школа, 2006. – 445 с.
2. *Базаров Б. М.* Основы технологии машиностроения: учебник для вузов / Б. М. Базаров. – М.: Изд-во «Машиностроение», 2005. – 736 с.
3. *Технология автомобилестроения: учебник для вузов / А. Л. Карунин, Е. Н. Бузник, О. А. Дашенко и др.; под ред. А. И. Дашенко.* – М.: Изд-во Академический проект; Трикта, 2005. – 624 с.

УДК 621.879.3

Владимир Павлович Чмил, канд. техн. наук,
доцент
(Санкт-Петербургский государственный
архитектурно-строительный университет)
E-mail: chmil_vp@mail.ru

Vladimir Pavlovich Chmil, PhD of Tech. Sci.,
Associate Professor
(Saint Petersburg State University of Architecture and
Civil Engineering)
E-mail: chmil_vp@mail.ru

НАСОСНО-АККУМУЛЯТОРНЫЙ ПРИВОД ГИДРОМЕХАНИЗМА РУКОЯТИ ЭКСКАВАТОРА

PUMP-ACCUMULATOR DRIVE GIDROMECHANIZMA HANDLE EXCAVATOR

Рассматривается техническое предложение по повышению производительности и надежности гидромеханизма рукояти экскаватора. Обеспечивается периодическая разгрузка насоса и увеличение скорости обратного хода штока гидроцилиндра рукояти. Приведена методика оценки надежности механизма при проектировании, а также расчета пневмогидроаккумулятора.

Ключевые слова: гидравлический механизм, рукоять, гидроцилиндр, гидроаккумулятор, интенсивность отказов, эксплуатационные свойства, надежность, производительность.

We consider the technical proposal to improve the productivity and reliability of gidromechanizma-arm excavator. Provides periodic discharge of the pump and increase the speed of retraction rod arm cylinder. The technique of evaluating the reliability of the mechanism for the design and calculation of the hydropneumatic accumulator.

Keywords: hydraulic mechanism, handle, cylinder, accumulator, failure rate, performance characteristics, reliability, performance.

Исходная схема гидромеханизма рукояти экскаватора приведена на рис. 1.

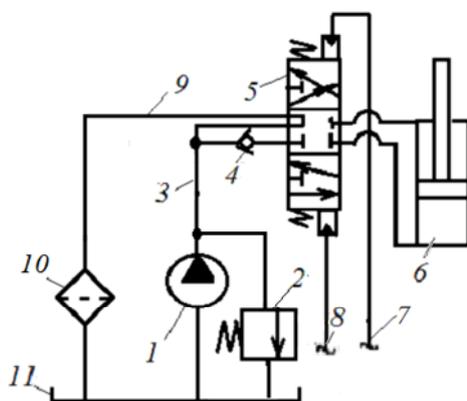


Рис. 1. Схема гидромеханизма рукояти экскаватора:

1 – насос; 2 – предохранительный клапан;
3 – напорная магистраль; 4 – обратный клапан;
5 – распределитель; 6 – гидроцилиндр;
7, 8 – гидромагистрали управления; 9 – слив-
ная линия; 10 – фильтр; 11 – гидробак

1. Оценка надежности исходного гидромеханизма

Статистические данные по средним наработкам на отказ T_{cp} гидроустройств землеройных машин приведены в табл. 1 [1].

Таблица 1

Характеристика отказов гидроустройств землеройных машин

Наименование элементов	Средняя наработка на отказ T_{cp} , м-ч	Интенсивность отказов $\lambda' \cdot 10^{-6}$, ч ⁻¹
Насосы аксиально-поршневые	3000	330
Гидроцилиндры	9250	108
Распределители золотниковые	16850	59
Клапаны предохранительно-переливные	10750	93
Клапаны обратные, клапаны «ИЛИ»	51050	19,6
Пнемогидроаккумуляторы	20000	50

Каждая подсистема (контур) состоит из следующих элементов k_i с известными интенсивностями отказов:

1. Насосный контур ($k_1 = 4$): насос ($\lambda' = 330 \cdot 10^{-6} \text{ ч}^{-1}$), распределитель ($\lambda' = 59 \cdot 10^{-6} \text{ ч}^{-1}$), предохранительный клапан ($\lambda' = 93 \cdot 10^{-6} \text{ ч}^{-1}$) и обратный клапан – $\lambda' = 19,6 \cdot 10^{-6} \text{ ч}^{-1}$. Максимальная интенсивность отказа контура: $\lambda_1 = 502 \cdot 10^{-6} \text{ ч}^{-1}$.

2. Силовой контур ($k_2 = 1$): гидроцилиндр ($\lambda_2 = 108 \cdot 10^{-6} \text{ ч}^{-1}$).

Принимаем наработку экскаватора в течение года $T = 1200$ часов.

Расчет количественного значения надежности каждого контура основывается на использовании экспоненциального закона:

$$P(k_1) = e^{-\lambda_1 T} = 1/(2,718^{0,000502 \cdot 1200}) = 0,548, \quad (1)$$

$$P(k_2) = e^{-\lambda_2 T} = 1/(2,718^{0,000108 \cdot 1200}) = 0,879. \quad (2)$$

Тогда вероятность безотказной работы гидромеханизма в течение планируемого периода:

$$P(t) = P(k_1) P(k_2) = 0,548 \cdot 0,879 = 0,48. \quad (3)$$

Для повышения значения $P(t)$ при одновременном увеличении производительности экскаватора изменим структурную схему механизма (рис. 2).

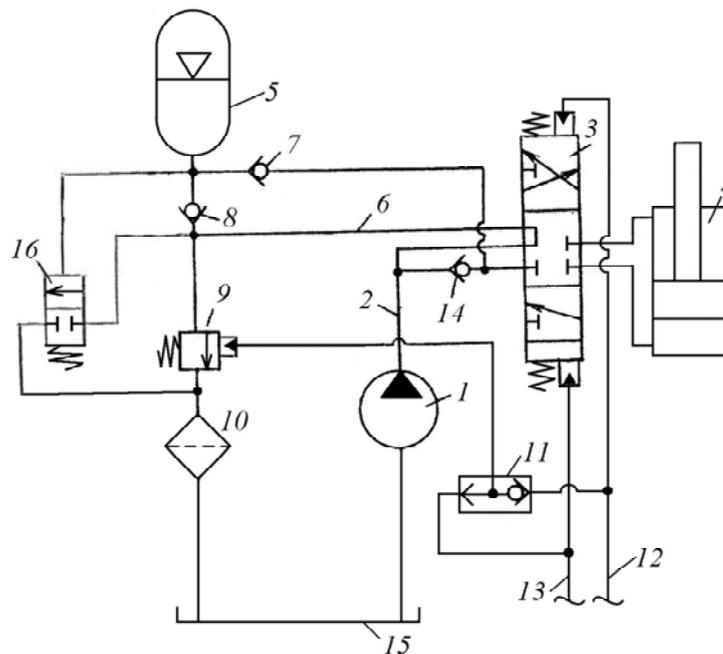


Рис. 2. Схема модернизированного гидромеханизма рукояти экскаватора:

1 – насос; 2 – напорная магистраль; 3 – гидрораспределитель рукояти; 4 – гидроцилиндр; 5 – пневмогидроаккумулятор; 6 – сливная линия; 7, 8, 14 – обратные клапаны; 9 – переливной клапан; 10 – фильтр; 11 – клапан с логической функцией «ИЛИ»; 12, 13 – магистрали гидроуправления; 15 – гидробак; 16 – гидроуправляемый распределитель P2/2 автомата разгрузки насоса

При нейтральном положении золотника распределителя 3 рабочая жидкость от насоса 1 по магистрали 2 через гидрораспределитель 3, магистраль 6 и обратный клапан 8 поступает в пневмогидроаккумулятор (АК) 5, заряжая его.

В конце зарядки АК открывается гидроуправляемый распределитель 16 (клапан 9 пока закрыт), соединяя сливную магистраль 6 с гидробаком 15. Очистка рабочей жидкости производится в фильтре 10.

При работе гидроцилиндра 4 распределитель 3 устанавливается в одно из крайних положений. В это время жидкость от насоса 1 через обратный клапан 14 и распределитель 3 поступает в цилиндр 4, перемещая его поршень. Обратный клапан 14 исключает «просадку» поршня под весом оборудования.

При копании грунта в напорной магистрали поддерживается высокое рабочее давление, и скорость перемещения штока гидроцилиндра 4 определяется производительностью насоса. При холостых движениях и, соответственно, малых рабочих давлениях, рабочая жидкость от АК 5 поступает через обратный клапан 7 в напорную магистраль, в которой объединяется с жидкостью, поступающей от насоса. Скорость перемещения поршня при этом увеличивается пропорционально поступающей от АК 5 рабочей жидкости.

Слив жидкости из цилиндра 4 производится через распределитель 3, магистраль 6 и клапан 9, открывающийся одновременно с распределителем 3 давлением управления в магистралях 12 и 13 через клапан 11 «ИЛИ». Открытие клапана 9 исключает возможность создания подпора в сливной магистрали 6, необходимого для зарядки АК, что, в свою очередь, может снизить усилие на штоке цилиндра.

2. Оценка надежности модернизированного гидромеханизма

Применение насосно-аккумуляторного привода позволяет оптимизировать работу гидромеханизма, снижая пульсации давления и увеличивая ресурс элементов схемы. Поэтому при оценке надежности механизма принимаем максимальные значения наработки. Статистические данные по максимальным наработкам на отказ T_{\max} [1, табл. Г1] и интенсивности отказов λ' гидроустройств даны в табл. 2.

Предварительно принимаем, что периодическая разгрузка насоса позволяет увеличить его ресурс не менее чем в 1,5 раза. Тогда наработка насоса на отказ составит $5000 \cdot 1,5 = 7500$ часов, а интенсивность отказов $\lambda' = 1/7500 \approx 133 \cdot 10^{-6} \text{ ч}^{-1}$.

1. Насосно-аккумуляторный контур ($k_1 = 9$): насос аксиально-поршневой ($\lambda' = 133 \cdot 10^{-6} \text{ ч}^{-1}$), гидроаккумулятор ($\lambda' = 67 \cdot 10^{-6} \text{ ч}^{-1}$), клапан переливной ($\lambda' = 67 \cdot 10^{-6} \text{ ч}^{-1}$), гидрораспределитель ($\lambda' = 40 \cdot 10^{-6} \text{ ч}^{-1}$), обратные клапаны (3 шт.) ($\lambda' = (10 \cdot 3) \cdot 10^{-6} \text{ ч}^{-1} = 30 \cdot 10^{-6} \text{ ч}^{-1}$), автомат разгрузки насоса ($\lambda' = 67 \cdot 10^{-6} \text{ ч}^{-1}$), клапан «ИЛИ» ($\lambda' = 10 \cdot 10^{-6} \text{ ч}^{-1}$). Максимальная интенсивность отказа: $\lambda_1 = 414 \cdot 10^{-6} \text{ ч}^{-1}$.

Таблица 2

Характеристика отказов гидроустройств землеройных машин

Наименование элементов	Максимальная наработка на отказ T_{\max} , м-ч	Интенсивность отказов $\lambda' \cdot 10^{-6}$, ч^{-1}
Насосы аксиально-поршневые	5000	200
Гидроцилиндры	13000	77
Распределители золотниковые	25000	40
Клапаны предохранительно-переливные	15000	67
Клапаны обратные, клапаны «ИЛИ»	100000	10
Пнемогидроаккумуляторы	15000	67

2. Силовой контур ($k_3 = 1$): гидроцилиндр ($\lambda_3 = 77 \cdot 10^{-6} \text{ ч}^{-1}$).

Расчет количественного значения надежности каждого контура:

$$P(k_1) = e^{-\lambda T} = 1/(2,718^{0,000414 \cdot 1200}) = 0,61, \quad (5)$$

$$P(k_2) = e^{-\lambda T} = 1/(2,718^{0,000077 \cdot 1200}) = 0,912. \quad (6)$$

Вероятность безотказной работы механизма в течение года:

$$P(t) = P(k_1) P(k_2) = 0,61 \cdot 0,912 = 0,56. \quad (7)$$

3. Расчет и выбор пнемогидроаккумулятора

Принимаем баллонный тип аккумулятора, в котором отношение начального давления газа к максимальному не должно превышать 1:4. Так как максимальное давление в гидросистеме, например, $p_2 = 20$ МПа, то при соблюдении этого условия принимаем начальное давление газа в аккумуляторе $p_0 = 5$ МПа.

Принимаем минимальное рабочее давление газа p_1 в АК, равное рабочему давлению жидкости в рассматриваемом цилиндре, например, $p_1 = 16$ МПа. Кроме того, диапазон изменения давления газа рекомендуется выбирать в пределах $(p_2 - p_1)/p_2 \leq 0,2$, отсюда наименьшее значение $p_1 = 0,8p_2 = 0,8 \cdot 20 = 16$ МПа.

Расчет параметров АК для быстротекущего процесса (до 0,5 мин) проводим для *адиабатного* процесса, принимая значение показателя адиабаты $k = 1,3$ [2, рис. 64].

При условии неполного вытеснения жидкости из АК процесс описывается выражением

$$p_1 V_1^{1,3} = p_2 V_2^{1,3}, \quad (10)$$

где p_1, p_2 – минимальное и максимальное рабочее давление газа; V_1 – объем газа при его давлении p_1 ; V_2 – объем газа при его давлении p_2 .

Объем газа V_2 из последнего выражения находится как

$$V_2 = V_1 (p_1/p_2)^{1/k} = V_1 (16/20)^{1/1,3} = 0,842 V_1. \quad (11)$$

Тогда полезный объем аккумулятора:

$$V_{\text{п}} = V_1 - V_2 = V_1 - 0,842 V_1 = 0,158 V_1. \quad (12)$$

Среднее давление газа в принятом диапазоне

$$p_{\text{ср}} = (20 + 16)/2 = 18 \text{ МПа}. \quad (13)$$

Произведение полезного объема жидкости $V_{\text{п}}$ на среднее давление газа в принятом диапазоне определяет внешнюю работу АК:

$$A_{\text{га}} = V_{\text{п}} p_{\text{ср}} = 0,158 V_1 \cdot 18 \cdot 10^6 = 2,84 \cdot 10^6 V_1, \text{ Н} \cdot \text{м}. \quad (14)$$

Заданная скорость втягивания штока цилиндра $V_{\text{шт}} = 0,2$ м/с, ход штока $X = 0,7$ м, время обратного хода $\Delta t = X/V_{\text{шт}} = 0,7/0,2 = 3,5$ с.

Заданная потребная мощность привода насоса для втягивания штока (пусть расчетное усилие на штоке при этом $R_{\text{пс}} = 25$ кН):

$$N_{\text{н}} = R_{\text{пс}} V_{\text{шт}} / \eta_{\text{гм.н}} \eta_{\text{гм.ц}} = (25 \cdot 0,2) / (0,9 \cdot 0,89) = 6,24 \text{ кВт}. \quad (15)$$

Гидромеханический КПД насоса принимаем из справочной литературы по выражению: $\eta_{\text{гм.н}} = \eta_{\text{о max}} / \eta_{\text{об.н max}} = 0,85/0,94 = 0,9$.

Гидромеханический КПД цилиндра выбираем по справочным данным в зависимости от максимального давления в системе. Для заданного давления в гидросистеме 16 МПа принимаем $\eta_{\text{гм.ц}} = 0,89$.

С целью сокращения времени рабочего цикла увеличим скорость втягивания штока цилиндра в 1,5 раза до $V_{\text{шт}'} = 0,2 \cdot 1,5 = 0,3$ м/с за счет подачи дополнительного расхода жидкости при разряде АК.

Время обратного хода штока цилиндра при $V_{\text{шт}'} = 0,3$ м/с

$$\Delta t = X/V_{\text{шт}'} = 0,7/0,3 \approx 2,33 \text{ с}.$$

Потребная мощность привода насоса при этом составит:

$$N_H = R_{\text{пс}} V_{\text{шт}} / \eta_{\text{гм.н}} \eta_{\text{гм.ц}} = (25 \cdot 0,3) / (0,9 \cdot 0,89) = 9,36 \text{ кВт.} \quad (16)$$

То есть приращение мощности составило:

$$\Delta N_H = 9,36 - 6,24 = 3,12 \text{ кВт.}$$

Ей соответствует механическая работа при прямолинейном движении звена «поршень – шток», произведенная за время $\Delta t = 2,33$ с:

$$A_{\text{мех}} = \Delta N_H \cdot \Delta t = 3,12 \cdot 10^3 \cdot 2,33 = 7,27 \cdot 10^3 \text{ Н} \cdot \text{м.} \quad (17)$$

Приравняв дополнительную механическую работу $A_{\text{мех}}$, необходимую для полного втягивания штока цилиндра за время $\Delta t = 2,13$ с, к внешней работе гидроаккумулятора $A_{\text{га}}$, находим его объем V_1 при минимальном рабочем давлении газа $p_1 = 16$ МПа:

$$V_1 = 7,27 \cdot 10^3 / 2,84 \cdot 10^6 = 0,00256 \text{ м}^3 = 2,56 \text{ дм}^3. \quad (18)$$

Тогда

$$V_2 = 0,842 V_1 = 0,842 \cdot 2,56 = 2,16 \text{ дм}^3. \quad (19)$$

$$V_{\text{п}} = V_1 - V_2 = 2,56 - 2,16 = 0,4 \text{ дм}^3. \quad (20)$$

Объем газа V_0 при первоначальном давлении p_0 (вместимость) аккумулятора находится из выражения $p_0 V_0^k = p_1 V_1^k$, откуда:

$$V_0 = (p_1/p_0)^{1/k} V_1 = (16/5)^{1/1,3} \cdot 2,56 = 6,26 \text{ дм}^3. \quad (21)$$

По справочным данным выбираем гидроаккумулятор АПГ-Б6,3/20 со следующими данными: вместимость $V_0 = 6,3$ дм³; максимальное давление – 20 МПа; масса без рабочих сред – 13,7 кг.

Литература

1. МДС 12–20.2004. Механизация строительства. Организация диагностирования строительных и дорожных машин. Диагностирование гидроприводов / ТК 376 Эксплуатация строительного-дорожного машин и оборудования. – М.: ФГУП ЦПП, 2004. – 68 с.
2. Башта Т. М. Гидропривод и гидропневмоавтоматика / Т. М. Башта. – М.: «Машиностроение», 1972. – С. 90–91.

УДК 625.08.004 (075); 62.522

Владимир Павлович Чмил,
канд. техн. наук, доцент
(Санкт-Петербургский государственный
архитектурно-строительный университет)
E-mail: chmil_vp@mail.ru

Vladimir Pavlovich Cimil, PhD of Tech. Sci.,
Associate Professor
(Saint Petersburg State University of Architecture and
Civil Engineering)
E-mail: chmil_vp@mail.ru

УЛУЧШЕНИЕ ЭКСПЛУАТАЦИОННЫХ СВОЙСТВ СИСТЕМЫ СМАЗКИ ДВИГАТЕЛЯ

IMPROVED PERFORMANCE CHARACTERISTICS ENGINE OIL

Рассматривается модернизированная система смазки на примере двигателя Cat 3116. С целью улучшения его эксплуатационных свойств, предлагается насосно-аккумуляторная схема системы смазки двигателя, оснащенная встроенными средствами диагностики. Вследствие этих конструктивных решений повышается ресурс масляного насоса и подшипников коленчатого вала. Приводится методика оптимизации периодичности новой системы смазки и выбора запаса ее элементов, обеспечивающая заданную безотказность работы.

Ключевые слова: двигатель, система смазки, масляный насос, клапан, фильтр, гидравлический аккумулятор, подшипник коленчатого вала, интенсивность отказов, периодичность технического обслуживания, запасная часть.

The author considers upgraded lubrication system on the example of the engine Cat 3116. In order to improve its performance, it is proposed pump-rechargeable circuit engine lubrication system, equipped with a built-in diagnostics. Because of these design solutions, resource oil pump and crankshaft bearings increases. The author provides the technique of optimizing the frequency of the new lubrication system and the choice of the stock of its elements, providing prescribed faultless performance.

Keywords: engine lubrication system, oil pump, valve, filter, hydraulic accumulator, bearing crankshaft, the failure rate, the frequency of the technical-servicing and spare parts.

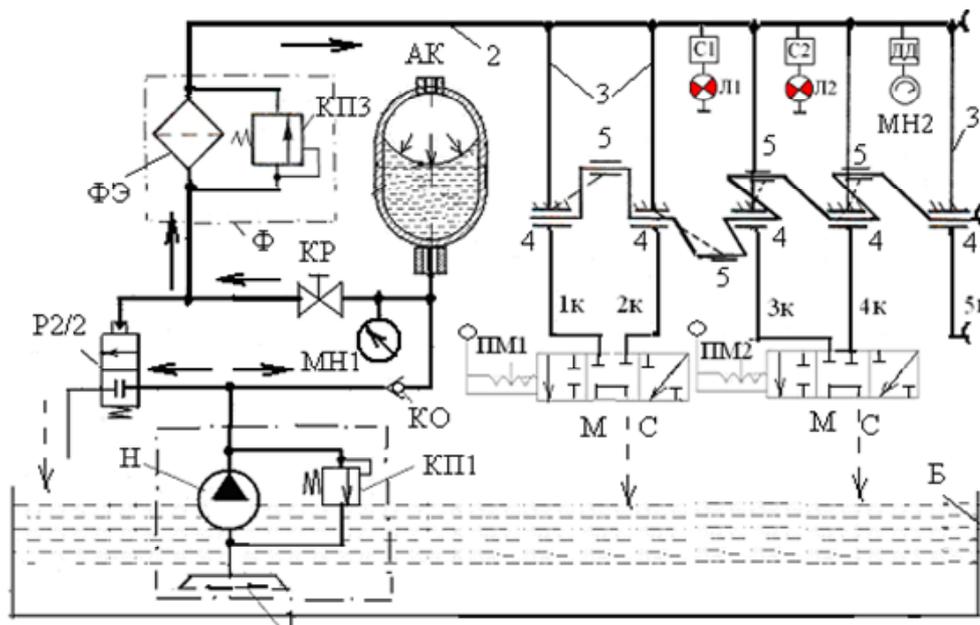
Для увеличения ресурса масляного насоса и подшипников коленчатого вала, изменен структурную схему механизма с насосной на насосно-аккумуляторную, предусматривающую подачу масла под давлением к подшипникам в момент страгивания коленчатого вала при запуске двигателя, а также обеспечивающую периодическую разгрузку насоса, при питании в этот период потребителей системы смазки от пневмогидроаккумулятора (АК).

Структурная схема насосно-аккумуляторной системы смазки на примере двигателя Cat 3116 приведена на рис. В ней АК используют в качестве источника энергии для разгрузки насоса и увеличения его ресурса, а также уменьшения пульсации давления масла. Наличие АК оптимизирует работу системы, уменьшает потери энергии из-за слива излишка масла, повышая ее КПД.

Перед каждым пуском двигателя после перерыва в работе АК находится в заряженном состоянии при закрытом кране КР в результате предшествующей работы маслонасоса, контроль зарядки осуществляют манометром МН1.

Перед запуском, до момента страгивания коленчатого вала, открывают кран КР, и масло под давлением подается в масляный фильтр Ф, затем от него в главную масляную магистраль 2 и далее в каналы и зазоры кинематических пар трения, через которые сливается в поддон Б. При достижении в масляной магистрали давления (контролируется датчиком ДД), обеспечивающего жидкостное трение в подшипниках и других парах двигателя, производят его запуск.

Гидроуправляемый распределитель Р2/2 периодически открывается и перепускает подачу насоса Н на слив в поддон, таким образом, периодически разгружая насос и увеличивая его ресурс. Насос при этом отсоединяется обратным клапаном КО от масляной магистрали и соединяется распределителем Р2/2 только со сливом. Питание масляной магистрали осуществляется от АК.



Насосно-аккумуляторная схема системы смазки двигателя (маслоохладитель не показан) с встроенными элементами диагностики:

1 – сетчатый фильтр; 2 – главная масляная магистраль; 3 – каналы блока цилиндров для подвода масла; 4 – полости коренных подшипников; 5 – шатунные подшипники; 1к, 2к, 3к, 4к, 5к – встроенные измерительные гидролинии 1...5-го коренных подшипников; Б – масляный поддон; Н – масляный насос; КП1, КП3 – перепускные клапаны; КО – обратный клапан; КР – кран 2-ходовой; АК – пневмогидроаккумулятор; МН1, МН2 – манометры; Ф – масляный фильтр; ФЭ – фильтрующий элемент; ДД – датчик давления; С1 – сигнализатор засоренности фильтра; Л1 – лампа сигнализатора С1; С2 – сигнализатор недопустимого понижения давления масла; Л2 – лампа сигнализатора С2; ПМ1, ПМ2 – переключатели манометра; М – линия к манометру; С – сливная линия

После разрядки АК до заданного минимального рабочего давления распределитель Р2/2 закрывается и система смазки опять питается только от насоса Н, заряжающего при этом АК до максимального рабочего давления.

Для повышения точности безразборной диагностики степени износа подшипников двигателя данная схема содержит встроенные элементы.

Специальные каналы, просверленные в области постелей коренных подшипников 4 к масляным полостям каждого из них, оснащены встроенными измерительными гидролиниями 1к, 2к, 3к, 4к, 5к и т. д. с резьбовыми соединениями, герметично выведенными через отверстия масляного поддона наружу, и в режиме обычной эксплуатации двигателя постоянно закрыты переключателем манометра. Гидросопротивление этих гидролиний должны быть равными.

При диагностировании подшипников переключатель манометра выборочно поочередно подсоединяет встроенные гидролинии коренных подшипников к манометру или отсоединяет их. Такое подключение гидролиний к манометру не требует вывода двигателя из эксплуатации и каких-либо его разборок.

Для оценки состояния подшипников предлагается находить диаметральный зазор Δ_i в каждом из них по предлагаемой методике [1]:

- прогревают двигатель, устанавливают заданную частоту вращения;
- измеряют плотность ρ моторного масла;
- переключателем манометра поочередно подводят давление от масляных полостей коренных подшипников двигателя к манометру;
- измеряют величину давления p_i в измерительной гидролинии;

– по выражению (1) находят расход масла $Q_{i \text{ изм.}}$ в измерительной гидролинии диагностируемого коренного подшипника:

$$Q_{i \text{ изм.}} = \mu F_{\text{д}} \sqrt{\frac{2p_i}{\rho}}, \quad (1)$$

где μ – коэффициент расхода; $F_{\text{д}}$ – площадь сечения проходного отверстия;
– величину диаметрального зазора Δ_i в нем вычисляют по формуле:

$$\Delta_i = 4 \sqrt[4]{\frac{k_{\text{э}} \rho Q_{i \text{ изм.}}^2}{p_i}}, \quad (2)$$

где $k_{\text{э}}$ – опытный коэффициент (для шатунных подшипников – $k_{\text{эш}}$).

Опытный коэффициент k предварительно определяется изготовителем экспериментально для каждого типа двигателей, для определения его численного значения потребуется замер искомых зазоров, например посредством свинцовой пластинки со снятием масляного поддона двигателя.

Получив численное значение коэффициента k , последующие определения искомых диаметральных зазоров Δ_i могут производиться без слива масла и снятия масляного поддона двигателя, то есть безразборным методом.

Предложенный способ определения диаметрального зазора Δ_i «масляного клина» в коренных подшипниках коленчатого вала технологически применим для существующей методики прогнозирования их остаточного технического ресурса, что позволит заранее прогнозировать отказ названных подшипников в процессе эксплуатации двигателя. Сравнив полученное значение зазора Δ_i с его допускаемым значением для данного подшипника коленчатого вала, дается оценка степени его износа и определяется остаточный технический ресурс.

Ключевым показателем при планировании периодичности обслуживания системы смазки двигателя является среднегодовая интенсивность отказов $\lambda(T)$ прежде всего элементов, лимитирующих ее безотказность, определяемая как:

$$\lambda(T) = N_{\text{отк}} / [(N_{\text{э}} - N_{\text{отк}}) T], \text{ отк./ч}, \quad (3)$$

где $N_{\text{отк}}$ – число отказавших элементов системы смазки двигателя данного наименования за предшествующий планируемому периоду год (или годы); $N_{\text{э}}$ – среднее число машин (двигателей) однотипной группы, ежедневно находящихся в эксплуатации за период наблюдения (год и более); T – среднегодовая наработка двигателя анализируемой группы, по данным эксплуатирующих предприятий принимаем, например 2400 мото-ч.

При планировании работ по техническому обслуживанию (ТО) двигателя целесообразно оптимизировать периодичность их проведения. Наблюдения показывают, что чем больше израсходован ресурс двигателя, тем меньшую роль в поддержании его работоспособности играют плановые ТО и большее значение приобретает текущий ремонт. Как следствие, возникает предложение о том, что с учетом наработки на отказ, постепенно снижающейся по мере старения техники, было бы рационально менять частоту плановых обслуживаний, то есть оптимизировать периодичность ТО двигателя, в том числе его системы смазки, по показателям надежности. В качестве критерия периодичности ТО может быть принята вероятность безотказной работы $P(T)$, полученная в результате наблюдения за работой группы однотипных двигателей. Наблюдению подвергаются двигатели машин,

находящихся в периоде нормальной работы, характеризуемом приблизительно постоянным значением интенсивности отказов λ .

По результатам расчета $\lambda(T)$ выделяют характерный поток отказов различной плотности со средними значениями интенсивности $\lambda'_i \cdot 10^{-6}$ отк./ч, формирующими поток требований на обслуживание и сопутствующий ремонт [1]. При анализе надежности усовершенствованной системы смазки двигателя используем предполагаемые данные аналогов из технической литературы (см. табл.).

Вероятность отказа (потребности в замене) элемента системы каждого наименования в течение планируемого периода (года) находится по формуле:

$$q_i(T) = \lambda_i(T) T. \quad (4)$$

Тогда значения вероятности отказа элементов составят: $q_1(T) = 16,37 \cdot 10^{-6} \cdot 2400 = 0,039$ и т. д., результаты дальнейших расчетов приведены в табл.

При этом эпизодически работающий на переключение потоков жидкости кран КР, выполняющие контрольные функции датчик давления ДД и манометры МН1, МН2 принимаются пассивными элементами и в структурном анализе не участвуют. Сменный фильтроэлемент масляного фильтра Ф подлежит замене при ТО по наработке или по сигналу от встроенного сигнализатора С1 засоренности (лампа Л1), поэтому в расчете также не учитывается.

Характеристики отказов элементов усовершенствованной системы смазки, оптимальная периодичность ее ТО и планирование запасных частей (ЗЧ)

№ п/п	Наименование элемента	$\lambda'_i \cdot 10^{-6}$, отк./ч	$q_i(T)$	$T_{\text{ТО-2}}$, мото-ч	Планир. число ЗЧ на квартал с 5%-м запасом $n_{\text{ЗЧ } i}$, шт.
1	Насос Н масляный с клапаном КП1	16,37	0,039	2382	4,1, принимаем 4
2	Радиатор масляный МР	5,51	0,013	2359	1,37, принимаем 1
3	Гидрораспределитель Р2/2	2,94	0,007	2381	0,735, принимаем 1
4	Клапан обратный КО	2,45	0,006	2449	0,63, принимаем 1
5	Клапан перепускной КП2, КП3	9,8	0,024	2449	2,52, принимаем 3
6	Пневмогидроаккумулятор АК	2,45	0,006	2449	0,63, принимаем 1
7	Эквивалентный подшипник коленчатого вала двигателя	32,15	0,077	2395	приним. 8 к-тов для двигателя

Вероятность безотказной работы гидроэлементов в течение года:

$$P_i(T) = 1 - q_i(T). \quad (5)$$

Оптимальная периодичность технического обслуживания ТО-2 и сопутствующего ему ремонта определится по формуле (мото-ч, см. табл.):

$$T_{\text{ТО-2}} = q_i(T) / \lambda_{\text{ср } i}, \quad (6)$$

где $q_i(T)$ – вероятность отказа i -го элемента системы смазки двигателя.

Таким образом, по мере изменения интенсивности отказов $\lambda_i(T)$ элементов системы смазки в процессе эксплуатации периодичность ее обслуживания, при заданной средней наработке двигателя T , также может изменяться.

Потребность в запасных частях (ЗЧ) носит зачастую неопределенный, вероятностный характер. Запасные части должны поставляться с некоторым опережением по отношению к возникающему спросу и постоянно находиться в запасах для своевременного удовлетворения потребности в них.

Планируемое число запасных частей на год с 5%-м запасом:

$$n_{зч} = 1,05 N_3 q_i(T), \quad (7)$$

где N_3 – среднее за год число двигателей машин данной группы, находящихся ежедневно в эксплуатации, например, $N_3 = 100$ машин.

Тогда $n_{зч1} = 1,05 \cdot 100 \cdot 0,039 \approx 4,1$, принимаем 4 шт.; результаты расчета запасов остальных элементов систем смазки двигателей приведены в табл.

Разделение номенклатуры запасных частей по механизмам, системам и агрегатам однотипной группы машин и сбор статистических данных по их отказам оптимизирует модель расчета запасов на основе вероятностного подхода.

Литература

1. Способ безразборной диагностики степени износа коренных подшипников двигателя внутреннего сгорания: пат. на изобретение РФ № 2517968, МПК G01M15/00/ В. П. Чмиль, Ю. В. Чмиль; заявитель и патентообладатель Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет. – Заявл. 06.03.2012, зарегистрирован 07.04.2014, опубл. 10.06.2014, Бюлл. № 16. – 9 с.

СЕКЦИЯ ТЕХНИЧЕСКОЙ ЭКСПЛУАТАЦИИ ТРАНСПОРТНЫХ СРЕДСТВ

УДК 629.114.657

Николай Иванович Веревкин, канд. техн. наук,
профессор
(Санкт-Петербургский государственный
архитектурно-строительный университет)
E-mail: tets@spbgasu.ru

Nikolay Ivanovich Verevkin, PhD of Tech. Sci.,
Professor
(Saint Petersburg State University of Architecture and
Civil Engineering)
E-mail: tets@spbgasu.ru

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНО-АНАЛИТИЧЕСКОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ЭКСПЛУАТАЦИОННЫХ СВОЙСТВ ГОРОДСКИХ АВТОБУСОВ

EXPERIMENTAL AND ANALYTICAL STUDY ON THE PERFORMANCE PROPERTIES OF CITY BUSES

В статье приводится обоснование и вывод упрощенной математической модели системы «двигатель – гидротрансформатор – автобус – дорога» для исследования тягово-скоростных свойств и топливной экономичности городских автобусов. Приведены аналитические зависимости, связывающие моменты инерции вращающихся масс в двигателе и трансмиссии автобуса со скоростями вращения, а также скорость движения автобуса, пройденный путь и расход топлива. Также приведена таблица с экспериментальными расчетами зависимости средней скорости автобуса на перегоне и расхода топлива от длины перегона. Таблица проиллюстрирована графиками с характерными монотонными зависимостями, позволяющими вычислить экстремум.

Ключевые слова: система, переходный процесс, разгон, расход топлива, перегон.

The article provides a rationale and development of simplified mathematical model of the system “engine - torque converter - bus – road” for the study of traction-speed characteristics and fuel efficiency of buses. The analytical dependence linking the moments of inertia of the rotating mass in the engine and transmission bus speeds, and the speed of the bus, the route and fuel consumption are shown. The author also includes a table with the experimental calculations of dependence of the average speed of the bus on the route and fuel consumption of the length of the haul. The table is illustrated by graphs with characteristic monotonic dependencies, allowing to calculate the extremum.

Keywords: system, transition, acceleration, fuel consumption, driving.

С момента возникновения автомобиля особое внимание уделяется исследованию его тягово-скоростных свойств и топливной экономичности, как наиболее важных свойств для автомобильного транспорта, определяющих, в конечном итоге, его конкурентоспо-

способность в сравнении с другими видами транспорта. Специфической особенностью эксплуатации городских автобусов является циклический режим движения, характеризующийся постоянным повторением разгонов, замедлений, торможений и скачкообразным изменением нагрузки. Следует еще отметить, что движение автобусов должно удовлетворять большому и противоречивому набору ограничений (ограничение по максимальной скорости движения, максимальным ускорению и замедлению, времени прибытия на остановочные пункты, ограничение уровня выбросов отработавших газов в окружающую среду, ограничение по шуму, вибрациям и т.д.). Из сказанного следует, что неустановившиеся режимы движения для городских автобусов является преобладающими или скорее типичными. В этой связи, увеличение доли городских автобусов, оснащенных автоматическими (в основном гидромеханическими) коробками передач и более мощными дизелями, диктуется необходимостью обеспечения динамики смешанного современного городского транспортного потока и необходимостью облегчить труд водителя в сложных условиях движения.

Для решения поставленной задачи, рассмотрим простейшую систему дифференциальных уравнений, эквивалентную системе: «двигатель – гидротрансформатор – автобус – дорога». При этом вначале пренебрежем упругостью валов и буксированием фрикционов в процессе переключения передач и, поскольку гидротрансформатор делит всю систему на две части с гидродинамической связью между ними, система дифференциальных уравнений будет иметь вид:

$$\begin{cases} J_1 \frac{d\omega_1}{dt} = M_\delta - M_1 \\ J_2 \frac{d\omega_2}{dt} = KM_1 - M_c \\ \omega_1 \frac{di}{dt} = \frac{d\omega_2}{dt} - i \frac{d\omega_1}{dt} \end{cases},$$

где: J_1 – момент инерции насосного колеса, маховика, коленчатого вала и деталей связанных с ними, приведенными к оси насосного колеса гидротрансформатора; J_2 – момент инерции поступательно-движущихся масс автобуса (включая передние и задние колеса) деталей трансмиссии, приведенных к турбинному колесу гидротрансформатора, причем в J_1 и J_2 входит жидкость, находящаяся в гидротрансформаторе; ω_1 , ω_2 – частота вращения, ведущей части системы J_1 и ведомой J_2 соответственно; M_δ , M_1 , M_c – моменты крутящие двигателя, насосного колеса и всех сопротивлений, приведенных к оси турбинного колеса соответственно; K – коэффициент трансформации (для режима гидромукты равен 1); i – передаточное число гидротрансформатора.

Анализируя данную систему отметим, что, рассматривая неустановившиеся режимы работы, связанные с передачей момента через гидротрансформатор, нецелесообразно использовать дифференциальное уравнение баланса энергии, во первых, в связи со сложностью самого уравнения баланса, а во вторых, в связи с большими трудностями при аналитическом определении коэффициентов гидравлических потерь, так как неизвестны законы их изменения при наличии периодических или случайных изменений момента и угловых скоростей на входном и выходном валах гидротрансформатора [1]. Поэтому при исследовании неустановившихся режимов движения городских автобусов, целесообразно вместо гидродинамической связи между насосным и турбинным колесами использовать уравнение кинематической связи $i = \omega_2 / \omega_1$.

Затем, опуская громоздкую аналитику, приведем полученные зависимости, необходимые для решения поставленных задач:

$$\begin{aligned}
 V_a(t) &= K_y \left[1 - \frac{T_q^2 e^{-\frac{t}{T_a}}}{(T_q - T_a)(T_q - T_2)} - \frac{T_2^2 e^{-\frac{t}{T_2}}}{(T_2 - T_q)(T_2 - T_a)} - \frac{T_a^2 e^{-\frac{t}{T_a}}}{(T_a - T_q)(T_a - T_2)} \right]; \\
 S_a(t) &= K_y \left[t - (T_q + T_2 + T_a) + \frac{T_q^3 e^{-\frac{t}{T_q}}}{(T_q - T_a)(T_q - T_2)} + \frac{T_2^3 e^{-\frac{t}{T_2}}}{(T_2 - T_q)(T_2 - T_a)} + \frac{T_a^3 e^{-\frac{t}{T_a}}}{(T_a - T_q)(T_a - T_2)} \right]; \\
 Q(t) &= \left\{ T_4 \left[\frac{T_q e^{-\frac{t}{T_q}}}{(T_q - T_a)(T_q - T_2)} + \frac{T_2 e^{-\frac{t}{T_2}}}{(T_2 - T_q)(T_2 - T_a)} + \frac{T_a e^{-\frac{t}{T_a}}}{(T_a - T_q)(T_a - T_2)} \right] + \right. \\
 &\quad \left. + T_5 \left[1 - \frac{T_q^2 e^{-\frac{t}{T_q}}}{(T_q - T_a)(T_q - T_2)} - \frac{T_2^2 e^{-\frac{t}{T_2}}}{(T_2 - T_q)(T_2 - T_a)} - \frac{T_a^2 e^{-\frac{t}{T_a}}}{(T_a - T_q)(T_a - T_2)} \right] + \right. \\
 &\quad \left. + K_y \left[t - (T_q + T_2 + T_a) + \frac{T_q^3 e^{-\frac{t}{T_q}}}{(T_q - T_a)(T_q - T_2)} + \frac{T_2^3 e^{-\frac{t}{T_2}}}{(T_2 - T_q)(T_2 - T_a)} + \frac{T_a^3 e^{-\frac{t}{T_a}}}{(T_a - T_q)(T_a - T_2)} \right] \right\} \cdot \frac{i q_y K_n}{\gamma_T 10^3},
 \end{aligned}$$

где T_q – постоянная времени собственно дизеля; T_2 – постоянная времени гидротрансформатора; T_a – постоянная времени автобуса; K_y – коэффициент усиления системы; K_n – передаточное отношение привода ТНДВ; q_y – цикловая подача ТНДВ; i – число цилиндров двигателя; γ_T – плотность дизельного топлива; V_a – скорость автобуса; S_a – путь, пройденный автобусом в цикле; Q – расход топлива в исследуемом режиме.

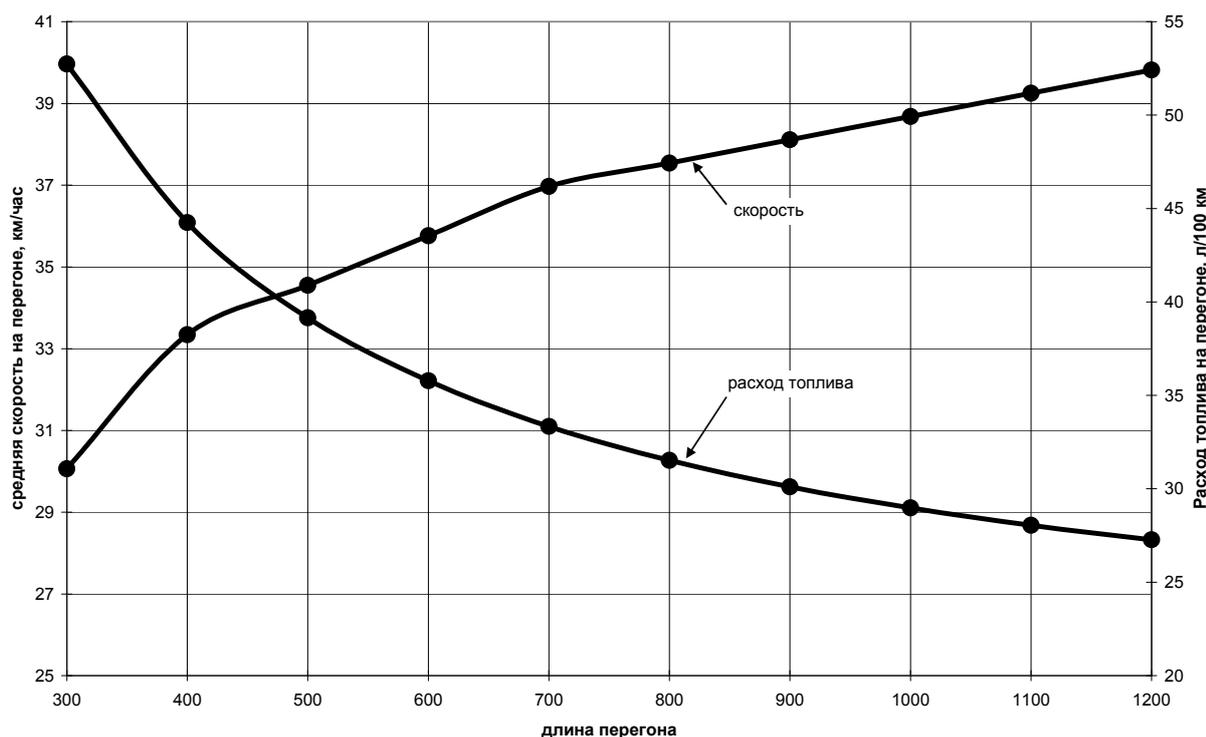
Методика экспериментального определения коэффициентов, входящих в приведенные уравнения заключается в последовательном получении переходных характеристик звеньев, входящих в систему «двигатель – гидромеханическая передача – автобус – дорога», начиная от двигателя [2; 3; 4], затем автобус на первой передаче (по его скорости) в режимах гидротрансформатора и гидромукты и далее по переходным функциям двигателя и автобуса в режиме разгона последовательно проходящего на первой, второй, третьей и третьей блокированной передачах.

После проведения всех работ по определению необходимых данных, были проведены исследования влияния длины перегона автобуса на его скоростные свойства и топливную экономичность. Результаты расчетов по приведенным выше формулам для автобуса ЛиАЗ 5256 с грузом 9000 кг (что соответствует 120 пассажирам) приведены в таблице и на рисунке.

Результаты расчетов показывают, что полученные зависимости могут использоваться не только для исследования динамических процессов разгона и движения автобусов в широком диапазоне нагрузок и условий движения, но и для расчета и планирования пассажирских перевозок в сложных городских условиях с возможностью оптимизации их производительности и топливной экономичности.

Зависимость расхода топлива и средней скорости автобуса от длины перегона

Длина перегона, м	300	400	500	600	700	800	900	1000	1100	1200
Средняя скорость на перегоне, км/час	30,06	33,34	34,55	35,76	36,97	37,54	38,11	38,68	39,25	39,82
Расход топлива на перегоне, в л/100 км	52,73	44,25	39,15	35,78	33,34	31,52	30,10	28,98	28,05	27,28



Зависимость расхода топлива и средней скорости автобуса от длины перегона

Литература

1. Лаптев Ю. Н. Частотные характеристики комплексного гидротрансформатора / Ю. Н. Лаптев, Н. И. Поколов // Вестник машиностроения, 1973. – № 8. – С. 26–30.
2. Крепс Л. И. Определение динамических характеристик дизельных двигателей / Л. И. Крепс, Н. И. Веревкин, И. А. Петров, С. А. Ляпин // Двигателестроение. – 1988. – № 8. – С. 18–22.
3. Верёвкин Н. И. Экспериментальное определение динамических характеристик двигателя автобуса ЛАЗ-4202 для повышения эффективности работы ГМТ / Н. И. Верёвкин, С. М. Зайцев // Повышение эффективности использования автомобилей и автопоездов: межвузовский тематический сборник тр. – Л.: Изд-во ЛИСИ, 1985. – С. 123–134.
4. Крутов В. И. Автоматическое регулирование двигателей внутреннего сгорания / В. И. Крутов. – М.: Машиностроение, 1979. – 615 с.

УДК 629.4.063

Сергей Александрович Воробьев, канд.техн.наук,
(Санкт-Петербургский государственный
архитектурно-строительный университет)
E-mail: svorobev@list.ru

Sergey Aleksandrovich Vorobiev PhD of Tech. Sci.,
(Saint Petersburg State University of Architecture and
Civil Engineering)
E-mail: svorobev@list.ru

ГОРОДСКИЕ АВТОБУСЫ И КОММУНАЛЬНЫЕ АВТОМОБИЛИ С ГАЗОДИЗЕЛЯМИ

CITY BUSES AND GAS-DIESEL UTILITY AUTOMOBILES

В статье приведен анализ выполнения государственной программы по переводу двигателей городских автобусов и коммунальных автомобилей на моторное топливо – природный газ. Дана оценка причин неудачных попыток начать интенсивную газификацию автомобильного транспорта. Рассмотрена ситуация и даны предложения по выполнению распоряжения Правительства РФ № 767-р от 13 мая 2013 г. Состояние нефтяного рынка последние четыре десятилетия беспокоит население большинства стран с высоким уровнем автомобилизации. Мировой автомобильный парк к 2025 году может достигнуть миллиарда единиц. Девяносто процентов автомобилей будут сжигать в двигателях бензин и дизельное топливо, получаемые из нефти. Растут затраты на разработку новых месторождений, колебания объемов добычи и цены на нефть. Идет поиск альтернативных моторных топлив, производимых не из нефти. Первое место для ДВС автомобилей занимает природный газ.

Ключевые слова: природный газ, двигатель внутреннего сгорания, газодизель, газобаллонное оборудование, городской автобус, автомобиль-мусоровоз.

The paper proposed an analysis of the implementation of the state program on conversion of the city buses and utility automobiles engines to motor fuel – natural gas. In the paper also gives an assessment of the causes of unsuccessful attempts to start an intensive gasification of road transport. The author considers the situation and gives suggestions on the implementation of the government order No. 767-p dated of May 13, 2013. For the last four decades the condition of oil market has been worrying the population of most countries with high level of automobilization. The world car park can reach a billion of units by 2025. Ninety percent of the automobiles will use gasoline and diesel fuel, produced from the oil, in the engines. The development costs of new oilfields, fluctuations of volumes of oil production and oil price are rising. There is a search of alternative motor fuels that are produced not from the oil. The first place for internal combustion engines of the automobiles takes natural gas.

Keywords: natural gas, internal combustion engine, gas-diesel, gas balloon equipment, city bus, automobile-garbage truck.

Наши автомобилисты приобретают природный газ (ГОСТ 27577–2000) пришедший на АГНКС по газопроводу из скважин с места добычи. Природный газ с разных месторождений отличается по низшей теплоте сгорания в диапазоне 33294–47007 кДж/м³, может содержать метана от 69,1 до 99,6 % и иметь октановое число 80–115 единиц. После механической очистки его закачивают в газовые баллоны автомобилей. Стандарт не предусматривает коррекцию компонентного состава газа. Эта упрощенная технология делает цену природного газа на 50–60 % дешевле бензина и дизельного топлива [1].

Известно, что двигатель автомобиля может работать только на топливе, для которого он спроектирован. При использовании несоответствующего топлива разрушается двигатель автомобиля. На европейском рынке, в соответствии с Правилами ЕЭК ООН № 49, природный газ для автомобильных ДВС выпускается на основе трех эталонных топлив: GR, G23 и G25. Их краткие характеристики приведены в таблице [2]. На АГНКС продают два топлива: 1. «Н» – с крайними эталонными топливами GR и G23; 2. «L» – с крайними эталонными топливами «G23» и «G25». Приведенное содержание метана приравнивает природный газ к бензину с октановым числом 95 ед.

Отношения в использовании на транспорте природного газа регулирует Распоряжение №767-р от 13 мая 2013 г. Его цель – техническое регулирование качества природного газа, господдержка производства газовых автомобилей и автобусов, создание инфраструктур. В Санкт-Петербурге действует программа по переводу на природный газ автомобильной техники на 2014–2023 гг. До 2018 года регион формирует законодательную

базу сотрудничества с федеральной властью, государственные предприятия переводят автомобильную технику на природный газ, приводится реконструкция инфраструктуры предприятий коммунального хозяйства и автобусных парков. К 2020 г. 50 % указанной техники должно работать на природном газе. Объем финансирования программы составляет 30 344,8 млн руб. (в ценах 2014 г.).

Характеристики природного газа по Правилам ЕЭК ООН № 49

Состав	Эталонное топливо GR	Эталонное топливо G23	Эталонное топливо G25
Метан, %	84–89	91,5–93,5	84–88
Этан, %	11–15	–	–
N ₂ , %	–	6,5–8,5	12–16
Сера, мг/куб. м	10	10	10

Надо отметить, что прежние программы использования природного газа на автомобильном транспорте, носили кратковременный характер и не получали развития, так как являлись реакциями на мировые кризисы с энергетическими ресурсами.

Постановлением № 1027 от 8 октября 2014 г. Правительство РФ утвердило правила предоставления субсидий субъектам РФ на закупку автобусов и техники для жилищно-коммунального хозяйства (ЖКХ), работающих на природном газе. Газомоторная техника должна производиться на территории государств Единого экономического пространства, а автобусы категории М3 (длиной более 12 м) оборудуются для перевозки лиц с ограниченными возможностями. Субсидии выделяются на финансовый год (2015, 2016 гг.) по заявке, содержащей сведения о марке, категории модели и количестве приобретаемой техники с расчетом размера финансирования. К заявке надо приложить справку об инфраструктуре для эксплуатации газомоторной техники.

По этой программе должно быть приобретено 1497 городских автобусов и 1000 единиц техники для ЖКХ. Субсидии на автобусы – от 130 тыс. руб. до 3 млн руб., на спецтехнику – от 100 тыс. руб. до 3,8 млн руб. Как следует из проекта постановления, в бюджет 2014 г. заложены 3,77 млрд руб. В 2012–2013 гг. субсидии были около 1,6 млрд руб.

Одними из первых перевод на газодизельный процесс выполнили специалисты ВКЭИ автобусов и НАМИ. Они переоборудовали автобусы ЛАЗ-4202, Икарус-280 и автомобили КАМАЗ. В системе управления газодизелем заложили способ качественного регулирования, применяющийся на дизелях [3].

Сегодня многие иностранные фирмы повторяют путь НАМИ – КАМАЗ и предлагают для дизелей системы обогащающие воздух на впуске природным газом (до 25 %). По этому принципу работают польские двух топливные системы дизель-газ «Oscar-N Diesel» для дизельных грузовых автомобилей (N1 и N3) и автобусов (M1 и M3) В основе конструкции используются серийные узлы газового оборудования для бензиновых автомобилей. Впрыск природного газа форсунками во впускной коллектор управляется электронным блоком параллельно с электронным блоком управления дизелем. При установке системы изменений в дизеле не требуется. Положительным аргументом такого решения является повышение полноты сгорания дизельного топлива от каталитического действия природного газа на процесс горения. Замещение дизельного топлива должно (по инструкции) достигать 25 %. Система включается после прогрева двигателя и управляет подачей газа на режимах холостого хода, движения и торможения. Опытная эксплуатация системы была проведена на автомобиле-мусоровозе на автопредприятии «Спецтранс». В течение шести месяцев эксплуатации не удалось выявить ее эффективность по расходу дизельного топлива. Надо отметить, что называть газодизелем двигатель, работающий по принципу обогащения воздуха природным газом, является ошибкой.

Выполненные работы по переводу на природный газ городских автобусов и автомобилей коммунального хозяйства требует изменения концепции создания газовой автомобильной техники в сторону производства газодизелей. При этом необходимо учитывать инфраструктуру регионов, эксплуатирующих эту технику. Анализируя имеющуюся информацию, можно сделать следующие выводы:

1. В практике газификации автомобильного транспорта наступил этап внедрения новых современных образцов автомобильной техники, работающей на природном газе, по соответствующим международным стандартам.

2. Отечественное автомобилестроение имеет опыт производства газовых автомобилей для работы на природном газе, что позволяет успешно реализовывать государственную программу к 2023 году.

3. Работу целесообразно проводить по направлениям:

3.1. Активизировать работы по созданию газодизельных городских автобусов и автомобилей коммунального хозяйства.

3.2. Создавать производство новой газодизельной автомобильной техники из отечественных комплектующих.

3.3. Модернизировать инфраструктуру для эксплуатации газодизельной техники, выполнения обслуживания и ремонта.

Проведенные исследования и испытания свидетельствуют о хорошей перспективе работ по улучшению эксплуатационных свойств газодизельной автомобильной техники. Ведущиеся работы по внедрению компьютерного управления и применения рассеянного впрыска природного газа улучшают экономические и экологические показатели газодизелей. Это позволяет с оптимизмом выбрать эффективную концепцию создания газодизелей для общественного автобусного транспорта и автомобильной техники коммунального хозяйства.

Научный консультант при подготовке статьи: д.т.н., проф. А. А. Капустин

Литература

1. Орлин А. С. Двигатели внутреннего сгорания: Т 1 / А. С. Орлин, Д. Н. Вырубов, Г. Г. Калиш и др.; под ред. А. С. Орлина. – М.: Машиностроение, 1957. – 396 с.
2. Генкин К. И. Газовые двигатели / К. И. Генкин. – М.: Машиностроение, 1977. – 193 с.
3. Капустин А. А. Газодизель / А. А. Капустин. – СПб.: Изд-во СПбГИСЭ, 2000. – 144 с.

УДК 629.33:005.52-021.272

Вячеслав Филиппович Глазков, канд. техн. наук,
доцент

(Санкт-Петербургский государственный
архитектурно-строительный университет)

Анатолий Анатольевич Вельниковский, аспирант

(Санкт-Петербургский государственный
архитектурно-строительный университет)

E-mail: tets@spbgasu.ru, avelnikovskiy@inbox.ru

Vyacheslav Filippovich Glazkov, PhD of Tech. Sci.,
Associate Professor
(Saint Petersburg State University of Architecture and
Civil Engineering)

Anatoly Anatolievich Velnikovskiy, post-graduate
student

(Saint Petersburg State University of Architecture and
Civil Engineering)

E-mail: tets@spbgasu.ru, avelnikovskiy@inbox.ru

ПРИНЦИПЫ ФОРМИРОВАНИЯ СИСТЕМЫ АГНКС

PRINCIPLES OF FORMATION OF THE SYSTEM OF AGFCS

На основании Распоряжения Правительства РФ к 2020 г. принята программа широкого применения газомоторного топлива на автомобильном транспорте. Одной из важнейших ее составляющих является разработка и создание эффективной системы автомобильных газовых наполнительных компрессорных станций (АГНКС), которые бы осуществляли заправку подобного автомобильного транспорта компримированным

природным газом (КПГ). Очевидно, что развитие рынка КПГ возможно лишь при комплексном и системном подходе, который представлен в данной статье. На базе исходных данных и привлечения математического аппарата систем и теории массового обслуживания (СМО и ТМО) на примере газомоторного автобусного парка Санкт-Петербурга показаны рациональные пути решения данной практической задачи. Это позволяет оптимизировать сеть АГНКС мегаполиса по их числу и производственным возможностям, которые будут удовлетворять потребности основных потребителей КПГ. В перспективе предложена методика обоснования географии размещения системы АГНКС на территории Санкт-Петербурга.

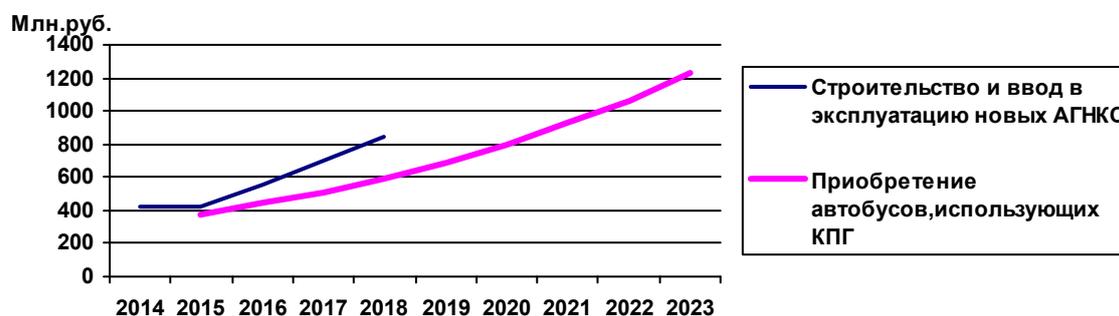
Ключевые слова: автомобильные газовые наполнительные компрессорные станции (АГНКС), автомобильный транспорт, теории и системы массового обслуживания (ТМО и СМО), динамическое программирование.

On the basis of the Order of the Government of the Russian Federation, a program for a broad use of natural gas fuel for road transport to 2020 was adopted. One of the essential components is the development and creation of effective system of automobile gas-filling compressor stations (AGFCS) that would fill up such road transport with compressed natural gas (CNG). Obviously, the development of the CNG market is only possible with a comprehensive and system approach presented in this paper. On the basis of the original data and the attraction of the mathematical apparatus of queueing systems and queueing theory (QS and QT) the rational solutions to the practical problems are shown on the example of the gas bus fleet in St. Petersburg. This allows to optimize the network of CNG stations in the metropolis in their number and production capacity, which will meet the needs of the main consumers of CNG. The article proposes future development of the method for justification of the geographical location of the system of CNG filling stations on the territory of St. Petersburg.

Keywords: automobile gas filling compressor station (AGFCS), queueing theory and queueing systems (QT and QS), dynamic programming.

Страна уверенно движется в сторону более активного использования компримированного природного газа (КПГ), который является доступным и эффективным альтернативным видом моторного топлива и его применение на автомобильном транспорте сокращает эксплуатационные затраты, а также способствует снижению выбросов вредных веществ в окружающую среду.

Распоряжением Правительства РФ от 13.05.2013 № 767-р предусмотрено к 2020 году довести уровень использования КПГ на общественном автомобильном транспорте и транспорте дорожно-коммунальных служб в городах с численностью населения более 1 млн. человек до 50 % от их общего количества. В связи с этим Правительством Санкт-Петербурга принята Программа внедрения газомоторного топлива а автотранспортном комплексе города на 2014–2023 гг. [1]. Для ее реализации выделяются 30 344,8 млн рублей; из них на приобретение автобусов использующих КПГ – 6 627,7 млн. рублей, на строительство и ввод в эксплуатацию новых АГНКС 3 640,0 млн. рублей (за период 2014–2023 гг.) (рисунок).



Выделение средств на строительство АГНКС и приобретение автобусов на КПГ

Очевидно, что развитие рынка КПГ возможно лишь за счет комплексного и системного подходов к этому вопросу.

В настоящее время наземный городской пассажирский транспорт Санкт-Петербурга представлен 783 действующими городскими и пригородными маршрутами. Они об-

служиваются 17 предприятиями, среди которых наиболее мощным является ГУП СПб «Пассажиравтотранс» и к 2020 г. объем этих перевозок должен возрасти на 15 % [2]. Кроме этого, на территории города активно функционируют 7 предприятий «Спецтранса», выполняющих услуги по вывозу твердых бытовых отходов. Суммарная численность автомобильного парка, работающего на ГМТ, указанных предприятий в настоящее время незначительна и составляет около 100 машин. Однако в ближайшие годы этот показатель увеличится многократно.

Специфика работы этого транспорта подчиняется и регламентируется установленным режимом (расписанием) и протекает, как правило, в период времени суток с 6:00 до 24:00 часов. Следовательно, заправка таких машин может выполняться только в ограниченное и ночное время в пределах нескольких, чаще всего 4–5 часов. Данное обстоятельство создает и подвигает к решению сложную практическую задачу: где, чем и как за столь короткое время обеспечить заправку значительного числа топливеемких машин?

Решение искомой задачи можно разложить на три составляющие:

- первая заключается в определении необходимого числа и производственных возможностей АГНКС;
- вторая состоит в обосновании географии их размещения, сообразуясь дислокацией основных потребителей КПП;
- третья должна оценить технико-экономический эффект от реализации первых двух.

Рассмотрим возможность решения первой составляющей данной задачи. Особенность функционирования системы АГНКС определяется следующими изменяющимися в пространстве и времени параметрами: величиной входящего потока требований; числом обслуживающих каналов (постов); интенсивностью обслуживания; пропускной способностью; временем нахождения в очереди; вероятностью отказа в обслуживании. Подобные системы относятся к системам массового обслуживания (СМО).

В этой связи представляется интересным рассмотреть задачу наиболее рациональной организации заправки газомоторного автобусного парка Санкт-Петербурга с точки зрения минимизация неоправданных временных и материальных издержек. При решении данной задачи не может использоваться классическое вариационное исчисление, а приемлемы методы теории массового обслуживания (ТМО), линейного и нелинейного динамического программирования и, так называемого, метода «Монте-Карло» [3; 4; 5].

В качестве иллюстрации к решению этой задачи рассмотрим два примера.

Пример 1. Число автобусов, требующих заправки в течении 4-х часов равно $N = 50$. Имеется одна АГНКС с двумя постами заправки ($n = 2$), продолжительность заправки автобуса составляет 0,2 часа ($t_3 = 0,2$ часа), интенсивность потока требований на АГНКС равна $\omega = 4$ требов./час, длина очереди при заправке не должна превышать 2-х автобусов ($m = 2$). Следует определить пропускную способность данной АГНКС и эффективность ее работы.

Решение: Интенсивность заправки автобусов на АГНКС будет равна:

$$\mu = \frac{1}{t_3} = \frac{1}{0,2} = 5. \quad (1)$$

Тогда приведенная плотность потока требований на заправку составит:

$$\rho = \frac{\omega}{\mu} = \frac{4}{5} = 0,8. \quad (2)$$

А вероятность того, что АГНКС будет свободна определится как:

$$P_0 = \frac{1 - \rho}{1 - \rho^{m+2}} = \frac{1 - 0,8}{1 - 0,8^4} = 0,339. \quad (3)$$

И вероятность возникновения очереди на заправку составит:

$$П = \rho^2 \times P_0 = 0,8^2 \times 0,339 = 0,217. \quad (4)$$

В тоже время, вероятность отказа в заправке будет равна:

$$P_{отк} = \frac{\rho^{m+1} \times (1 - \rho)}{1 - \rho^{m+2}} = \frac{0,8^3 \times (1 - 0,8)}{1 - 0,8^4} = 0,173. \quad (5)$$

Тогда относительная пропускная способность АГНКС составит:

$$q = 1 - P_{отк} = 1 - 0,173 = 0,827, \quad (6)$$

а абсолютная пропускная способность будет равна (треб./час):

$$A = \omega \times q = 4 \times 0,827 = 3,31. \quad (7)$$

Среднее число требований машин, находящихся в очереди определяется по зависимости:

$$\begin{aligned} N_{проб} &= \frac{\rho^2 [1 - \rho^m (m + 1 - m\rho)]}{(1 - \rho^4)(1 - \rho)} = \\ &= \frac{0,8^2 [1 - 0,8^2 (2 + 1 - 2 \times 0,8)]}{(1 - 0,8^4)(1 - 0,8)} = 0,564, \end{aligned} \quad (8)$$

а среднее время ожидания в очереди составит (мин.):

$$t_o = \frac{Nm}{\omega} = \frac{0,564}{2} = 18. \quad (9)$$

Таким образом, более половины автобусов за отведенное для них время заправки, будет еще находиться в очереди и это исключит их выход на линию для выполнения пассажирских перевозок, что недопустимо.

Пример 2. Следует определить эффективность работы двух АГНКС при четырех постах заправки ($n = 4$), и тех же исходных данных. При данной многоканальной СМО ее пропускная способность составит:

$$q = 1 - \frac{\rho^n}{n!} \times P_0, \quad (10)$$

где P_0 – вероятность того, что все посты заправки будут свободны

$$P_0 = \frac{1}{1 + \sum_{k=1}^n \frac{\rho^k}{k!}} = \frac{1}{1 + \sum_{k=1}^4 \frac{0,8^k}{k!}} = 0,147. \quad (11)$$

Тогда относительная пропускная способность АГНКС составит:

$$q = 1 - \frac{\rho^n}{n!} \times P_0 = 1 - \frac{0,8^4}{4!} \times 0,147 = 0,997. \quad (12)$$

Вероятность отказа в заправке автобуса будет равна:

$$P_{отк} = \frac{\rho^n}{n!} \times P_0 = \frac{0,8^4}{4!} \times 0,147 = 0,003. \quad (13)$$

А время ожидания очередного автомобиля в очереди для заправки составит:

$$t_{ож} = \frac{P_{отк}}{\mu(n - \rho)} = \frac{0,003}{5(4 - 0,8)} \approx 1 \text{ мин.} \quad (14)$$

Сопоставляя результаты вычислений по выражениям (6 и 12), (5 и 13) и (9 и 14), можно сделать вывод, что введение многоканальной и, тем более, разветвленной сети АГНКС для заправок газомоторных машин Санкт-Петербурга является весьма перспективной и эффективной задачей. Учитывая тенденцию увеличения такого парка газомоторных автомобилей в десятки раз и применяя математический аппарат ТМО и СМО, можно найти наиболее рациональное решение по оптимизации системы АГНКС Санкт-Петербурга.

Обоснование географии размещения АГНКС относительно дислокации основных потребителей КПП является отдельной задачей, решение которой будет предложено в очередной публикации.

определить причины изменений токсичных компонентов в выбросе отработавших газов. Поэтому для исследования влияния параметров процесса сгорания на токсичность отработавших газов двигателя необходимо оценить изменения токсичности их на конкретных режимах работы двигателя [1].

Оценка осуществлялась на основании снятия скоростных, нагрузочных и регулировочных характеристик двигателя. Затем на основании испытаний была составлена общая характеристика токсичности двигателя [2].

Концентрация токсичных веществ в ОГ оценивалась по их объемному содержанию (в % или частицах на миллион – ЧНМ), а также по выбросам токсичных веществ на единицу мощности в час (в г/л.с * час) (рис. 1, 2) [3].

Степень загрязнения атмосферы токсичными выбросами зависит не только от их концентрации в отработавших газах, но также от интенсивности их выхода из выхлопных труб систем выпуска автомобиля.

Следовательно, для предупреждения мер вредного воздействия отработавших газов на окружающую среду необходимо знать и учитывать влияние режимов работы двигателей на часовой и удельный выбросы токсичных веществ.

Часовой выброс выражается в кг/час. Удельный выброс выражается в г/л.с. – час.

Количество и состав отработавших газов непрерывно изменяется в зависимости от режимов работы двигателя. Например, концентрация СО при работе двигателя на холостом ходу является значительной, но общее количество выделяемых с отработавшими газами невелико.

И наоборот, при работе двигателя с полной нагрузкой концентрация СО незначительна, но ее суммарное количество в несколько раз превышает выброс данного количества при холостом ходе [4].

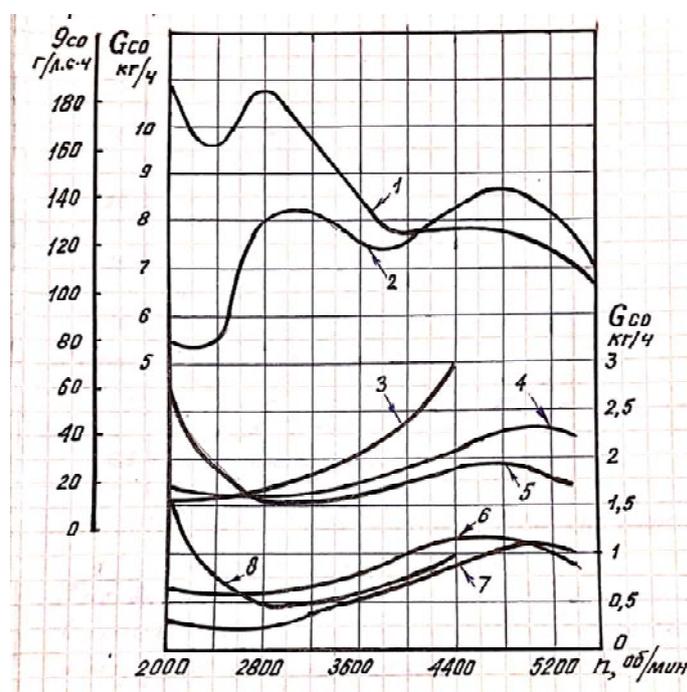


Рис. 1 Зависимость часового и удельного выбросов СО от частоты вращения коленвала и нагрузки на двигатель:

- 1 – удельный и 2 – часовой выброс при максимальной нагрузке двигателя;
- 3, 4, 5 – удельные выбросы СО соответственно при нагрузках 25, 50, 75 %;
- 6, 7, 8 – часовые выбросы СО соответственно при нагрузках 75, 50 и 25 %

Таким образом, количество токсичных веществ, выбрасываемых поршневым двигателем в атмосферу, зависит не только от концентрации этих компонентов, но и от количества отработавших газов, которое, в свою очередь, зависит от частоты вращения коленвала двигателя и его нагрузки [4].

Экспериментально было доказано, что влияние нагрузки велико в бензиновый двигатель и незначительно в дизельных двигателях. В зависимости от нагрузки, коэффициент наполнения цилиндров в бензиновом двигателе меняется примерно в соотношении 1:10 [4]. В дизельных двигателях наполнение цилиндров воздухом, при постоянной частоте вращения коленвала, практически не зависит от нагрузки. При этом масса впрыскиваемого топлива изменяется в пределах от 0,5 до 5,0 % массы воздуха.

Массу любого токсичного компонента, выделяемого в единицу времени (кг/час), можно вычислить теоретически, зная объемную концентрацию данного компонента в отработавших газах [4].

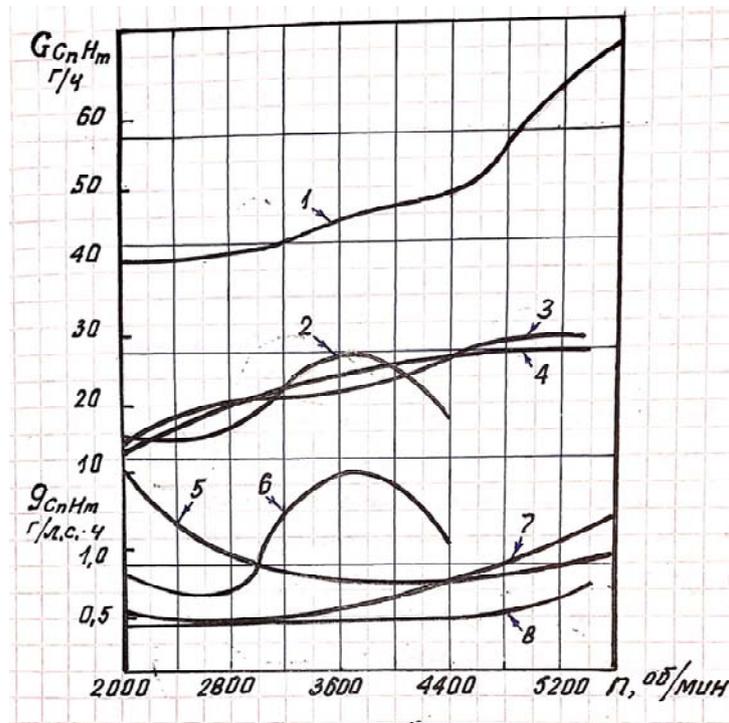


Рис. 2. Зависимость часового и удельного выбросов CnHn от частоты вращения коленвала и нагрузки на двигатель:
 1 – Часовой и 5 – удельный выброс CnHn при максимальной нагрузке двигателя;
 2, 3, 4 – часовые выбросы CnHn соответственно при нагрузках 25, 50 и 70 %;
 6, 7, 8 – удельные выбросы CnHn соответственно при нагрузках 25, 50 и 75 %

Весовое содержание i -того компонента, определяемое на основании данных о его концентрации, выражается уравнением [2].

$$G_i = G_s \frac{\gamma_i}{\gamma_r} G_s, \text{ кг/час,}$$

где $G_s = G_{\text{гозо}} + G_r$, кг/час – количество отработавших газов, выделяемых в единицу времени; G_i – концентрация i -того компонента в отработавших газах, % по объему; γ_i – плотность i -того компонента, кг/м³; γ_r – плотность отработавших газов, кг/м³

Часовой расход воздуха $G_{возд}$ двигателем можно измерить с помощью расходомера или, зная коэффициент избытка воздуха α и стехиометрическую постоянную топлива l_0 , определить на основании зависимости.

$$G_s = \alpha \cdot l_0 \cdot G_r, \text{ кг/час}$$

где G_r – часовой расход топлива.

Удельная массовая интенсивность выхода i -того компонента определяется на основании зависимости.

$$g_i = \frac{G_i}{N_e}, \text{ г/л.с.} \cdot \text{час},$$

где N_e – коэффициент мощности двигателя при данных условиях изменений, л. с.

Вывод. Анализ и оценку токсичности поршневых ДВС можно проводить не только экспериментально, но и теоретически, используя вышеуказанную методику.

Литература

1. Бондаренко Е. В. Оценка экологической опасности автомобиля, работающего на разных видах топлива / Е. В. Бондаренко, М. В. Коротков // Автомобильная промышленность. – 2004. – № 4 – С. 29–30.
2. Звонов В. А. Токсичность двигателей внутреннего сгорания / В. А. Звонов. – М.: Машиностроение, 2003. – 200 с.
3. Варшавский И. Л. Токсичная характеристика автомобиля / И. Л. Варшавский и др. // Автомобильная промышленность. – 1976. – № 6. – С. 1–3.
4. Стефановский Б. С. Испытания двигателей внутреннего сгорания / Б. С. Стефановский, Е. А. Скобцов, Е. К. Корси. – М.: Машиностроение, 2002. – 367 с.

УДК 656.052

Татьяна Анатольевна Мешечко, старший преподаватель
(Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет)
E-mail: meshechko@list.ru

Tatyana Anatolyevna Meshechko,
Senior Lecturer
(Saint Petersburg State University of Architecture and Civil Engineering)
E-mail: meshechko@list.ru

АНАЛИЗ СИСТЕМЫ ПОДГОТОВКИ ВОДИТЕЛЕЙ АВТОТРАНСПОРТНЫХ СРЕДСТВ

ANALYSIS OF THE SYSTEM OF TRAINING OF MOTOR VEHICLE DRIVERS

В статье произведен анализ недостатков системы подготовки водителей автотранспортных средств. Выявлено отсутствие специального органа, который бы осуществлял обучающее и методическое сопровождение подготовки водителей автотранспортных средств, контроль данного процесса, регистрацию числа и причин дорожно-транспортных происшествий, производил бы аналитическую и организационную работу в области обеспечения безопасности дорожного движения, а также отсутствие организованного и системного процесса подготовки преподавательского состава автомобильных школ. Указаны обстоятельства, препятствующие качественному обучению водителей при современном состоянии системы их подготовки. Определены три основных направления совершенствования данной системы: научное, законодательное и субъективное.

Ключевые слова: безопасность дорожного движения, профессиональная подготовка, дополнительное профессиональное образование, подготовка водителей автотранспортных средств, автошкола.

The article analyzes the shortcomings of the system of training of drivers of motor vehicles. The author shows the absence of a body that would implement educational and methodical accompanied training of drivers of

motor vehicles, control of the process, the registration of number and causes of traffic accidents, would produce analytical and organizational work in the field of road safety, as well as the lack of an organized and systematic process of preparation of the teaching staff of automotive schools. Specify the circumstances affecting quality driver training at the present state of their training. Three main directions of improvement of the system: scientific, legal and subjective, are identified.

Keywords: road safety, training, continuing professional education, training of drivers of motor vehicles, driving school.

При системном подходе анализ недостатков в области подготовки водителей автотранспортных средств (АТС) следует выполнить на трех уровнях – федеральном, региональном и муниципальном.

По масштабам профессионального обучения подготовка водителей АТС, среди прочих, не имеет себе равных, что подтверждается тем обстоятельством, что ежегодно около 2,5 млн. человек получают водительские удостоверения.

На сегодняшний день программы по подготовке водителей в России реализуют 6021 образовательное учреждение (таблица [1]).

Образовательные учреждения по подготовке водителей

Всего учреждений и организаций различной формы собственности	6021
Из них:	
государственные образовательные учреждения	1841
негосударственные образовательные учреждения	2196
общественные организации	989
образовательные подразделения коммерческих организаций	995

Всего в стране насчитывается более 40 млн водителей. Таким образом, как в абсолютном, так и в удельном отношении в ряду других профессий мы имеем беспрецедентное соотношение и приоритет в пользу водительского состава. Кроме существующих социально-экономических задач, которые выполняет автомобильный транспорт, человек, находящийся за рулем машины, отвечает за ее безопасную работу. В неумелых или в безответственных руках, автомобиль из средства блага превращается в опасное оружие. Ярким примером этого является печальная статистика, утверждающая, что до 85 % всех ДТП происходит по вине водителей. Проблемы безопасности дорожного движения сегодня признаны важнейшими, поскольку обстановка на российских дорогах остается напряженной, требующей особого внимания и активизации действий. В прошедшем году на наших дорогах произошло более 200 тыс. ДТП, из которых почти 180 тыс. – по вине водителей. Автомобилисты со стажем до трех лет спровоцировали 28 тыс. из них. Доля таких водителей в общем числе виновников ДТП на протяжении нескольких лет составляла 17 %. Однако за последующие три года количество дорожно-транспортных происшествий с участием водителей со стажем управления транспортным средством до 3 лет возросло на 11 % [2]. В перспективе прослеживается устойчивая тенденция роста автомобильного парка страны, а значит – и проблемы обеспечения его безопасной эксплуатации. Решение этой задачи во многом зависит от качества подготовки водителей АТС. Данная проблема выходит на уровень национального масштаба и требует тщательной проработки.

Внимательное осмысление действующей практики подготовки водителей показывает, что в этой системе любой ее частный вопрос до сих пор не имеет законченного решения. Идет ли речь о содержании и статусе используемых программ подготовки, о методическом, информационном или лабораторном обеспечении или об оценке эффективности учебного процесса, квалификации руководителей автошкол и преподавателей или требованиях к любому другому функциональному блоку системы подготовки, включая требования к разработчикам образовательных программ и подсистемам их обеспечения, к экзаменаторам – сотрудникам ГИБДД и т. д.

Результат действия системных недостатков в подготовке водителей также известен – это долгие годы сохраняющаяся солидная доля их влияния на стабильно высокий и даже прирастающий процент ДТП, совершаемых по вине водителей [3].

В общем виде причины недостаточной подготовки водителей АТС, а следовательно, и основные пути совершенствования данной системы, можно рассмотреть в трех направлениях – научном, законодательном и субъективном (рисунок).



Следует отметить поразительное обстоятельство – в стране в структурах Министерства образования и науки и МВД (ГИБДД) нет специального органа, который бы осуществлял обучающее и методическое сопровождение подготовки водителей АТС, контроль этого процесса, регистрацию числа и причин ДТП, производил бы аналитическую и организационную работу, имел бы свой вещательный источник в СМИ, широко пропагандировал опыт безопасной работы автомобильного транспорта в стране и за рубежом, проводил соответствующие конференции и семинары, участвовал в законотворческом процессе и т. д. Такой орган отсутствует по всей вертикали данных структур, начиная с их верхней иерархии и кончая низовым звеном. Такое положение дел весьма негативно влияет на качество подготовки водителей АТС, ибо образно говоря, на «верхних этажах» отсутствует не только прямая, но и обратная связь с «нижними».

Именно государство должно в первую очередь заинтересовано в срочном создании такого органа, который бы наиболее полно сконцентрировал в себе стратегию подготовки водителей АТС. Этот орган должен иметь не только властные функции, но и нести персональную ответственность за положение дел в обучении водительского состава.

В настоящее время их обучение самого многочисленного «человеческого фактора» – водителей АТС, как организованный и системный процесс – отсутствует. Это положение обусловлено следующими обстоятельствами:

1. Многие автошколы погрязли в коррупционных связях, когда услуги обучения оказываются по демпинговым ценам и ни при каких условиях не могут обеспечить достижения необходимого качества и остаются безнаказанными, а сдача экзаменов зависит от теневого вклада в виде установленной таксы.

2. Смена социальных ориентиров вызвала ощущение безнаказанности и вседозволенности, потери ответственности и пренебрежение к правовым и морально-

нравственным нормам общества и большинство дорожно-транспортных происшествий происходит из-за сознательного невыполнения водителями требований ПДД.

3. Отсутствуют методики определения профессиональной пригодности преподавательского состава автошкол в виде его предварительного тестирования при поступлении на соответствующие курсы обучения. Опыт показывает, что до 70% данных абитуриентов, претендующих на эту роль, имеют существенные провалы в знании ПДД, затруднения в логике мышления и изложения учебного материала, склонность к агрессивному стилю и риску вождения, к невозддержанности и диктату, не обладают необходимой психологической готовностью к процессу обучения и т.д. Данные абитуриенты поступают на обучение без предъявления справки из органов МВД о возможных нарушениях им ПДД или общественного порядка. Образно говоря, их берут на обучение как «кота в мешке», не ведая, что представляет собой потенциальный педагог и как он станет обучать будущего водителя, несущего на себе всю меру ответственности за безопасность на дороге.

Думается, что такая система подбора будущего преподавательского состава автошкол несовершенна и уязвима во многих аспектах, а значит, требует своей законодательной корректировки.

4. Многие автошколы ведут занятия по старинке, по годами «накатанному» пути, обучая известным приемам управления автомобилем. Не снимая важности данного обучения, следует помнить, что одна из главнейших задач подготовки будущего водителя, которую взяли на «вооружение» наши западные коллеги – это научить его:

- предвидеть развитие сложной дорожно-транспортной ситуации;
- оперативно и правильно действовать при этом;
- тем самым предотвратить возникновение ДТП.

5. Как показывает практика, в большинстве автошкол изучение ПДД проводится формально и сводится к натаскиванию на успешную сдачу экзаменов, хотя главная цель обучения заключается не в этом, а в надежном управлении машиной. Работа с картами ПДД напоминает игру «угадайку» на выбор правильного ответа, но не на осознанный анализ отображенной на них ситуации и выбор правильных действий.

6. В процессе обучения целесообразно тестировать и корректировать психологические особенности каждого ученика, так как поведение на дороге зависит от физического и психического состояний водителя, а также от действий других участников дорожного движения. Психическое состояние зависит от многих факторов, но в основе его лежат такие базовые психологические характеристики как темперамент и характер [4].

7. Прослеживая методику обучения в автошколах, можно отметить, что предпочтения в ней отдается рациональности. В результате этого в учебной группе начинает преобладать отрицательная мотивация «избегание неудач» при управлении АТС, вместо положительной мотивации – «ощущение успеха». Следует также внимательно изучить опыт внедрения двухуровневой системы подготовки водителей в ряде зарубежных стран (первый – кандидат в водители, второй – водитель).

8. Значительный пробел в системе подготовки будущих водителей имеется в учебно-методической работе автошкол, которая как показывает опыт, находится на низком уровне или практически отсутствует. Не просматриваются коллективные и индивидуальные формы учебно-методической работы в виде проведения открытых и показных занятий, использования технических средств обучения, разработки инструктивных карт и методических указаний, не практикуется взаимное посещение занятий, не отдается должное внимание и кураторству начинающих преподавателей. Все это, безусловно, отрицательно влияет на общий профессиональный кругозор преподавательского состава (существует даже такой термин, как «преподаватели и мастера по вызову»). Как следствие это снижает качество подготовки будущих водителей.

Таким образом, построение эффективной системы подготовки водителей носит комплексный, взаимосвязанный характер. В его основу должны быть положены принципы, успешно реализованные в странах, добившихся заметных успехов в обеспечении БДД.

Литература

1. Шутылева Т. В. Актуальные вопросы реформирования системы подготовки водителей транспортных средств / Т. В. Шутылева. – Межрегиональная ассоциация автошкол: официальный сайт – URL: http://www.maash.ru/index.php?option=com_content&view=article&id=495&Itemid=134 (дата обращения: 19.03.2015).
2. Сведения о состоянии безопасности дорожного движения. – Госавтоинспекция МВД России: официальный сайт. – URL: <http://www.gibdd.ru/stat/> (дата обращения: 19.03.2015).
3. Кравченко П. А. О качестве подготовки водителей транспортных средств / П. А. Кравченко // Доклады 10-й международной научно-практической конференции «Организация и безопасность дорожного движения в крупных городах. Инновации: ресурс и возможности» – URL: www.adf.spbgasu.ru/ConferenceFCSP2 (дата обращения: 19.03.2015).
4. Сальников А. А. Системный подход к организации и управлению профессиональной подготовкой водителей ТС как основе обеспечения ее качества / А. А. Сальников // Материалы 68 НК. – СПб: Изд-во СПбГАСУ, 2011. – С. 210–214.

УДК 629.113.083

Николай Иванович Подольский, канд. техн. наук,
доцент
(Санкт-Петербургский государственный
Архитектурно-строительный университет)
E-mail: nikolay-podolskiy@yandex.ru

Nikolay Ivanovich Podolsky, Phd of Tech. Sci.,
Associate Professor
(Saint Petersburg State University of Architecture and
Civil Engineering)
E-mail: nikolay-podolskiy@yandex.ru

МЕТОД ПОВЫШЕНИЯ ПРОПУСКНОЙ СПОСОБНОСТИ ПОСТОВ ТО И РЕМОНТА АВТОМОБИЛЕЙ НА СТО

METHOD OF INCREASING THE CAPACITY OF SERVICE STATIONS AND MOTOR VEHICLES REPAIR ON MAINTENANCE STATIONS

Рассмотрены условия применения и требования к предприятиям автомобильного транспорта по внедрению многоуровневого метода ТО и ремонта АТС. Приведены примеры разработанной технологической карты на выполнение контрольно-осмотровых (диагностических) и регламентных работ по талону в сервисной книжке автомобиля *Lada PRIORA* и карты-схемы расстановки двух исполнителей выполнения этих работ. Применение многоуровневого метода ТО и ремонта АТС позволит обеспечить более полную загрузку поста, увеличить его пропускную способность и тем самым увеличить прибыль, получаемую предприятием.

Ключевые слова: автомобиль, многоуровневый метод, техническое обслуживание, ремонт, трудоемкость.

The application conditions and requirements for motor vehicle enterprises are described to introduce the multilevel method of motor vehicles maintenance and repair. The developed flow-chart to perform diagnostic works and scheduled maintenance according to the technical inspection certificate of the car *Lada PRIORA* as well as the layout of the two performers of these works are presented. Multilevel method of motor vehicles maintenance and repair will ensure a better service station loading and capacity increase which thereby will increase profits of the enterprise.

Keywords: car, multi-level method, maintenance, repair, labour coefficient.

В работе [1] рассмотрен **многоуровневый метода (МУМ) ТО и ремонта автомобилей**, приведена схема (рис. 1) организации диагностирования ТО и Р АТС на СТО при наличии МУМ. При этом методе относительно АТС установленного на рабочем посту должно одновременно выполняться **максимально возможное количество технических воздействий двумя и более автослесарями разных или одной специальности, одной**

или разной квалификации, а также даны рекомендации к производственно-технической базе предприятия, исполнителям и основам организации.

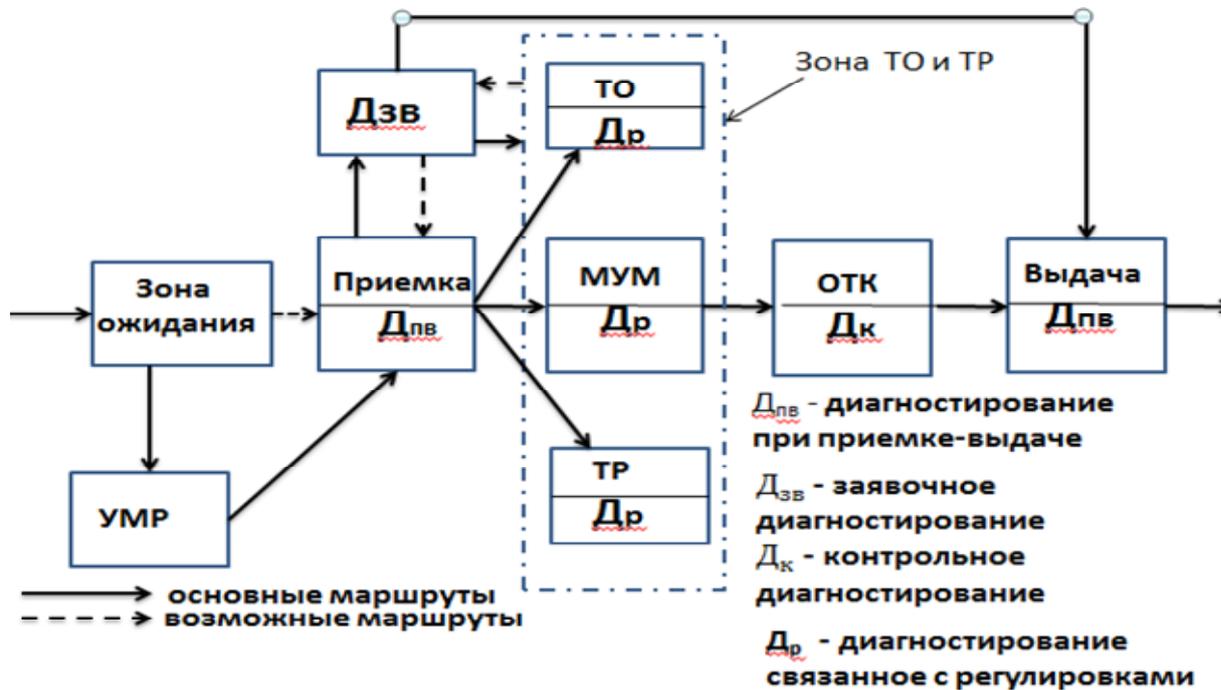


Рис. 1. Схема организации ТО и ТР на СТО с применением диагностирования и МУМ

Отмечается, что одним из главных условий внедрения МУМ на СТО является наличие технологических карт и разработанных на их основе карт-схем расстановки исполнителей. Если на АТС, которые предусматривается обслуживать по методу МУМ, имеются работы связанные с их выполнением на специализированных постах (например проверка эффективности тормозных систем, установка углов управляемых колес) то они должны выполняться до и (или) после выполнения всех работ по ТО и Р с использованием метода МУМ. Такие виды работ в карты – схемы исполнителей не включаются, но при достаточном обосновании возможно составление карт-схем расстановки исполнителей по выполнению работ на специализированных постах.

Теоретическая реализация этого требования была проверена путем разработки технологических карт по выполнению комплексных работ по всем талонам сервисных книжек *Lada GRANTA*, *Lada PRIORA*, *Lada KALINA* и на их основе карт-схем расстановки исполнителей.

В табл. 1, в качестве примера, приведен фрагмент разработанной технологической карты на выполнение контрольно-осмотровых (диагностических) и регламентных работ по талону № 1 сервисной книжке автомобиля *Lada PRIORA* [2], а в табл. 2 на основе этой технологической карты, карта-схема расстановки исполнителей.

Разряд работы каждой операции устанавливался в соответствии с [3]. Разряд исполнителя в карте-схеме расстановки исполнителей определен из условия, что квалификация исполнителей должна быть не ниже характеристике работ соответствующего разряда выполняемых исполнителем.

В табл.1, в графе 1(номер операции), дополнительно к номеру операции приведен номер позиции (например – 00354) [4], по которой принималась трудоемкость.

Суммарная трудоемкость для выполнения работ по талону № 1 принятая для выполнения каждой операции оказалась выше установленной по номеру позиции 00701 [4] на 1,57 часа. Причину этого при необходимости можно рассмотреть дополнительно. Например, работы по проверке и установке углов управляемых колес могут выполняться на

специализированном посту, и в этом случае общая трудоемкость уменьшится и необходимо будет перераспределить оставшиеся работы между исполнителями. Значения трудоемкостей работ исполнителей не должны превышать 5 ± 10 %.

Таблица 1

Технологическая карта на выполнение контрольно-осмотровых (диагностических) и регламентных работ по талону № 1 сервисной книжке автомобиля LADA PRIORA (фрагмент)

№ операции	Наименование работ (операций)	Место выполнения работы / разряд работы исполнителя	Количество точек обслуживания	Оборудование, инструмент	Трудоемкость, чел.ч	Технические условия и указания
1	2	3	4	5	6	7
00701 1	Автомобиль - Талон №1 1. Контрольно-осмотровые (диагностические) работы Проверить, обнаруженные неисправности устранить;					Работы выполняются через 2000 ±3000 км
1.2 00354	1.2 Герметичность и состояние шлангов, трубок и соединений систем: а) охлаждения;..... б) питания;.....	Под капотом /2 Снизу /2		Отвертка Подъемник	0,02 0,03	Карта № 1 Карта № 2
2	2. Регламентные работы					
2.4 00567	2.4 Отрегулировать направление световых пучков фар.	Спереди/3 Под капотом/3	2	Прибор контроля света фар ОПК. Ключ-шестигранник -6 мм Ключ гаечный -13 мм, 2 шт.	0.20 0.10	
2.5 00554	2.5 Провести контроль и регулировку приводов управления КП	Снизу/3 В салоне/3			0,10 0,15	Карта № 9
				Всего	5.2	

Карта-схема исполнителей (табл. 2) составлена без учета работ выполняемых при движении автомобиля и на специализированном посту (в технологической карте номера операций соответственно: 1.4 –Отсутствие посторонних шумов и стуков в двигателе, узлах и агрегатах трансмиссии, узлах ходовой части, четкость переключения передач; и 1.5– а) Эффективность работы передних и задних тормозов).

На рис. 2 приведен фрагмент возможного варианта иллюстрированных карт [5] по выполнению соответствующих операций представленных в технологической карте (см. табл. 1). Использование иллюстрированных карт позволит более качественно осуществлять выполнение технологических операций.

Использование многоуровневого метода позволит уменьшить время простоя автомобиля при выполнении работ по ТО и Р, обеспечить более полную загрузку поста, увеличить его пропускную способность и тем самым увеличить прибыль получаемую предприятием.

Для предприятий выполняющих ТО и ремонт грузовых автомобилей и автобусов внедрение метода МУМ позволит использовать одновременно большее количество исполнителей, так как трудоемкости ТО и ремонта этих типов транспортных средств больше чем у легковых автомобилей и следовательно получить более значительный экономический эффект.

Таблица 2

Карта-схема расстановки исполнителей на посту выполнения регламентных работ по сервисной книжке автомобиля LADA PRIORA при пробеге от 2000÷3000 км.

№ операции	Наименование работ (операций)	Место выполнения работы / разряд работы исполнителя	Количество точек обслуживания	Оборудование, инструмент	Трудоемкость, чел.ч	Технические условия и указания
1	2	3	4	5	6	7
00701 1	Автомобиль - Талон №1 1. Контрольно-осмотровые (диагностические) работы Проверить, обнаруженные неисправности устранить;					Работы выполняются через 2000÷3000 км
1.2 00354	1.2 Герметичность и состояние шлангов, трубок и соединений систем: а) охлаждения;..... б) питания;.....	Под капотом /2 Снизу /2		Отвертка Подъемник	0,02 0,03	Карта № 1 Карта № 2
2	2. Регламентные работы					
2.4 00567	2.4 Отрегулировать направление световых пучков фар.	Спереди/3 Под капотом/3	2	Прибор контроля света фар ОПК. Ключ-шестигранник -6 мм Ключ гаечный -13 мм, 2 шт	0,20 0,10	
2.5 00554	2.5 Провести контроль и регулировку приводов управления КП	Снизу/3 В салоне/3			0,10 0,15	Карта № 9
Итого					5,2	



Рис. 2. Шланги, установленные на корпусе термостата (фрагмент иллюстрированной карты №1 операции 1.2.а)

Литература

1. Подольский Н. И. Многоуровневый метод технического обслуживания и ремонта АТС / Н. И. Подольский // Доклады 70-й научной конференции профессоров, преподавателей, научных работников, инженеров и аспирантов университета: в 3 ч.; СПбГАСУ. – СПб., 2014. – Ч. II. – С. 75–79.

2. Сервисная книжка *LADA 2170* [Электронный ресурс]. – URL: http://www.commissar.ru/wp-content/uploads/2010/10/servisnaya_knijka_lada_priora.pdf (дата обращения 26.08.2013).

3. Единый тарифно-квалификационный справочник работ и профессий рабочих. Выпуск 2 [Электронный ресурс]: утв. Постановлением Минтруда РФ от 15 ноября 1999 г. № 45 (ред. от 13.11.2008). – URL: <http://profstandart.rosmintrud.ru/etks> (дата обращения 28.04.2015).

4. Автомобили *LADA PRIORA*: Трудоемкости работ (услуг) по техническому обслуживанию и ремонту / А. В. Куликов, П. Н. Христов, В. Е. Климов и др. – Тольятти: ОАО НВП «ИТЦ АВТО», 2007. – 104 с.

5. Lada Priora: Руководство по эксплуатации, техническому обслуживанию и ремонту / ред.-сост. П. А. Горлин. – М.: ООО «ИДТР», 2010. – 288 с.

УДК 629. 017

Александр Владимирович Попов, канд. техн. наук,
доцент

(Санкт-Петербургский архитектурно-строительный
университет)

E-mail: tets@spbgasu.ru

Alexander Vladimirovich Popov, PhD of Tech. Sci.,
Associate Professor

(Saint Petersburg State University of Architecture and
Civil engineering)

E-mail: tets@spbgasu.ru

ОБОСНОВАНИЕ ПЕРИОДИЧНОСТИ ЗАМЕНЫ МОТОРНЫХ МАСЕЛ ПО ПАРАМЕТРАМ СМАЗЫВАЮЩИХ СВОЙСТВ

THE RATIONALE FOR THE FREQUENCY OF REPLACEMENT OF ENGINE OILS ACCORDING TO THE PARAMETERS LUBRICATING PROPERTIES

В работе представлены результаты исследования смазывающих свойств моторных масел компании «Лукойл» SAE 10W-40 API SF/CC, минерального и синтетического.

Масла предварительно были насыщены антифризом марки Vektor A-40 до объемов, не превышающих допустимых для воды. За допустимое количество принято 0,02 % объема.

Проведено сравнение изменения смазывающих свойств минерального и синтетического масел при загрязнении до 0,02 % антифризом.

Целью исследования являлось определение эталонных и фактических свойств моторных масел по параметру момента трения.

Исследовательской установкой служит машина трения МИ-1М с парой трения ролик-ролик.

По изменению момента трения загрязненных масел по сравнению с эталонными определялся порог его срока эксплуатации.

Ключевые слова: смазывающие свойства, моторное масло, антифриз, машина трения, момент трения.

The work presents the results of a study of lubricating properties of motor oil of company Lukoil: SAE 10W-40 API SF/CC, mineral and synthetic.

Oil had previously been saturated with antifreeze of brand Vector A-40 to levels not exceeding permissible for water. The quantity of 0.02 % of volume was accepted as permissible.

The aim of research was to compare changing of oiling properties of mineral and synthetic oils in case of contamination by up to 0.02 % of antifreeze.

The aim of the study was to determine the reference and actual properties of motor oil on the friction torque.

The research unit is a friction machine MI-1 m with a pair of friction roller-roller.

The change of friction torque of contaminated oils compared with benchmark determined the threshold of their life.

Keywords: lubricating properties, motor oil, antifreeze, engine friction, frictional moment.

Оперативное управление техническим состоянием машин с применением стратегии «по техническому состоянию» создает такие условия, при которых работоспособность большинства сопряжений зависит от качественного состояния масел и смазок в узлах трения.

Отечественные и зарубежные исследователи-химмотологи установили предельные объемы воды и ее влияние на качество моторных масел и результаты их деградации на

износ сопряжений. Однако попадание антифризов в масла не устанавливают их качество и сроки замены.

Выполненные исследования на кафедре Технической эксплуатации транспортных средств позволяют приблизиться к разработке методики по корректированию норм пробега (моточасов работы) транспортных средств до замены масла в случае определения содержания в нем следов антифриза.

С этой целью было исследовано изменение момента трения на машине трения МИ-1М с применением стандартных роликовых пар двух моторных масел: компании «Лукойл»: SAE 10W-40 API SF/CC, минерального и синтетического. Масла предварительно были насыщены антифризом марки Vektor A-40 до 0,02%, сравнимым с допустимым объемом воды.

Затем было произведено тщательное перемешивание смеси при помощи мешалки в течение 120 С. После перемешивания капля охлаждающей жидкости, вступив во взаимодействие с маслом, образовала густую однородную суспензию (рис. 1).

После 60 суточного отстаивания был обнаружен стойкий осадок. Причем в синтетическом масле наблюдалось некая желеобразная взвесь, чего не наблюдалось в минеральном масле (рис. 2, 3). Затем подготовленные смеси подвергались нагреванию до 80°C.



Рис. 1. Густая эмульсия после перемешивания



Рис. 2. Синтетическое масло «Лукойл» после отстаивания



Рис. 3. Минеральное масло «Лукойл» после отстаивания

В результате нагревания пробирок с эмульсией из масла и охлаждающей жидкости было выявлено изменение цвета осадка и появление в минеральном масле темного пятна поверх осадка, что свидетельствует о разноставной структуре пакета присадок минерального и синтетического масла. А так как синтетическое масло обладает наибольшей эффективностью при больших температурных условиях, в пробирке с ним такого не наблюдается.

Моменты трения определялись при значениях механических нагрузках от 45 до 80 (кг·с·см). Схема «диск по диску», согласно ранее выполненным исследованиям, максимально соответствует реальным условиям эксплуатации узлов трения в большинстве случаев.

Анализ полученных результатов показал следующее. Минеральное свежее масло в присутствии 0,2 % антифриза незначительно изменило величину моментов трения во

всем диапазоне нагрузок в сравнении с чистым маслом, что объясняется действием противозадирной присадки (рис. 4).

Синтетическое свежее масло, загрязненное до 0,2 % антифризом, практически утрачивает работоспособность, о чем свидетельствует резкое увеличение начальных моментов трения, а также снижение несущей способности пленки (рис. 5) относительно чистого масла.

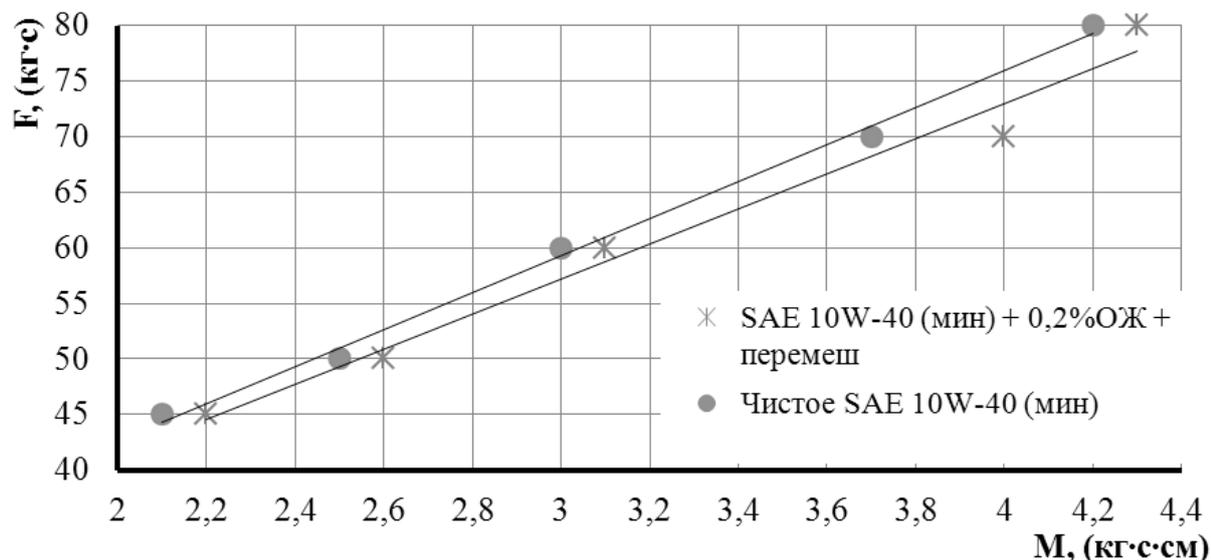


Рис. 4. Графическая зависимость изменения момента трения минерального загрязненного до 0,2 % антифризом

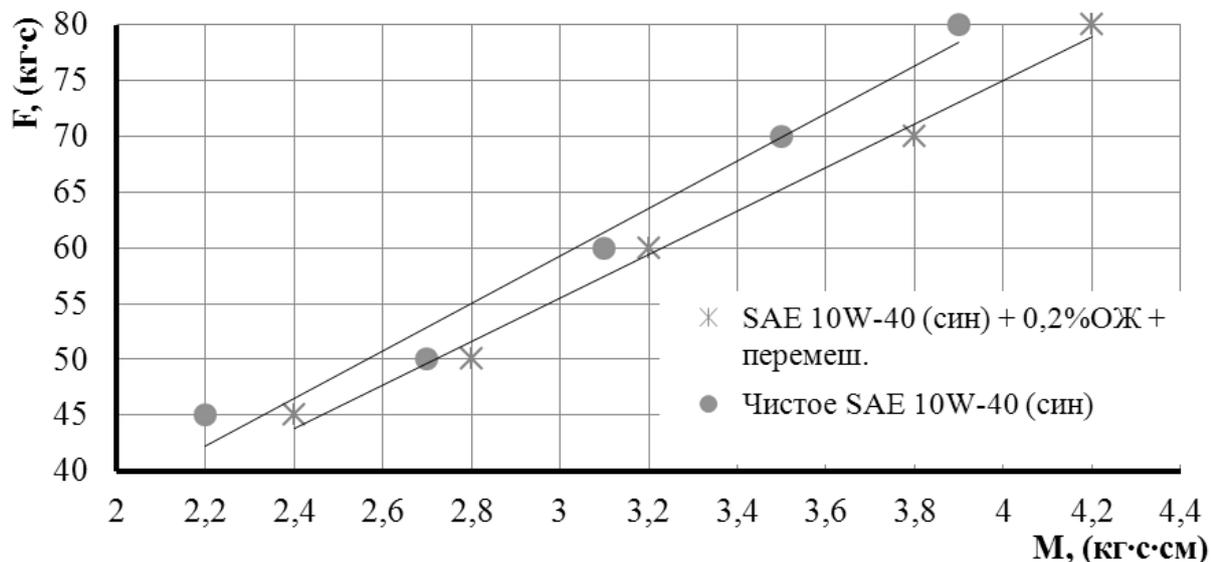


Рис. 5. Графическая зависимость изменения момента трения синтетического загрязненного до 0,2 % антифризом

При сравнительной оценке синтетического и минерального масла, загрязненного до 0,2 % антифризом, можно с уверенностью сказать, что синтетическое масло подвержено большей деструкции (рис. 6), в тоже время оно проявляет наибольшую стойкость масляной пленки за счет активности противозадирной присадки при нагрузках в 70, 80 кг·с.

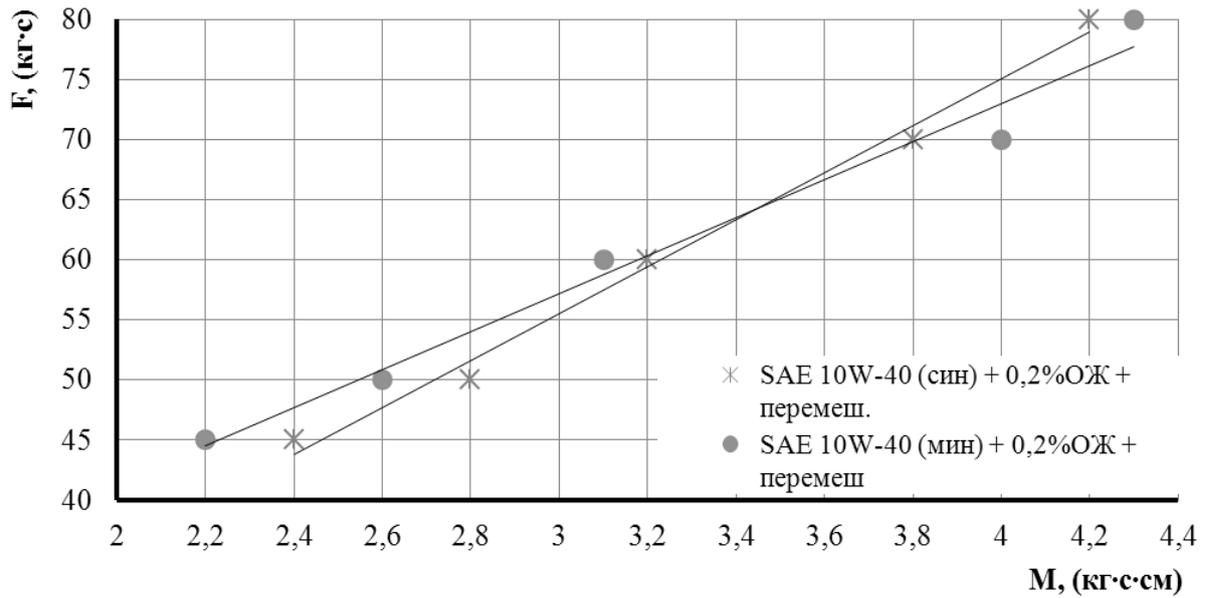


Рис. 6. Графическая зависимость изменения момента трения синтетического загрязненного до 0,2% антифризом и минерального загрязненного до 0,2% антифризом

Обобщенная графическая зависимость изменения момента трения от степени нагружения всех образцов представлена на рис. 7.

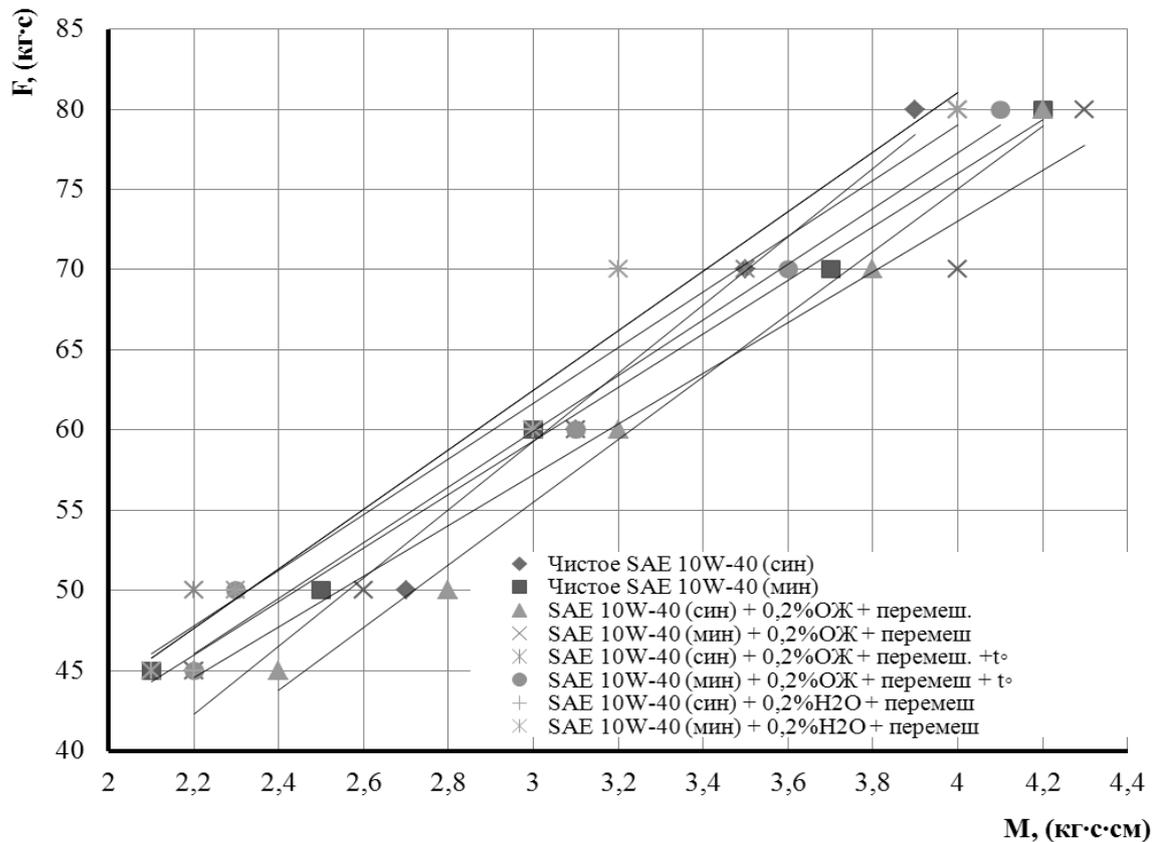


Рис. 7. Обобщенная графическая зависимость изменения момента трения от степени нагружения всех образцов загрязненных и чистых моторных масел

По результатам исследований можно сделать следующие выводы.

Утрата базовых смазочных свойств маслом при его загрязнении охлаждающей жидкостью происходит, очевидно, не только по причине гидролиза нестабильной части пакета таких присадок как противозадирной, противоизносной и диспергирующе-стабилизирующей, но и в результате непосредственного деструктивного действия масляно-водной эмульсии в зоне контакта поверхностей трения. При передаче механической нагрузки через масляную пленку с одной поверхности трения на другую в условиях смешанной и граничной смазки на площадках фактического контакта капли воды и антифриза вскипают и, таким образом, разрывают масляную пленку на отдельные фрагменты.

Смесь синтетического масла и антифриза имеет несколько меньший момент трения по сравнению с минеральным.

Установленная предельная величина загрязнения масла антифризом до 0,02 % вызывает возрастание момента трения на 1,05...1,2 %, т. е. сокращение срока замены масла на 1200...1300 км пробега транспортного средства.

Литература

1. Трение, износ и смазка (трибология и триботехника) / А. В. Чичинадзе, Э. М. Берлинер, Э. Д. Браун и др.; под общ. ред. А. В. Чичинадзе. – М.: Машиностроение, 2003. – 576 с.
2. Трение, изнашивание и смазка: справочник / под ред. И. В. Крагельского, В. В. Алисина. – М.: Машиностроение, 1978. – 400 с.; ил.
3. Archard J. F. Wear control handbook, / J. F. Archard; M. B. Peterson and W. O. Winer, ed. – New York: ASME, 1980. – P. 250.
4. Папок К. К. Химмотология топлив и смазочных масел / К. К. Папок; науч. ред. А. Б. Виппер. – М.: Воениздат, 1980. – 192 с.
5. Гурьянов Ю. А. О критериях предельного загрязнения моторного масла топливом / Ю. А. Гурьянов // Химия и технология топлив и масел. – 2007. – №1. – С. 22–26.
6. Гурьянов Ю. А. Обеспечение работоспособности смазочных масел в условиях предприятия / Ю. А. Гурьянов // Автомобильная промышленность. – 2004. – № 12. – С. 26–27.
7. Хиршиев Е. В. Обоснование выбора метода экспресс-оценки смазочных свойств моторных масел / Е. В. Хиршиев, А. В. Попов // Актуальные проблемы безопасности дорожного движения: материалы международной научно-практической конференции студентов, аспирантов, молодых ученых и докторантов. Ч. 5 – СПб., 2014. – С. 73–75.

УДК 656.138

Черняев Игорь Олегович, канд. техн. наук,
доцент
(Санкт-Петербургский государственный
архитектурно-строительный университет)
E-mail: chernyaev@rambler.ru

Igor Olegovich Chernyaev, PhD of Tech. Sci.,
Associate Professor
(Saint Petersburg State University of Architecture and
Civil Engineering)
E-mail: chernyaev@rambler.ru

СОВРЕМЕННЫЕ СПОСОБЫ АНАЛИЗА КОЛЕБАНИЙ СПРОСА НА УСЛУГИ АВТОСЕРВИСА

MODERN METHODS OF ANALYSIS OF THE DEMAND FOR A CAR SERVICE

В статье дан обзор использования сервисов статистики поисковых запросов в сети Интернет для анализа спроса на услуги автосервиса. Рассмотрена возможность использования сервисов wordstat.yandex.ru и Google Trends. Проанализирована корректность получаемой информации. Дано описание возможностей указанных сервисов. Описан подход к анализу полученной информации с помощью математического аппарата временных рядов. Для примера определены колебания спроса на услуги автосервиса в Российской Федерации и в Санкт-Петербурге. Также приведены данные о расчете соответствующих сезонных коэффициентов. Полученным статистическим данным дана наглядная графическая интерпретация.

Ключевые слова: автосервис, колебания спроса, временные ряды, интернет-поиск, Яндекс, Гугл.

The article provides an overview of service usage statistics of search queries on the Internet for the analysis of the demand for car service. The possibility of using the services wordstat.yandex.ru and Google Trends is examined. The correctness of the information received is analyzed. The description of capabilities of these services is given. The approach to the analysis of the information received with the help of the mathematical apparatus of the time series is described. The fluctuations in demand for car service in the Russian Federation in St. Petersburg are determined as example. The calculation of appropriate seasonal coefficients is also shown. The resulting statistical data are given visual graphic interpretation.

Keywords: car service, fluctuations in demand, time series, Internet search, Yandex, Google

Задача прогнозирования спроса на услуги является одной из основных для предприятий автомобильного сервиса. Знание закономерностей изменения спроса позволяет рационально осуществлять планирование производства и повышать эффективность мероприятий по обеспечению равномерности загрузки рабочих постов.

На сегодняшний день такие типовые закономерности изменения спроса, как, например, сезонные колебания, колебания по дням недели, времени рабочей смены изучены и описаны достаточно подробно [1, 2].

Традиционно для выявления данных закономерностей используются статистические данные о работе реальных станций технического обслуживания (СТО). Такой подход может обладать следующими недостатками:

- количество СТО, информация о работе которых собирается и используется для дальнейшей статистической обработки, ограничено, что в некоторых случаях не позволяет достоверно оценить реальную картину колебаний спроса;
- трудоемкость сбора информации с СТО сравнительно велика, она пропорционально увеличивается при необходимости сравнительных исследований по регионам, информация не всегда доступна;
- получаемая информация позволяет оценить спрос только по косвенным признакам (в основном – по загрузке СТО), а не напрямую (например, опрос автовладельцев).

Однако в последнее время, с учетом развития информационных технологий и сети Интернет, возможно, имеет смысл говорить о новом подходе к сбору информации для анализа колебаний спроса на услуги автосервиса. Его делают возможным различные поисковые сервисы и работающие в связке с ними сервисы анализа поисковых запросов.

Входящий поток обращений клиентов на СТО формируется случайно на основе потребности автовладельцев. Для поиска СТО (как и, в принципе, любых других услуг) в настоящее время потребителями без преувеличения в подавляющем большинстве случаев используются так называемые «интернет-поисковики».

Наиболее популярными «интернет-поисковиками» на российском рынке являются Яндекс и Google. По различным оценкам на их долю приходится примерно 60 % и 32 % всех российских поисковых запросов соответственно [3].

Помимо непосредственно сервисов поиска, Яндекс и Google предоставляют возможность бесплатного использования сервисов анализа статистики поисковых запросов – wordstat.yandex.ru и Google Trends. Они обладают схожей функциональностью и позволяют получать статистику по количеству поисковых запросов за предыдущие годы, сгруппированную в различные выборки:

- по регионам РФ (детализация по субъектам РФ) и странам мира (укрупненная детализация);
- по словам поисковых запросов;
- по временным поисковым запросам (детализация «по году», «по месяцу», «по неделе»).

Примеры рабочих интерфейсов указанных сервисов приведены на рис. 1.

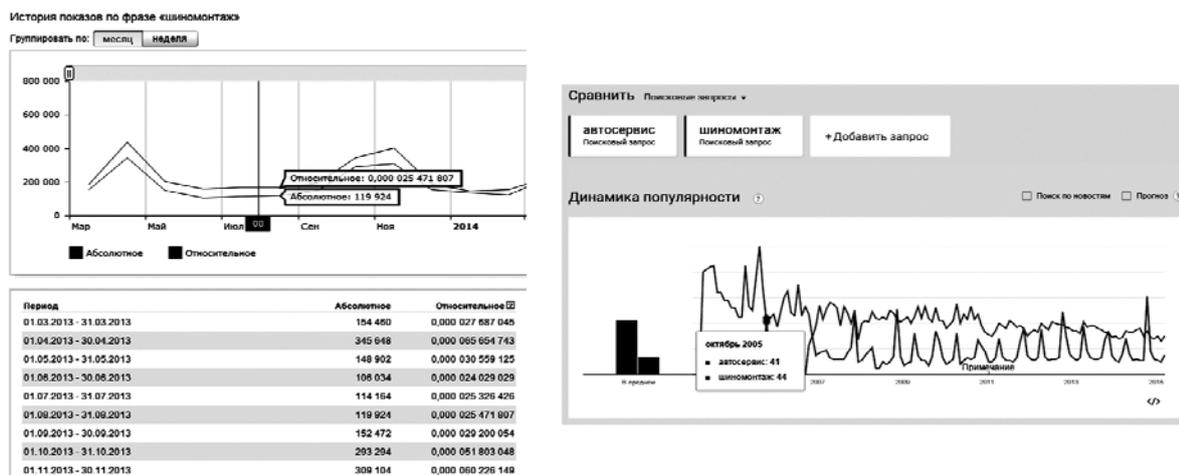


Рис. 1. Примеры работы сервисов wordstat.yandex.ru (а) и Google Trends (б)

Учитывая значительно большую популярность у российских пользователей поиска Яндекс, оценка возможности применения сервиса статистики поисковых запросов для анализа колебаний спроса на услуги автосервиса рассматривалась применительно к сервису wordstat.yandex.ru.

Для проверки предположения о достоверности информации о колебаниях спроса, полученной с помощью сервиса wordstat.yandex.ru, было проанализировано колебание числа поисковых запросов для услуги «шиномонтаж».

Данная услуга характеризуется ярко выраженными сезонными колебаниями спроса с пиками, приходящимися на апрель и октябрь, и постоянным минимальным спросом в течение остальных календарных месяцев (данное колебание спроса на услуги шиномонтажа обосновано многолетней практикой и не нуждается в дополнительных доказательствах).

На рис. 2 представлен график колебания спроса на услуги шиномонтажа, полученный с помощью сервиса wordstat.yandex.ru за два прошедших календарных года (2013 и 2014). Как видно, полученная зависимость полностью соответствует описанному выше характерному сезонному колебанию спроса с яркими пиками в апреле и октябре как 2013, так и 2014 года. Также следует отметить, что характер зависимости для РФ и для региона Санкт-Петербург идентичен.

С учетом вышеизложенного, вывод о корректности применения сервиса wordstat.yandex.ru для анализа колебания спроса на автосервисные услуги может быть признан обоснованным. Дальнейший анализ получаемой статистической информации может быть выполнен на основе рассмотрения этой информации как временных рядов с выделением трендовой или долгосрочной составляющей и сезонной компоненты [4].

По результатам анализа временных рядов, полученных для различных поисковых запросов, могут быть определены сезонные коэффициенты, характеризующие колебания спроса на различные услуги в различные периоды времени. В результате, для прогнозирования спроса на услуги автосервиса может быть предложена следующая формула для определения величины спроса (количество обращений за определенными видами автосервисных услуг), например, для каждого конкретного месяца:

$$N_i = \overline{N}_r \cdot k_{ci},$$

где N_i – величина спроса для месяца i ; \overline{N}_r – величина среднегодового спроса; k_{ci} – сезонный коэффициент для месяца i .

В ходе предварительного исследования были определены значения сезонных коэффициентов для спроса на автосервисные услуги в целом. Сезонные коэффициенты, представляющие собой долю спроса на услуги в этом месяце в общем объеме среднегодового спроса, определялся как среднеарифметическое сезонных коэффициентов, определенных по нескольким календарным годам.

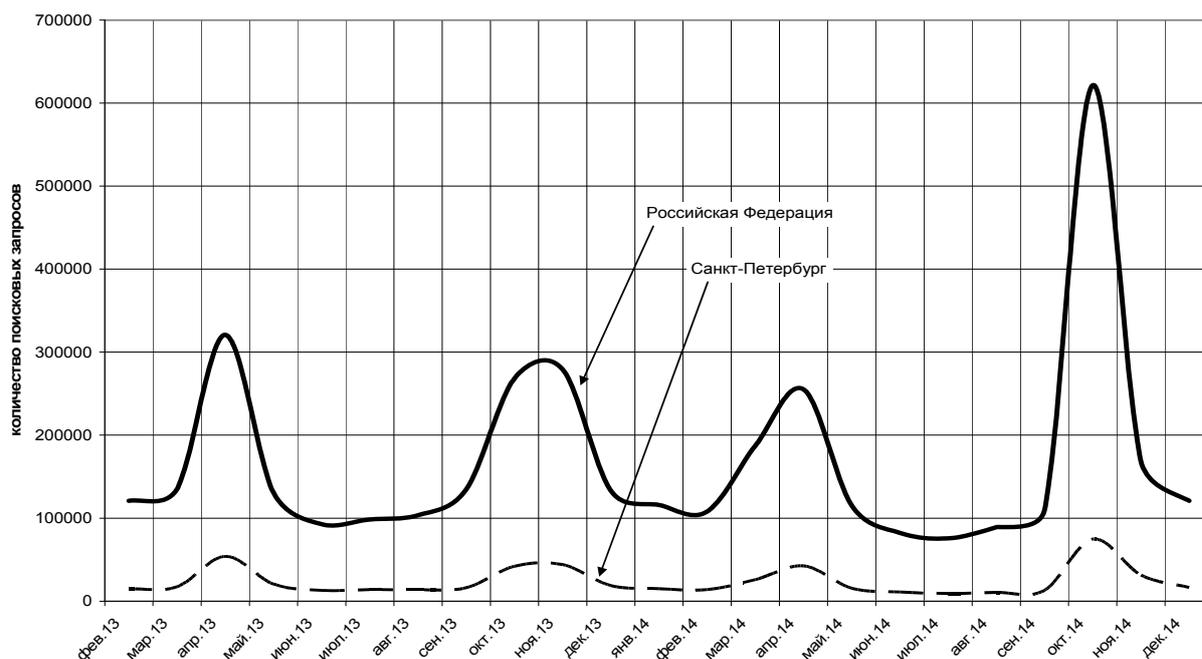


Рис. 2. Характер колебания спроса на услуги шиномонтажа

Сезонные коэффициенты были определены как для РФ в целом, так и для региона Санкт-Петербург. При этом было выявлено, что колебания спроса на услуги автосервиса в Санкт-Петербурге не имеют принципиальных отличий от общероссийских, что, видимо, объясняется значительным количеством эксплуатирующихся в регионе транспортных средств, следствием чего является сглаживание отдельных особенностей эксплуатации.

Таблица является примером расчетной таблицы сезонных коэффициентов для спроса на услуги автосервиса в целом по России и Санкт-Петербургу. Графически вариации значений сезонных коэффициентов проиллюстрированы на рис. 3.

Сезонные коэффициенты для спроса на услуги автосервиса в целом

Календарные месяцы	Величина спроса				Помесячные величины сезонных коэффициентов				Усредненные величины сезонных коэффициентов	
	Россия		СПб		Россия		СПб		Россия	СПб
	2013	2014	2013	2014	2013	2014	2013	2014		
январь		485383		44998		0,096593651		0,095863008	9,66	9,59
февраль	453019	444287	43788	39761	0,092690106	0,088415341	0,09190722	0,084706188	9,06	8,83
март	472261	473600	47987	43938	0,096627122	0,094248775	0,100720557	0,093604801	9,54	9,72
апрель	511913	448944	48664	43038	0,104740133	0,089342107	0,102141521	0,091687456	9,7	9,69
май	439244	399675	42689	39698	0,089871667	0,079537329	0,089600514	0,084571974	8,47	8,71
июнь	411330	367467	39861	35241	0,084160314	0,073127776	0,083664787	0,075076854	7,86	7,94
июль	440645	338894	44204	32233	0,09015832	0,067441605	0,092780368	0,068668659	7,88	8,07
август	425150	376627	41695	35580	0,08698796	0,074950662	0,087514194	0,075799054	8,1	8,17
сентябрь	451736	397739	43680	36928	0,092427597	0,079152056	0,091680537	0,078670811	8,58	8,52
октябрь	475896	489893	47323	43906	0,097370862	0,097491164	0,099326878	0,093536629	9,74	9,64
ноябрь	416715	407884	39817	38392	0,085262114	0,081170961	0,083572435	0,081789693	8,32	8,27
декабрь	389549	394606	36729	35686	0,079703805	0,078528573	0,07709099	0,076024874	7,91	7,66

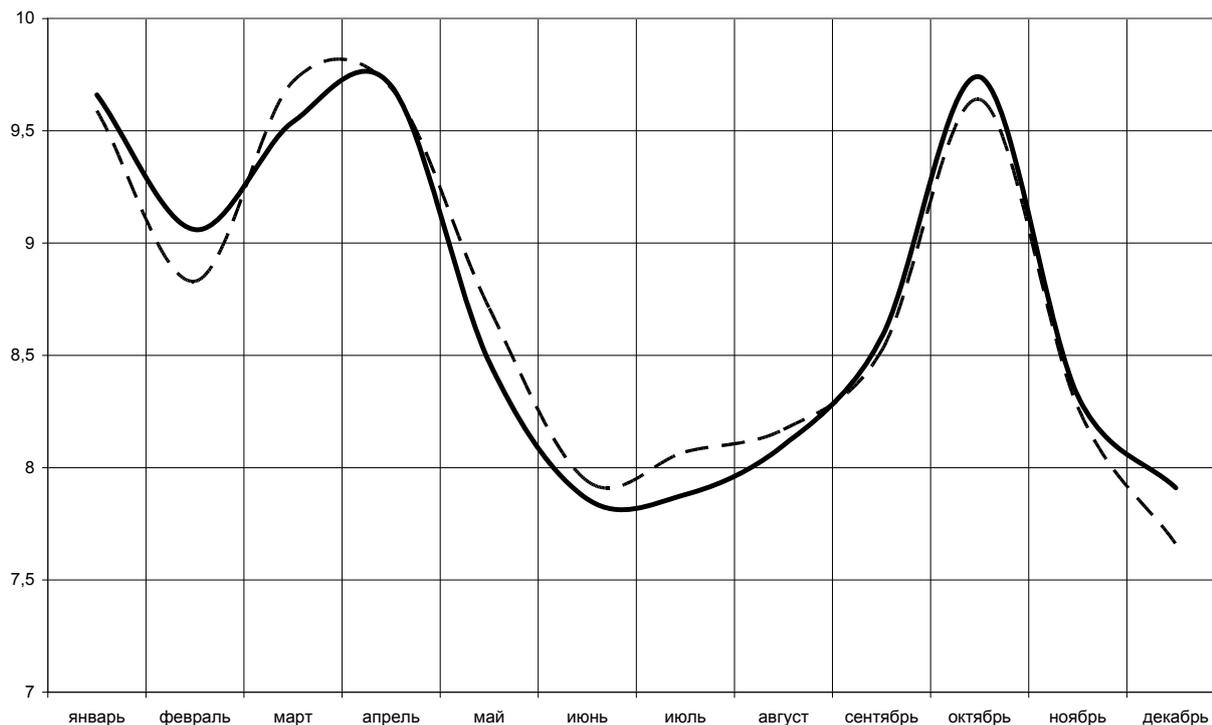


Рис. 3. Вариации значений сезонных коэффициентов для спроса на услуги автосервиса (сплошная линия – для РФ в целом, пунктирная – для Санкт-Петербурга)

Таким образом, сервисы статистики поисковых запросов могут быть признаны достаточно мощными, корректными и малотрудоемкими инструментами для получения информации, анализ которой позволит обосновывать и прогнозировать колебания спроса на автосервисные услуги. При этом необходимо отметить, что важным направлением дальнейших исследований является обоснование алгоритмов выбора ключевых слов, используемых для получения информации из сервисов статистики поисковых запросов.

Литература

1. Марков О. Д. Автосервис: Рынок, автомобиль, клиент / О. Д. Марков. – Москва: Транспорт, 1999. – 270 с.
2. Фуксман И. Б. Организационно-экономические методы управления развитием предприятий автосервиса: автореф. ... дис. канд. экон. наук И. Б. Фуксмана. – Санкт-Петербург: ГОУ ВПО СПб ГИЭУ, 2008. – 19 с.
3. Доля «Яндекса» на рынке интернет-поиска опустилась ниже 60 %. // Сетевое издание «Интерфакс». – 2014. – URL: <http://www.interfax.ru/business/406486> (дата обращения 24.03.2015).
4. Афанасьев В. Н., Юзбашев М. М. Анализ временных рядов и прогнозирование / В. Н. Афанасьев, М. М. Юзбашев. – М.: Финансы и статистика, 2010. – 320 с.

СЕКЦИЯ ТРАНСПОРТНЫХ СИСТЕМ

УДК 625.746.5

Александр Владимирович Белов, канд. техн. наук,
старший преподаватель

(Санкт-Петербургский государственный
архитектурно-строительный университет)

Александра Михайловна Белова, канд. техн. наук,
старший преподаватель

(Санкт-Петербургский государственный
архитектурно-строительный университет)

E-mail: belov_trans@mail.ru, a.m.belova@mail.ru

Aleksandr Vladimirovich Belov, PhD of Tech. Sci.,
Senior Lecturer

(Saint Petersburg State University of Architecture and
Civil Engineering)

Aleksandra Mikhailovna Belova, PhD of Tech. Sci.,
Senior Lecturer

(Saint Petersburg State University of Architecture and
Civil Engineering)

E-mail: belov_trans@mail.ru, a.m.belova@mail.ru

МЕТОДИЧЕСКИЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ РЕАЛИЗАЦИИ КОНЦЕПЦИИ ИНТЕГРАЦИИ ЛОКАЛЬНЫХ АСУДД

METHODICAL MATERIALS FOR IMPLEMENTATION OF THE CONCEPT OF LOCAL ATCS INTEGRATION

Рассмотрены вопросы методического обеспечения процесса интеграции локальных АСУДД. Сформулированы основные требования к процессу разработки регламентов взаимодействия операторов АСУДД. Отмечена особая важность качества разработки сценариев управления как основного инструмента повышения эффективности управления дорожным движением. Рассмотрен процесс разработки сценариев управления. Предложено разработку сценариев управления проводить поэтапно. На первом этапе ограничиться определением списка участков явного взаимодействия смежных АСУДД. На втором этапе осуществить системную проработку координации уже разработанных сценариев, а также разработку оптимального набора новых с учетом возможностей по расширению состава периферийного оборудования.

Ключевые слова: АСУДД, интеграция, сценарии управления, алгоритмы, регламент взаимодействия.

The problems of methodical support of the integration of the local Automated Traffic Control Systems are considered. The basic requirements to the process of developing regulations act of ATCS operators interaction are formulated. The particular importance of quality of development traffic management scenarios as the main tool for improving the efficiency of traffic management is emphasized. The process of developing management scenarios are described. The development of management scenarios carried out in stages is suggested. At the first stage the list of certain areas with explicit connection of adjacent ATCS is drawn up. The second stage includes elaboration of coordinated system based on already developed scenarios, as well as the development of an optimal set of new scenarios with the expansion of peripheral equipment.

Keywords: ATCS, integration, management scenarios, algorithms, regulation of interaction.

В настоящее время завершается разработка Концепции интеграции существующих и перспективных АСУДД на территории Санкт-Петербурга и Ленинградской области.

Для успешной реализации предлагаемой Концепции, необходимо разработать ряд документов методического характера, позволяющих алгоритмизировать процессы разработки, внедрения и эксплуатации интегрированных систем.

Например, необходим методический документ по разработке регламентов взаимодействия между операторами локальных АСУДД. Регламент взаимодействия определяет порядок и характер действий по информационному обмену и передаче управляющих воздействий между участниками интегрированной системы. Как документ, от которого во многом зависит эффективность и безопасность функционирования интегрированной системы, регламент взаимодействия должен иметь четкие требования, как к содержанию, так и к порядку составления, согласования и утверждения.

Алгоритм разработки регламента должен состоять из нескольких этапов:

1. Определение конечной цели. Следует определить, какая из поставленных Концепцией целей может быть достигнута за счет внедрения того или иного процесса и его регламентации.

2. Комплексное исследование регламентируемого процесса, выявление узких мест, определение возможностей оптимизации.

3. Оптимизация и проектирование процесса.

4. Документирование процесса. Перенос спроектированного процесса на бумагу и электронные носители.

5. Внедрение процесса.

В общем виде, структура регламента взаимодействия может выглядеть следующим образом [1]:

1. Общие положения

1.1. Назначение

1.2. Область применения

1.3. Нормативные ссылки

1.4. Порядок утверждения, внесения изменений и дополнений

2. Термины, определения и сокращения

2.1. Термины и определения

2.2. Сокращения

3. Описание требований, процессов, методов работы

4. Ответственность

5. Контроль

6. Приложения

6.1. Классификаторы и справочники

6.2. Формы и правила оформления документов

6.3. Схемы процессов

6.4. Алгоритмы расчетов

6.5. Таблицы ролей исполнителей процессов

Форму регламента рекомендуется разрабатывать в соответствии с ГОСТ Р 6.30–2003 «Унифицированные системы документации. Унифицированная система организационно-распорядительной документации. Требования к оформлению документов» [2]. Обязательными реквизитами регламента являются: наименование организации, наименование вида документа об утверждении, его дата и номер, место составления, гриф утверждения. Они помещаются в начале текста регламента. Подписи лиц, согласующих проект регламента, помещаются либо в конце текста документа, либо на отдельном листе согласования, реквизиты которого должны однозначно определять, какой документ был согласован.

Кроме требований к обмену данными, в условиях интеграции систем, регламенты взаимодействия должны содержать описание порядка действий при разработке сценария управления.

Для составления регламентов взаимодействия необходимо:

1) определить круг организаций участвующих во взаимодействии;

2) определить перечень данных, которые должны передаваться между каждой парой участников системы;

3) определить периодичность и формат передачи данных каждого типа;

4) определить ответственных за передачу и прием данных в каждой организации;

5) определить порядок разработки сценариев управления;

6) согласовать и утвердить регламент взаимодействия.

Составление регламентов взаимодействия позволяет задокументировать процессы обмена информацией и передачи управляющих воздействий для достижения максимальной эффективности работы системы в целом.

Достижение конечной цели Концепции – повышения качества жизни населения Санкт-Петербургской агломерации и развития ее экономики путем улучшения функционирования транспортной системы – возможно только за счет повышения качества управления транспортными потоками. Управление, в свою очередь, реализуется посредством

специальных, заранее проработанных сценариев. Сценарий управления можно считать детализацией регламента взаимодействия в части передачи управляющих воздействий. Основное отличие сценария в том, что он заранее проработан, согласован и введен в систему и, соответственно, не нуждается в длительном рассмотрении и реализации при необходимости его применения. Таким образом, сценарии управления являются одним из ключевых факторов эффективности работы интегрируемых систем. От того насколько широко будут охвачены и проанализированы возможные ситуации и насколько качественно будут проработаны сценарии управления для них, будет зависеть эффективности работы системы в целом.

В рамках настоящей Концепции вопрос разработки сценариев управления имеет следующие особенности.

1. Участки УДС, на которых целесообразно применение сценариев управления, располагаются, как правило, на стыке зон ответственности локальных АСУДД. К наиболее очевидным участкам относятся съезды/въезды на КАД и ЗСД, а также непосредственно прилегающая УДС до точек возможного переключения потоков на альтернативные маршруты и сами улицы, способные играть роль дублеров автомагистралей. Однако УДС и транспортные потоки на ней являются сложной самоорганизующейся системой с неявными закономерностями поведения. Поэтому при разработке сценариев следует учитывать вероятные изменения условий движения на более удаленных от зон стыковки АСУДД участках. Учет таких явлений в поведении транспортных потоков возможен только на основе имитационного моделирования.

2. Текущий уровень развития и оснащенности АСУДД периферийными исполнительными элементами накладывает ограничения на возможность реализации сценариев управления.

3. При разработке сценариев следует учитывать низкий уровень доверия водителей к информации предоставляемой АСУДД.

Разработку сценариев управления, следует проводить поэтапно. На первом этапе следует ограничиться определением списка участков явного взаимодействия смежных АСУДД и разработки типовых сценариев управления для них с учетом имеющихся средств регулирования или минимального их развития.

Более продвинутые сценарии потребуют наличия дополнительного периферийного оборудования, такого как ТПИ, ЗПИ, светофоры, детекторы и сопутствующее оборудование. Необходимое количество, типы и места установки дополнительного оборудования должны определяться по результатам отдельной исследовательской работы на основе опыта эксплуатации интегрированной системы на первом этапе. При этом возможно разбиение плана дальнейшего развития также на несколько этапов.

Разработка сценария управления, как элемента, определяющего эффективность и безопасность работы интегрированной системы, должна проводиться с особой тщательностью.

Процесс разработки сценария рекомендуется разбить на следующие шаги:

1. Составление списка и классификация участков сопряжения смежных АСУДД.
2. Выявление характерных ситуаций (шаблон нагрузки, уровень загрузки, погодные условия, особые условия).
3. Оценка необходимости координации управляющих воздействий смежных АСУДД для каждого типа ситуаций.
4. Разработка оптимального сочетания управляющих воздействий в смежных АСУДД для выбранных ситуаций.
5. Проверка на совместимость с ближайшими участками сопряжения.
6. Согласование сценария с заинтересованными организациями.
7. Утверждение и внедрение сценария в систему.

В ходе эксплуатации, при необходимости, сценарии могут подвергаться корректировке.

На первом этапе возможна разработка только локальных сценариев управления на стыках зон влияния АСУДД. Это может осуществляться операторами АСУДД самостоятельно или с привлечением сторонних организаций, согласно требованиям регламента взаимодействия. При разработке сценариев управления АСУДД следует учитывать положения ГОСТ 24.501-82 «Автоматизированные системы управления дорожным движением. Общие требования» [3].

На втором этапе необходима системная проработка координации уже разработанных сценариев, а также разработка оптимального набора новых с учетом возможностей по расширению состава периферийного оборудования. Такую проработку следует выполнять на основе транспортной модели всей агломерации Санкт-Петербурга.

Таким образом, проработка регламентов взаимодействия и сценариев управления позволит получить максимальный эффект при реализации Концепции интеграции АСУДД.

Литература

1. Демидов Е. Е. Пишем регламент: рекомендации по разработке [Электронный ресурс] / Е. Е. Демидов // Корпоративный менеджмент. – URL: <http://www.cfin.ru/management/people/instructions/rules.shtml> (дата обращения: 23.05.2015).
2. ГОСТ Р 6.30–2003. Унифицированные системы документации. Унифицированная система организационно-распорядительной документации. Требования к оформлению документов / Госстандарт России. – М.: Издательство стандартов, 2003. – 17 с.
3. ГОСТ 24.501-82 Автоматизированные системы управления дорожным движением. Общие требования / Государственный комитет СССР по стандартам. – М.: Издательство стандартов, 1982. – 6 с.

УДК 625.721:656.13.07

Юрий Георгиевич Котиков, д-р. техн. наук,
профессор
(Санкт-Петербургский государственный
архитектурно-строительный университет)
E-mail: cotikov@mail.ru

Jurij Georgievich Kotikov, Dr of Tech. Sci.,
Professor
(Saint Petersburg State University of Architecture and
Civil Engineering)
E-mail: cotikov@mail.ru

К ВОПРОСУ ПРЕДСТАВЛЕНИЯ КОНТУРОВ ПЕТЕРБУРГСКОЙ АГЛОМЕРАЦИИ В ГИС-МОДЕЛИРОВАНИИ ЛОГИСТИЧЕСКОГО КЛАСТЕРА САНКТ-ПЕТЕРБУРГА

ON THE QUESTION OF REPRESENTATION OF THE PETERSBURG AGGLOMERATION CONTOURS IN GIS-MODELLING OF LOGISTICAL CLUSTER OF SAINT PETERSBURG

Санкт-Петербург – мировой порт, узел международного транспортного коридора – является также центром крупной промышленной агломерации. В ареале этой агломерации распределяются индустриальные и логистические мощности, транспортные сети и потоки. Обсуждается понятие экономического кластера. Транспортно-логистический кластер Санкт-Петербурга разворачивается в ареале Петербургской агломерации. Производится построение четырех поясов Петербургской агломерации с учетом размещения производственных и логистических мощностей. Отмечается и объясняется отличие ареалов Петербургской агломерации и Ленинградской области. Разработка осуществляется в среде ГИС ArcGIS.

Ключевые слова: транспорт, логистика, кластер, ГИС, агломерация, мегаполис.

St. Petersburg - world port, node of the international transport corridor - is also a centre of large industrial agglomeration. On the area of this agglomeration industrial and logistical capacities, transport networks and streams are distributed. The economic cluster concept is discussed. SPb transport and logistics cluster is developed in an area of the Petersburg agglomeration. Construction of four belts of the Petersburg agglomeration from accounts of plac-

ing of industrial and logistical capacities is made. Difference of areas of the Petersburg agglomeration and Leningrad region is marked and explained. Research is executed in the ArcGIS environment

Keywords: transport, logistics, cluster, GIS, agglomeration, agglomeration, megalopolis.

В настоящее время в крупнейших транспортных узлах мира функционирует порядка 70 мультимодальных транспортно-логистических центров (МТЛЦ) международного уровня, которые связаны между собой международными транспортными коридорами (МТК) с подключением к ним региональных логистических систем, обеспечивающих выход к грузоотправителям и грузополучателям. До 2025 г. в России намечено сформировать 10 МТЛЦ федерального уровня, в том числе в Санкт-Петербурге (СПб) [1].

Развитие рынка транспортно-логистических услуг в России создает предпосылки для формирования в РФ транспортно-логистических кластеров (ТЛК) как наиболее эффективной инновационно-ориентированной формы интеграции участников рынка услуг, обеспечивающей, на основе согласования экономических интересов всех контрагентов цепи поставок, максимальный синергетический эффект.

Кластер – это группа географически соседствующих взаимосвязанных компаний, организаций и учреждений (включая научные и образовательные), действующих в определенной сфере, взаимодополняющих друг друга и усиливающих конкурентные преимущества как отдельных компаний, так и кластера в целом [2]. В Правительстве России кластерная политика рассматривается как одна из 11 «ключевых инвестиционных инициатив». Понятие пространственного экономического кластера сильнее понятия комплекса, по крайней мере, по двум признакам: 1) географической основе, 2) острой целевой направленности. Географическая основа требует использования геоинформационных технологий – создания и использования соответствующих ГИС-моделей.

Транспортно-логистический кластер СПб разворачивается в ареале Петербургской агломерации – пока, как нам кажется, недостаточно формализованным понятием и объектом. Между тем, согласованное развитие крупных мегаполисов и примыкающих к ним территорий – особенность современного пространственного развития в мире. Поэтому развитие агломеративных связей между СПб и Ленинградской областью (ЛО) – одно из главных направлений в пространственной организации этих регионов. Главной тенденцией здесь является развитие полицентрической агломерации с несколькими городами-спутниками [3].

В мегаполисе наблюдаются интенсивные челночные потоки людей и транспорта из периферии агломерации к ее ядру и обратно. В работе [4] рассматриваются социальные аспекты этого явления, и в основу построения агломеративных поясов закладывается картина расселения. С некоторыми отличиями от этой картины приведем авторское размещение агломеративных поясов, выполненное с учетом размещения в агломерации ступков производственных ресурсов и мощностей (рис. 1). Видим, что «языки» обметающих поясов ориентируются в направлении главных вылетных магистралей СПб, вдоль которых расположены производственные мощности агломерации.

Нами внесено отличие и в идентификацию поясов (в сравнении с [3]): 1 – Ядро; 2 – Ближние пригороды; 3 – Дальние пригороды; 4 – Внешняя граница агломерации.

Поскольку СПб только начинает переход к формированию агломеративных образований, властям города необходимо учесть опыт развития других агломерационных центров страны, чтобы избежать проблем, возникающих там.

Формирование агломеративных образований по границам ЛО и СПб должно привести к упорядочиванию развития приграничных территорий города и области. Для согласованного развития важно создание эффективной транспортной сети, связывающей мегаполис и региональные центры между собой [4].



Рис. 1. Размещение агломеративных поясов, учитывающее размещение в СПб-агломерации сгустков производственных ресурсов и мощностей (пунктирные линии – контуры поясов, сплошные линии – автодорожные магистрали)

Немаловажно создание и поддержка центров активности в агломерационных под-центрах. Они должны стать территориями с определенной специализацией и рабочими местами в соответствующих секторах экономики.

Приведем картину расположения индустриальных зон и концентраторов логистической активности в Ядре агломерации (рис. 2).

Следует отметить, что, несмотря на усиливающиеся связи СПб и ЛО, ареалы Петербургской агломерации и ЛО существенно не совпадают, и не могут совпадать (рис. 3). Это объясняется совместной плотностью производственных мощностей и расселения населения, занятого в ежедневном трудовом процессе на соответствующих производственных объектах, то есть возможностью ежедневной челночной доставки работников на работу и домой.

И поскольку вовлечение в агломерацию все большего числа предприятий области является целесообразным, одним из ключевых факторов развития агломерации является совершенствование транспортной инфраструктуры и увеличение скоростей движения и доставки.

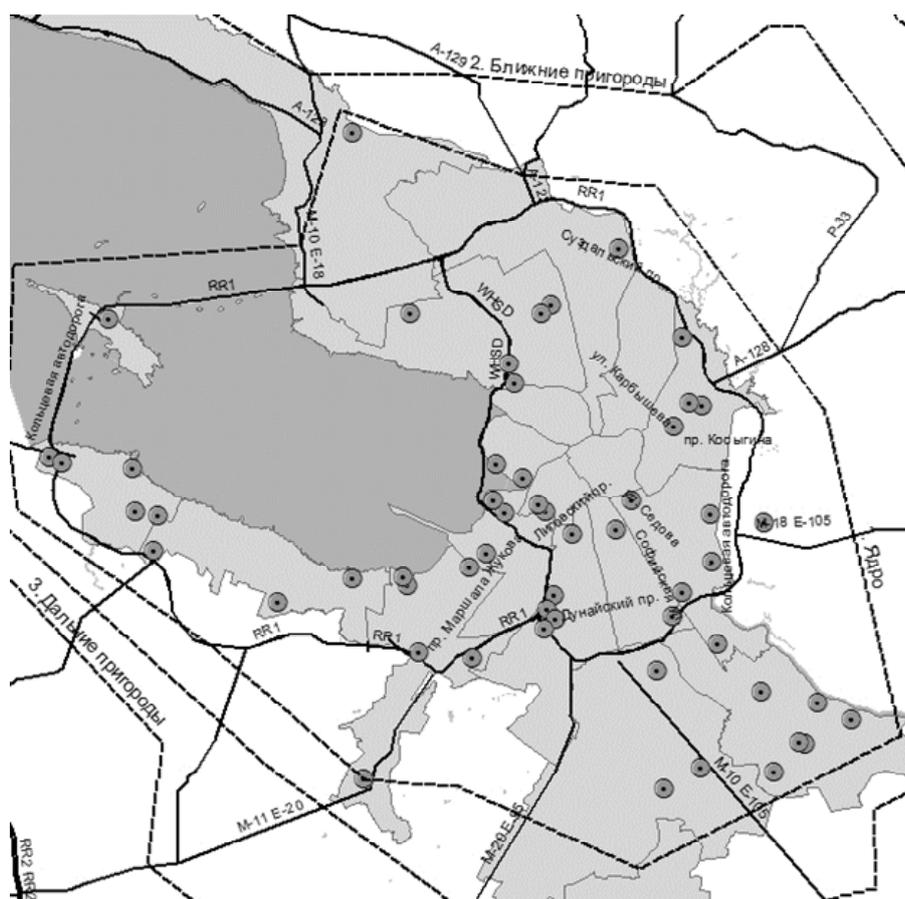


Рис. 2. Расположение индустриальных зон и концентраторов логистической активности (кружки) в Ядре агломерации СПб

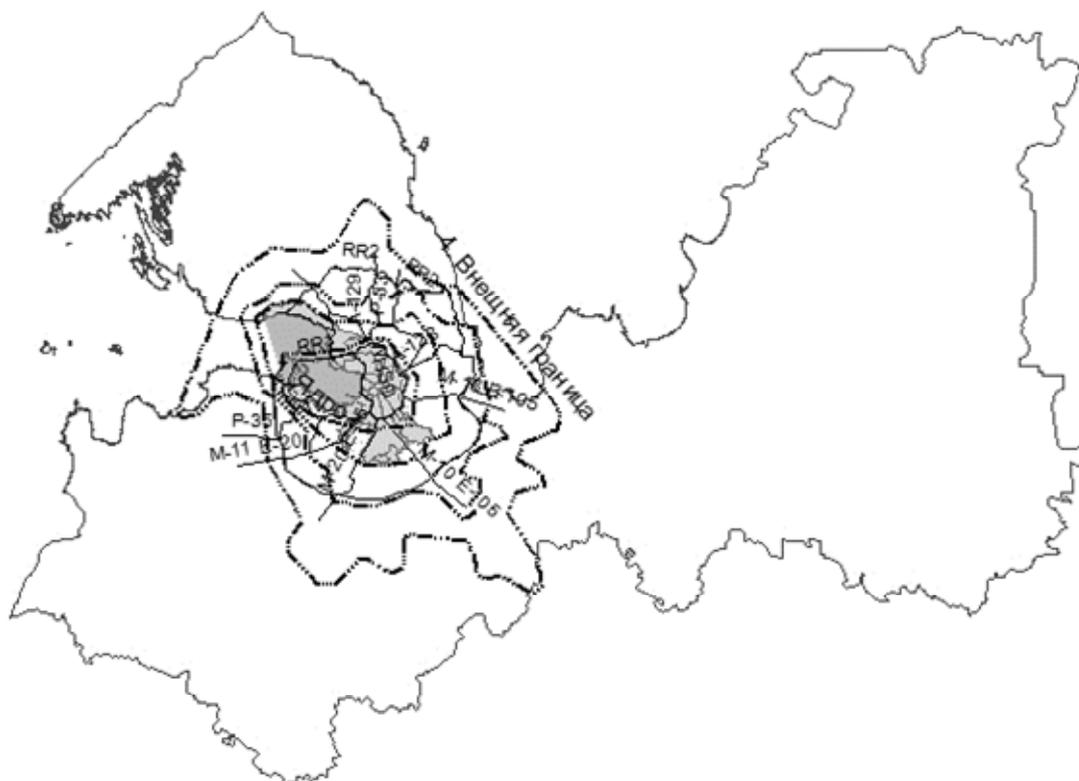


Рис. 3. Расположение Петербургской агломерации на карте Ленинградской области

В заключение отметим, что приведенная концептуальная проработка отображения и фиксации процесса агломеризации, конечно, весьма условна. Требуется формализация уровней (поясов) агломерации, обработка критериев их идентификации, привлечение численных и статистических методов. Однако ясно, что определение агломерационных поясов будет способствовать более четкому разбиению множества разрабатываемых ГИС-моделей мегаполиса по уровню детализации и специализации.

Литература

1. Прокофьева Т. А. Логистические центры в транспортной системе России: Учебное пособие / Т. А. Прокофьева, В. И. Сергеев – М.: ЗАО ИД «Экономическая газета», 2012. – 524 с.
2. Porter M. E. The Competitive Advantage of Nations: With a New Introduction / M. E. Porter. – New York: The Free Press, 1990. – 855 p.
3. Rodrigue J.-P. The geography of transport systems [Электронный ресурс] / J.-P. Rodrigue. – 2013. – URL: <http://people.hofstra.edu/geotrans/> (дата обращения: 26.01.2015).
4. Калошин А. В. Процесс формирования Санкт-Петербургской агломерации: ключевые вызовы [Электронный ресурс] / А. В. Калошин // Фонд «Центр стратегических разработок «Северо-Запад» [офф. сайт]. – URL: <http://spb30.ru/news/process-formirovaniq-sankt-peterburgskojaglomeraciiklyuchevye-vyzovy>

УДК 656.1.

Равиль Нуруллович Сафиуллин, канд. техн. наук,
доцент

(Санкт-Петербургский государственный
архитектурно-строительный университет)

Алексей Вячеславович Марусин, аспирант
(Санкт-Петербургский государственный
архитектурно-строительный университет)

E-mail: safravi@mail.ru, 89312555919@mail.ru

Ravil Nurulloevich Safiullin, PhD of Tech. Sci.,
Associate Professor

(Saint Petersburg State University of Architecture and
Civil Engineering)

Alexey Vyacheslavovich Marusin, post-graduate student
(Saint Petersburg State University of Architecture and
Civil Engineering)

E-mail: safravi@mail.ru, 89312555919@mail.ru

К ВОПРОСУ ПОВЫШЕНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ ДОРОЖНОГО ДВИЖЕНИЯ ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ ТЕХНИЧЕСКИХ СРЕДСТВ КОНТРОЛЯ НАРУШЕНИЙ ПДД

ON THE QUESTION OF INCREASING ROAD SAFETY WHEN USING TECHNICAL CONTROL MEANS OF TRAFFIC RULES VIOLATIONS

Дорожно-транспортное происшествие влечёт за собой тяжкие последствия, происходящие в результате несоблюдения правил дорожного движения. Это приводит к дорожному травматизму, а соответственно к возможной потере трудоспособности людей. Ущерб, наносимый в результате дорожно-транспортных происшествий, исчисляется значительными экономическими потерями, сопоставимыми с внутренним валовым продуктом страны. Снижение аварийности транспортных средств является одной из важнейших социально-экономических задач, реализуемых на государственном уровне. Решение вопросов безопасного движения транспорта и пешеходов, уменьшение числа дорожно-транспортных происшествий, сокращение количества погибших на улично-дорожной сети в результате ДТП возможно только за счет широкого внедрения инновационных технических средств и систем организации движения, а также рациональных методов.

Ключевые слова: безопасность дорожного движения, дорожно-транспортные нарушения, средства автоматической фиксации, фотовидефиксация, технические средства контроля дорожного движения, системы ФВФ.

Traffic accident entails serious consequences occurring as a result of non-compliance with traffic regulations. This leads to road traffic injuries, and thus a possible disability people. The damage resulting from traffic accidents, is estimated in significant economic losses commensurable with the country's gross domestic product. Reduction of emergency vehicles is one of the most important socioeconomic problems realized at the state level. Resolution of questions of safe movement of vehicles and pedestrians, reducing the number of traffic accidents, reducing the number of fatalities on the road network as a result of an accident is only possible due to the widespread introduction of innovative technical means and systems of traffic management and rational methods.

Keywords: road safety, traffic violations, means of automatic recording, photo and video recording, technical means of traffic control, systems of photo and video recording.

В Российской Федерации уже более пяти лет внедряются аппаратно-программные комплексы контроля транспортных средств. Системы автоматической фиксации нарушений дорожного движения при эксплуатации могут интегрироваться с новейшими интеллектуальными системами мониторинга транспортных потоков. В связи с этим, исследования, направленные на разработку и реализацию эффективных схемотехнических решений по повышению безопасности дорожного движения, является актуальными [1].

Возможное решение может быть достижимо при реализации следующих задач:

1. Системного описания и модели функционирования САФ нарушений ПДД.
2. Статического анализа условий функционирования САФ.
3. Выбора критериальных оценок, характеризующих эффективность применения САФ с учетом вероятностной природы условий их функционирования.

Обоснование и выбор оптимального варианта САФ следует осуществлять с использованием методов и программных средств, реализующих системный критерий «цена-качество» и составляющих основу теории принятия решений.

Алгоритм реализации этого подхода применительно к данной задаче представлен на рис. 1. Аппаратно-программные комплексы рассматриваются как модель влияния случайных системообразующих факторов на САФ административных правонарушений в области дорожного движения, как многопараметрическая система, изображенная на рис. 2.

При входе системы действует вектор-функция контролируемых параметров \bar{X} . Следующая совокупность входов, представленная вектор-функцией \bar{E} , включает факторы, учитывающие технико-эксплуатационные характеристики объектов и поведенческую культуру водителей. Вектор-функция неуправляемых параметров \bar{B} интерпретируется как аддитивная помеха вероятностей природы. Выходной процесс определяется многомерным вектором \bar{Q} , который является показателем качества функционирования объекта и характеризует его приспособленность выполнять предписанные функции на заданном уровне.

Причинно-следственная связь между вектор-функциями моделируется соотношением:

$$Q = A[\bar{X}, \bar{B}, \bar{E}],$$

$$\forall \bar{X}, \bar{B}, \bar{E} \in V,$$

где A – оператор системы; V – заданное множество допустимых состояний векторов X , B , и E ; \forall – квантор общности.

Основным эффектом мероприятий по совершенствованию систем обеспечения безопасности дорожного движения может быть названо снижение уровня опасности – риска причинения вреда жизни и здоровью человека. В различных сферах этот уровень может быть оценен по-разному. В сфере БДД самым очевидным и распространенным показателем такого рода может быть названо количество ДТП.

Для максимальной эффективности реализации надзорных функций в местах концентраций ДТП с целью снижения аварийности на дорогах необходим обоснованный выбор рационального количества аппаратно-программных комплексов контроля дорожного движения. Научное обоснование выбора количества и места расположения таких комплексов до сих пор не разработано.

Основными факторами при разработке концептуальной модели системы контроля дорожного движения и нарушений ПДД являются:

- уровень аварийности;
- интенсивность движения ТС;
- топографическое распределение дорожно-транспортных происшествий.

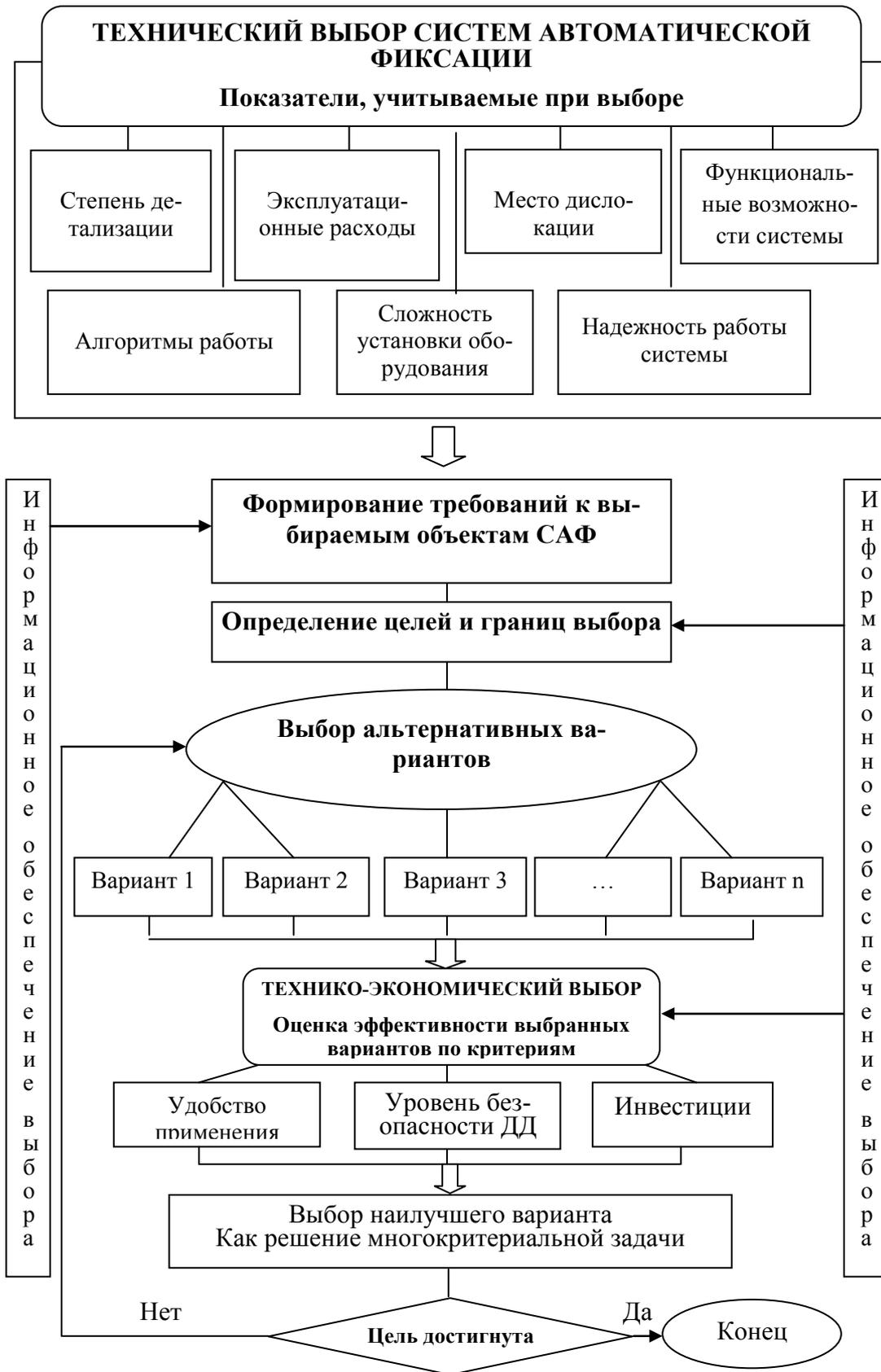


Рис. 1. Алгоритм методики выбора оптимального варианта аппаратно-программных комплексов ФВФ

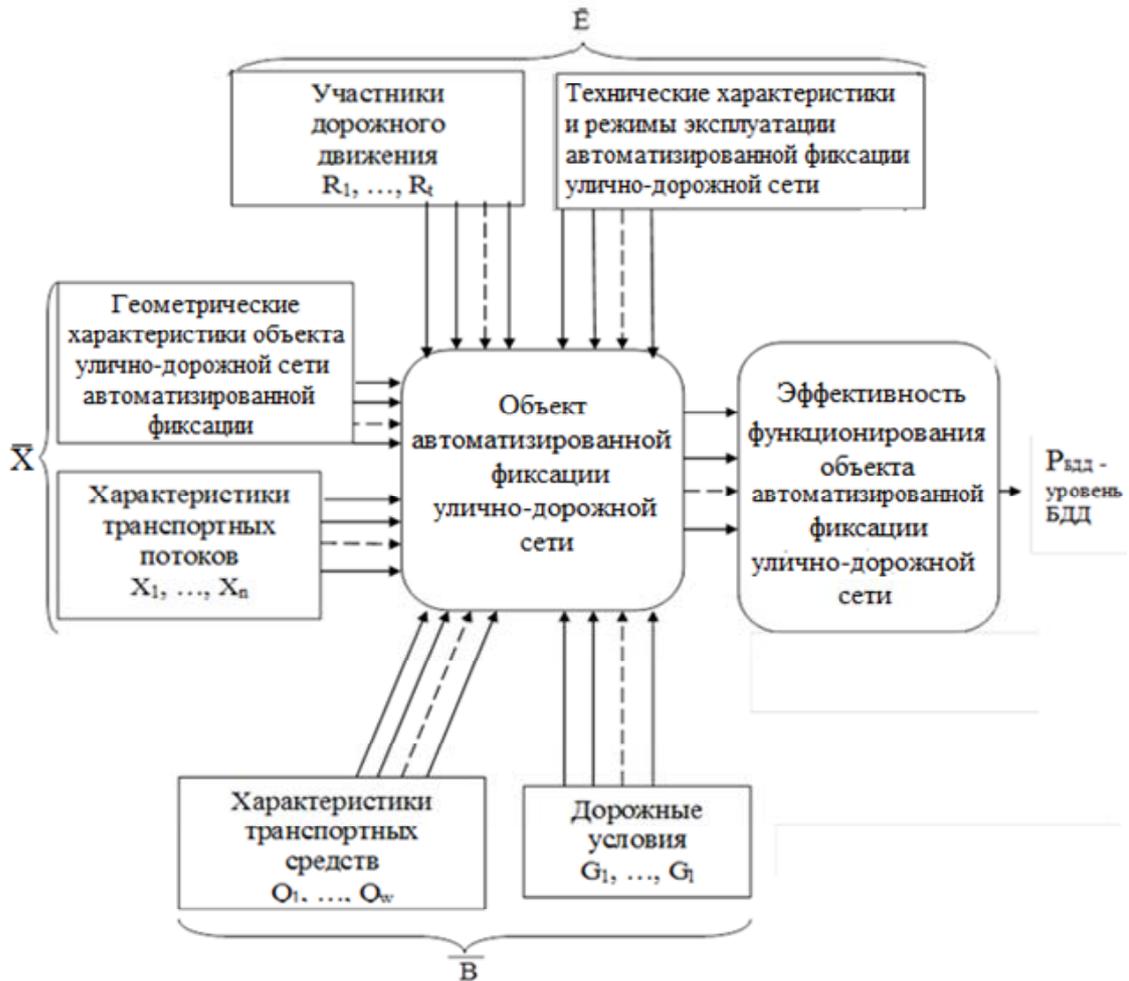


Рис. 2. Информационная модель САФ с учетом влияния случайных факторов (в вероятностно-статистическом смысле)

Определение необходимого количества аппаратно-программных комплексов сводится к решению оптимизационной задачи, которая формулируется следующим образом:

$$\min (\max) F(x), x \in x^P, \quad (1)$$

где $F(x)$ – целевая функция; x – вектор управляемых параметров; x^P – область допустимых значений вектора управляемых параметров (дискретное множество); F – вид функциональной зависимости.

В целях решения задачи наиболее подходящими являются методы условной оптимизации. Модель обоснования количества аппаратно-программных комплексов запишется следующим образом:

$$K_c = f(D, C, T), \quad (2)$$

где K_c – количество объектов САФ, необходимых для обеспечения требуемого уровня БДД; D – количество нарушений дорожного движения, зафиксированных на конкретном участке УДС за определенный интервал времени; C – ситуационное (топографическое) расположение места установки аппаратно-программных комплексов; T – время, в течение которого проводится мониторинг контролируемого участка дороги.

Количество фиксируемых нарушений ПДД, выявляемых аппаратно-программными комплексами, зависит от различных факторов:

$$P = f(I, \Pi, B, K_p, K_c), \quad (3)$$

где Π – природно-климатические условия; I – интенсивность движения ТС; K_p – количества рубежей контроля; K_c – количество комплексов ФВФ; B – время суток.

Показатель качества функционирования аппаратно-программных комплексов определяется путем сопоставления полезного эффекта, получаемого от данного объекта, и суммарных затрат на его приобретение и эксплуатацию:

$$U = \frac{\mathcal{E}}{З}, \quad (4)$$

где $З$ – затраты на производство и эксплуатацию комплекса; \mathcal{E} – суммарный полезный эффект от эксплуатации данного комплекса.

Эффект от эксплуатации аппаратно-программных комплексов заключается прежде всего в социальной значимости указанных комплексов, которая может быть оценена показателем снижения ДТП на «очаге аварийности» УДС. Еще одна составляющая эффекта – количество выявленных аппаратно-программными комплексами нарушений дорожного движения [2].

В общем виде, суммарный полезный эффект от эксплуатации данного комплекса \mathcal{E} определяется критерием системной эффективности:

$$K_{эi} = \frac{\{\mathcal{E}(+)ij\}, \{H_{ЭН} ij\}}{\{Зci j\}, \{\mathcal{E}(-)ij\}}, \quad (5)$$

где $\{\mathcal{E}(+)\}$, $\{\mathcal{E}(-)\}$ – соответственно совокупность положительных с системной точки зрения и отрицательных эффектов от функционирования объектов за расчетный интервал времени; $\{Зc\}$ – совокупность затрат системы на поддержание функционирования объекта, передаваемых от соответствующего уровня к объекту; $\{H_{ЭН}\}$ – совокупность видов энтропии системы, нейтрализуемой объектом.

Предлагаемый методологический подход может служить концептуальной основой для построения системы управления БДД на муниципальном и региональном уровнях.

Литература

1. Повышение безопасности дорожного движения в 2006–2012 годах [Электронный ресурс]: Федеральная целевая программа; утв. постановлением Правительства Российской Федерации № 100 от 20.02.2006 г. // <http://base.garant.ru/189189/> (дата обращения: 02.03.2015).
2. Керимов М. А. Контроллерные сети в автомобильных приложениях: факторы надежности функционирования / М. А. Керимов, М. В. Хлудова // Известия Международной академии аграрного образования. – 2013. – № 16. – Т. 4 – С. 131–133.

УДК 625.746.5

Александр Иванович Солодкий, д-р экон. наук,
доцент
(Санкт-Петербургский государственный
архитектурно-строительный университет)
E-mail: asolodkiy@mail.ru

Aleksandr Ivanovich Solodkiy, Dr of Economics,
Associate Professor
(Saint Petersburg State University of Architecture and
Civil Engineering)
E-mail: asolodkiy@mail.ru

ИНТЕГРАЦИЯ ЛОКАЛЬНЫХ АСУДД. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ

INTEGRATION OF LOCAL ATCS. PURPOSES AND TASKS

Рассмотрена задача интеграции локальных АСУДД, функционирующих и создающихся в регионах России, на примере Санкт-Петербургской агломерации. Определены цели интеграции локальных АСУДД с точки зрения функционирования транспортной системы агломерации и непосредственно работы локальных АСУДД. Показаны основные задачи, которые необходимо решить для обеспечения интеграции, сферы, где будет обеспечено повышение качества управленческих решений в транспортном комплексе. Рассмотрены ожидаемые результаты, в частности, повышение транспортной доступности территорий агломерации, безопасности жизнедеятельности населения за счет снижения аварийности на автомобильном транспорте, улучшения экологического состояния городской среды, повышения оперативности работы специальных и аварийных служб.

Ключевые слова: АСУДД, интеграция, управление движением, интеллектуальные транспортные системы, функционирование транспортных систем.

The problem of integration of local ATCS functioning and created in the regions of Russia on the example of the St. Petersburg metropolitan area is considered. The purposes of integration of local ATCS from the point of view of the functioning of the transport system of agglomeration and directly running local ATCS are identified. The basic objectives which need to be solved for ensuring integration, the sphere where improvement of quality of administrative decisions in a transport complex will be provided are shown. The article considers the expected results, in particular, increased transport accessibility areas of agglomeration, health and safety of the population by reducing the accident rate of the motor transport, improvement of the ecological state of an urban environment, improvement of the efficiency of work of special and emergency services.

Keywords: ATCS, integration, traffic control, intelligent transportation systems, functioning of transportation systems.

Повышение эффективности управления дорожным движением является одним из наиболее быстрых и наименее затратных путей улучшения условий движения. В настоящее время в ряде регионов осуществляется развитие АСУДД. При этом возникает проблема увязки АСУДД различного подчинения, управляющих движением на различных частях улично-дорожной сети. Для обеспечения их эффективной работы необходима интеграция функционирования локальных АСУДД. Рассмотрим данную проблему на примере Санкт-Петербургской агломерации. Здесь уже функционируют АСУДД города, АСУДД кольцевой автомобильной дороги, «Западного скоростного диаметра», тоннеля комплекса защитных сооружений, федеральных автомобильных дорог, управляемых ФГУ «Севзапуправтордор». Таким образом, движение управляется из пяти центров, которые в настоящее время работают без взаимной увязки. Поставлена задача интеграции действующих АСУДД в агломерации для повышения эффективности их работы. Для решения данной задачи важно определить цели и задачи интеграции локальных АСУДД.

Конечная цель интеграции локальных АСУДД может быть сформулирована следующим образом:

Повышение качества жизни населения Санкт-Петербургской агломерации и развития ее экономики путем улучшения функционирования транспортной системы.

Основными целями интеграции локальных АСУДД в улучшении функционирования транспортной системы агломерации являются:

1. Повышение транспортной доступности территории Санкт-Петербургской агломерации за счет сокращения времени поездок (увеличения скорости сообщения) и их надежности (предсказуемости).

2. Обеспечение безопасности жизнедеятельности населения за счет снижения аварийности на автомобильном транспорте, улучшения экологического состояния городской среды, повышения оперативности работы специальных и аварийных служб.

Достижение данных целей будет возможно за счет решения следующих основных задач:

– повышение качества вырабатываемых управленческих решений различного уровня (от стратегических до оперативных) органами управления Санкт-Петербурга, Ленинградской области, Федеральных дирекций (ДСТО и Севзапуправтодора) и ОАО «ЗСД» и Дирекции КЗС Санкт-Петербурга, работающих в транспортном комплексе;

– повышение оперативности реализации управляющих воздействий в функционировании транспортного комплекса агломерации, независимо от ведомственной принадлежности элементов транспортного комплекса;

– повышение эффективности поведения участников движения за счет комплексного представления информации об условиях движения в агломерации.

Повышение качества вырабатываемых управленческих решений будет включать в себя решения по:

– развитию транспортной инфраструктуры и ее ремонту за счет получения информации по интенсивности и условиям движения на всех объектах автодорожной инфраструктуры независимо от ведомственной принадлежности и собственника, улучшение качества работы транспортной модели агломерации для выработки решений по строительству и реконструкции объектов, более корректному определению их параметров;

– развитию пассажирского транспорта общего пользования, так как знание условий движения помогает лучше прорабатывать маршрутную сеть, график движения подвижного состава, формирование транспортно-пересадочных узлов, особенно на стыках города и области);

– развитию ИТС, в том числе АСУДД как одного из основных элементов ИТС, так как наличие полной информации по интенсивности и условиям движения по всей улично-дорожной сети агломерации позволяет корректнее осуществлять определение потребности в развитии различных сервисных доменов ИТС, выбор технологии управления движением, мест установки периферийного оборудования и его типа;

– организации дорожного движения, поскольку в основе всех решений по организации движения лежит корректная оценка условий движения и динамики их изменения;

– оперативному управлению пассажирским транспортом общего пользования благодаря наличию объективной информации в режиме реального времени, что позволяет корректно управлять работой подвижного состава на линии, принимая обоснованные решения по устранению нештатных ситуаций, сбоев в графике работы и т. п.;

– оперативному управлению движением, что является одной из основных задач интеграции локальных АСУДД, с учетом наличия полного объема информации об интенсивности и условиях движения на всей улично-дорожной сети агломерации в режиме реального времени (принимать оперативные решения по изменению режимов светофорного регулирования, планов координации, выбору ситуационных планов регулирования, обеспечению проезда спецавтомобилей при нештатных ситуациях (ДТП, пожар и т. п.), всех видов информационного обеспечения участников движения и т. д.).

Повышение оперативности реализации управляющих воздействий в функционировании транспортного комплекса агломерации будет обеспечено за счет:

– их совместной и более быстрой выработки и принятия в едином информационном пространстве;

– совместной (одновременной) реализации принятых решений во всех локальных АСУДД;

– обеспечения контроля за реализацией управляющих воздействий и последствий их реализации на всей улично-дорожной сети агломерации в режиме реального времени.

Повышение эффективности поведения участников движения за счет комплексного представления информации об условиях движения в агломерации будет включать:

– выбор способа и маршрута поездки на этапе до транспортного информирования пользователями пассажирского транспорта общего пользования, автомобилистами и перевозчиками, осуществляющими и пассажирские, и грузовые перевозки с учетом актуальной и полной информации об условиях движения на всей улично-дорожной сети агломерации;

– принятие решений по маршруту движения и его корректировке в процессе поездки с учетом изменений условий движения на всей улично-дорожной сети агломерации;

– выбор режима движения и его корректировку с учетом получаемой информации по условиям движения;

– организацию работы спецтранспорта по обслуживанию агломерации, в том числе проезда спецавтомобилей при нештатных ситуациях.

– обеспечение аварийных и специальных служб надежной и достоверной оперативной информацией о транспортной ситуации.

Результатом достижения указанных целей будут:

– улучшение условий движения, в т. ч. задержек транспорта на перекрестках, повышение равномерности движения и средней скорости движения за счет более эффективной работы системы управления транспортным комплексом агломерации и поведения участников движения;

– повышение безопасности движения за счет улучшения условий движения и повышения уровня информированности участников движения, повышения оперативности работы специальных и аварийных служб;

– снижение негативного влияния автомобильного транспорта на окружающую среду за счет улучшения условий движения (уменьшение заторов, повышение равномерности движения);

– повышение эффективности работы предприятий Санкт-Петербурга за счет улучшения функционирования транспортного комплекса города (сокращения транспортных затрат в себестоимости продукции, снижения транспортной усталости занятого населения за счет повышения комфортности передвижений и сокращения их времени, сокращения потребности в подвижном составе за счет увеличения его эксплуатационной скорости).

Выполненный анализ отечественного и зарубежного опыта интеграции локальных АСУДД, их проблем и потребностей во взаимодействии, а также потребностей пользователей транспортного комплекса, участников движения позволили сформулировать цель и задачи интеграции локальных АСУДД.

Непосредственной целью интеграции локальных АСУДД является повышение эффективности их функционирования для улучшения качества транспортного обслуживания населения и экономики Санкт-Петербурга и Ленинградской области (прежде всего, в пределах агломерации), включая сокращение времени поездок (увеличения скорости сообщения) и надежности (предсказуемости) их осуществления, повышение безопасности движения и снижение негативного влияния автомобильного транспорта на окружающую среду.

Для реализации данной цели необходимо решение следующих задач:

1. Создание единого информационного пространства всех локальных АСУДД, включая:

– определение состава и вида данных информационного обмена и схемы информационных потоков между компонентами и сервисами локальных АСУДД;

– создание системы обмена информацией (системы связи) между локальными АСУДД;

– разработку регламента информационного обмена и технологического взаимодействия между пользователями интегрированной АСУДД, включая порядок добавления новых пользователей;

– разработку регламентов предоставления информации третьим лицам.

2. Создание системы принятия совместных управляющих воздействий в локальных АСУДД, включая:

– разработку регламентов принятия совместных управляющих воздействий в локальных АСУДД;

– разработку алгоритмов и аппаратно-программных средств реализации управляющих воздействий;

– развитие, при необходимости, дополнительного периферийного оборудования (технических систем) на стыках взаимодействующих локальных АСУДД (видеонаблюдение, детектирование, управление транспортным потоком и т. д.);

– создание единой системы контроля исполнения совместных управляющих воздействий и мониторинга условий движения на улично-дорожной сети агломерации.

3. Обеспечение нормативно-правового обеспечения функционирования системы интеграции локальных АСУДД, включая:

– разработку комплекса нормативно-правовых актов по взаимодействию локальных АСУДД, разграничения прав и обязанностей между ними;

– разработку регламентов предоставления прав доступа сторонним пользователям к данным интеграционной системы;

– подготовку и принятие распорядительных актов по взаимодействию локальных АСУДД;

– разработку критериев оценки эффективности функционирования интегрированной АСУДД и системы мониторинга ее функционирования.

Решение указанных задач, в конечном итоге, позволит существенно улучшить условия в Санкт-Петербургской агломерации, снизить аварийность и негативное влияние транспорта на окружающую среду.

УДК 629.114.42

Владимир Николаевич Степанов, канд. техн. наук,
доцент

(Санкт-Петербургский государственный
архитектурно-строительный университет)

E-mail: vnstepanov@mail.ru

Vladimir Nikolaevich Stepanov, PhD of Tech. Sci.,
Associate Professor

(Saint Petersburg State University of Architecture and
Civil Engineering)

E-mail: vnstepanov@mail.ru

БЕЗОПАСНОСТЬ КОНСТРУКЦИИ КОММУНАЛЬНЫХ МАШИН В ПРОЦЕССЕ ЭКСПЛУАТАЦИИ

SAFETY OF DESIGN OF UTILITY VEHICLES DURING THE OPERATION

На примере эксплуатации специализированными автотранспортными предприятиями Санкт-Петербурга коммунальных машин КО-713 для круглогодичной уборки дорог выполнен анализ недопустимого изменения их конструкции, опасного для других участников дорожного движения. Обращается внимание на некомпетентность должностных лиц в вопросе обеспечения безопасности конструкции таких машин в эксплуатации. Рассмотрены в совокупности требования норм и стандартов, которым должна удовлетворять конструкция плужного оборудования коммунальных машин. Приведен исчерпывающий список норм и стандартов, содержащих требования безопасности к техническому состоянию коммунальных машин.

Ключевые слова: безопасность транспортных средств, тип транспортного средства, плужное оборудование, изменение конструкции, характеристика безопасности.

On the example of operating specialized motor transport enterprises of St. Petersburg municipal vehicles КО-713 for year-round cleaning of roads analyzed unacceptable changes in their structure, a danger to other road users. Attention is drawn to the incompetence of officials in ensuring the safety of the design of such machines in operation. Considered in the aggregate requirements of norms and standards that must be met design plow equipment utility vehicles. An exhaustive list of norms and standards containing safety requirements for maintenance of municipal vehicles.

Keywords: vehicle safety, vehicle type, plough equipment, modifications, security feature.

Российская Федерация осуществляет политику применения согласованных на международном уровне технических предписаний в отношении автотранспортных средств в качестве национальных технических требований. На этом фоне эффективных усилий России по вхождению в мир цивилизованных отношений в сфере обеспечения соответствия современным требованиям безопасности автомобильного транспорта приходится с сожалением наблюдать попытки дискредитировать уже достигнутые Российской Федерацией положительные результаты.

Суть этих попыток – убедить правоприменительную систему и судебную власть Санкт-Петербурга в том, что движение коммунальных машин КО-713 и их аналогов с разукomплектованным плужным оборудованием на переднем бампере не нарушает права других участников дорожного движения на безопасность.

Дискредитацией проводимой Российской Федерацией политики в названной сфере в настоящее время совершенно открыто и безнаказанно занимаются конкретные лица Санкт-Петербурга. Эти лица работают в ОАО «Коломяжское», в Центре судебных экспертиз Северо-западного округа, в Комитете по благоустройству и дорожному хозяйству (КБДХ), в ОГИБДД УМВД РФ по Приморскому району Санкт-Петербурга, в адвокатских конторах и в Управлении по расследованию преступлений против безопасности движения (УРППБД ГСУ при ГУВД по Санкт-Петербургу и Ленинградской области). Утверждая, что машина КО-713 и ее аналоги могут эксплуатироваться с разукomплектованным плужным оборудованием, эти лица при обосновании своей неправильной позиции пренебрегают требованиями безопасности, изложенными в приведенных ниже документах.

Закон «О безопасности дорожного движения» № 196-ФЗ от 10.12.1995 [1].

Статья 3:

«Основные принципы обеспечения безопасности дорожного движения

Основными принципами обеспечения безопасности дорожного движения являются:

- приоритет жизни и здоровья граждан, участвующих в дорожном движении, над экономическими результатами хозяйственной деятельности;
- приоритет ответственности государства за обеспечение безопасности дорожного движения над ответственностью граждан, участвующих в дорожном движении;
- соблюдение интересов граждан, общества и государства при обеспечении безопасности дорожного движения».

Надо полагать, что граждане не имеют интереса быть убитыми или покалеченными тараном, установленным на бампере машины КО-713, принадлежащей государственному или частному предприятию. Приоритет же ответственности государства должен не только декларироваться законодательно, но и иметь место в реальной жизни.

Пункт 4 статьи 15:

«После внесения изменения в конструкцию зарегистрированных транспортных средств, в том числе в конструкцию их составных частей, предметов дополнительного оборудования, запасных частей и принадлежностей, влияющих на обеспечение безопасности дорожного движения, необходимо проведение повторной сертификации».

Статья 16:

«1. Техническое состояние и оборудование транспортных средств, участвующих в дорожном движении, должны обеспечивать безопасность дорожного движения».

ГОСТ Р 51709-2001 [2]. Этот государственный стандарт дает следующее определение термину «изменение конструкции автотранспортного средства (АТС): «3.10. изменение конструкции АТС: исключение предусмотренных или установка не предусмотренных конструкцией АТС составных частей и оборудования, влияющих на его характеристики безопасности».

На рис. 1 показано, какая компоновочная схема машины КО-713 предусмотрена заводом-изготовителем для уборки с дорог свежевыпавшего снега, а на рис. 2 – в каком виде машина эксплуатировалась на дорогах при отсутствии снега.

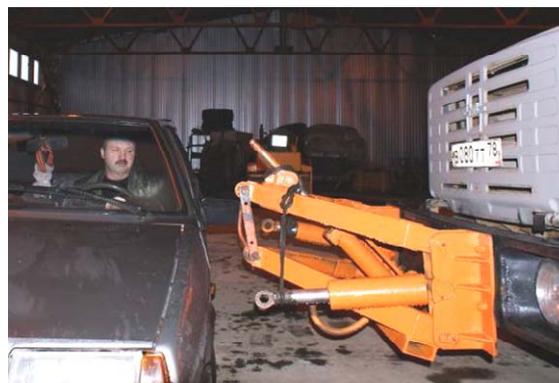


Рис. 1. Машина КО-713 с плужным оборудованием Рис. 2. Машина КО-713 с механизмом навески

«Руководство по эксплуатации КО-713.00.00.000 РЭ» [3]. Этот заводской документ, изданный в ОАО «Коммаш» г. Мценска Орловской области, содержит следующие исчерпывающие сведения о составе плужного оборудования машины комбинированной (универсальной) КО-713:

«4.2.1. Плужное оборудование состоит из плуга и механизма навески, который [механизм навески – примечание автора] включает опоры правую и левую, рамы верхнюю и нижнюю, цилиндры подъема и поворота, удлинителей правого и левого, центрального кронштейна и деталей крепления».

Поскольку механизм навески плуга никакой самостоятельной технологической функции по уборке городских дорог не выполняет, то его наличие на бампере комбинированной машины КО-713 при исключении плуга – составной части плужного оборудования – следует рассматривать как внесение в конструкцию этой машины изменений без разрешения ГИБДД.

По здравому рассуждению, такое разрешение и не может быть выдано, поскольку клиновидный механизм навески плуга (по сути – таран) делает эту машину опасной для других участников дорожного движения. Выступающие части клиновидного механизма навески располагаются на уровне жизненно важных органов людей, находящихся в салоне легкового автомобиля (см. рис. 2). При внедрении этого тарана в салон легкового автомобиля шансов на выживание у водителя и сидящего позади него пассажира не остается. Выполненный автором анализ особенностей конструкции плуга (см. рис. 1) позволяет утверждать, что при столкновении с плугом проникновения его деталей в салон легкового автомобиля не происходит, что исключает травмирование людей деталями плуга.

Пунктом 7.18 «Перечня неисправностей и условий, при которых запрещается эксплуатация транспортных средств» [4], установлен запрет на эксплуатацию транспорт-

ных средств, в конструкцию которых «внесены изменения без разрешения Государственной инспекции безопасности дорожного движения Министерства внутренних дел Российской Федерации или иных органов, определяемых Правительством Российской Федерации».

ГОСТ Р 41.61-2001 [5]. Этим государственным стандартом с 01.01.2002 г. в Российской Федерации введены в действие **Правила ЕЭК ООН № 61** (далее Правила).

Правила имеют цель «уменьшить опасность или тяжесть повреждений, получаемых человеком при ударе о наружную поверхность транспортного средства в случае столкновения».

Раздел 5 Правил «Общие предписания» содержит, в частности, следующие положения:

«5.2 Наружная поверхность транспортного средства не должна иметь какие-либо выступающие наружу части, которые могут задеть пешеходов, велосипедистов или мотоциклистов.

5.3 Любые компоненты, указанные в разделе 6, не должны иметь выступающие наружу остроконечные или режущие части или выступы, форма, размеры, направление или твердость которых могут увеличить опасность или тяжесть телесных повреждений, получаемых людьми, если их ударило или задело транспортное средство в случае столкновения».

Раздел 6 Правил «Специальные предписания» содержит, в частности, следующее положение:

«6.5.3 Такое оборудование, как буксирные сцепки и лебедки, не должно выступать за переднюю плоскость бампера. Однако допускается, чтобы лебедка выступала за переднюю плоскость бампера при условии, что в нерабочем положении она закрыта соответствующим защитным элементом, радиус кривизны которого составляет не менее 2,5 мм».

Поскольку механизм навески при отсутствии плуга никакой самостоятельной технологической функции по уборке городских дорог не выполняет, его нельзя рассматривать как самостоятельное оборудование, в связи с чем распространять на него действие п. 6.5.3 Правил неправомерно.

«Одобрение типа транспортного средства» № РОСС RU.MT15.E00351 [6]. В разделе «Общая характеристика транспортного средства», содержащемся в этом документе, приведены следующие требования к схеме компоновки машины комбинированной (универсальной) КО-713:

«Схема компоновки транспортного средства – капотная, расположение двигателя – переднее продольное; в передней части транспортного средства может быть установлено плужное оборудование или поворотные сопла поливочного оборудования; в межбазовом пространстве транспортного средства может быть установлено щеточное оборудование».

На страницах 10–13 этого документа приведены в графическом виде четыре варианта компоновки машины КО-713, ни один из которых не предусматривает наличие в передней части машины механизма навески при отсутствующем (демонтированном) плуге.

Приведенные характеристики конструктивного исполнения машины КО-713 на шасси ЗИЛ-433362, содержащиеся в «Одобрении типа транспортного средства» № РОСС RU.MT15.E00351, являются исчерпывающими и не допускают какой-либо иной трактовки. В Технических условиях ТУ 22-146.002-88, в соответствии с которыми машина КО-713 выпускалась ОАО «Коммаш» г. Мценска Орловской области, записан пункт следующего содержания: «2.6. Документом, подтверждающим безопасность конструкции машины, является Одобрение типа транспортного средства».

Тем не менее, автор является свидетелем того, как судебной властью Санкт-Петербурга предпринималась попытка представить этот документ как документ, распространяющийся исключительно на сферу производства машины КО-713 и не имеющий, якобы, отношения к ее эксплуатации.

Технический регламент о безопасности колесных транспортных средств [7].

В пункте 5 раздела 1 «Общие положения» этого документа записано: «безопасность транспортного средства» – состояние, характеризующее совокупностью параметров конструкции и технического состояния транспортного средства, обеспечивающих недопу-

стимость или минимизацию риска причинения вреда жизни или здоровью граждан, имуществу физических и юридических лиц, государственному или муниципальному имуществу, окружающей среде».

В соответствии с пунктом 106 раздела 4 «Государственный контроль (надзор) за соблюдением требований настоящего технического регламента», «выпущенное в обращение транспортное средство, имеющее одобрение типа транспортного средства, считается не соответствующим требованиям настоящего технического регламента, если конструктивные параметры и характеристики транспортного средства отличаются от зафиксированных в одобрении типа транспортного средства».

Сфера применения технического регламента охватывает транспортные средства, выпускаемые в обращение и находящиеся в эксплуатации, в том числе, в случае внесения в конструкцию транспортных средств и их компонентов изменений, влияющих на их безопасность.

В настоящее время разработка технических норм применительно к продукции российской автомобильной промышленности ведется в согласовании с деятельностью Всемирного форума для согласования правил в области транспортных средств (WP.29) [8]. Одним из главных следствий участия Российской Федерации в деятельности этого форума стала разработка национальной системы сертификации механических транспортных средств [9], основу требований которой составляют Правила ЕЭК ООН.

В своих неубедительных попытках оправдать наличие тарана на переднем бампере коммунальных машин ответственные лица из КБДХ ссылаются на ГОСТ Р 50631–93 [10].

Этот стандарт предписывает окрашивать части оборудования, выступающие за габариты коммунальных машин спереди и сзади более чем на один метр. Но разрешения на эксплуатацию коммунальных машин с разукомплектованным технологическим оборудованием этот стандарт не содержит.

Такой безответственный подход к вопросу обеспечения безопасности дорожного движения противоречит политике Российской Федерации как внутри страны, так и в части взятых ею обязательств на международном уровне, и поэтому должен пресекаться органами государственной власти.

Надо полагать неправильным положение дел, когда бремя по защите результатов, достигнутых Российской Федерацией в сфере обеспечения соответствия транспортных средств современным требованиям безопасности ложится исключительно на тех, кто пострадал от установленного на машине КО-713 механизма навески (фактически – тарана).

Пытаясь обосновать якобы имеющуюся правомерность эксплуатации машин КО-713 с тараном на переднем бампере, ответственные лица названных организаций тем самым совершенно сознательно выступают за создание на дорогах общего пользования условий, при которых гибель людей в ДТП оказывается неизбежной, – независимо от того, кто из водителей нарушил ПДД.

Публикация этого материала преследует очевидную цель – обратить внимание органов государственной власти на эту проблему и высказать по этой проблеме официальную позицию. **Государственная власть не имеет права оставаться сторонним наблюдателем названной проблемы.** Если гражданин, занимающий должность, обязывающую его заниматься вопросами безопасности дорожного движения, действует вопреки положениям названных документов, то он должен освободить эту должность и не наносить ущерба престижу государства. А если гражданин этого не понимает, то государство, упустив власть, должно защитить себя от действий такого гражданина.

Правомерно полагать, что уполномоченные органы государственной власти должны потребовать от руководителей названных выше организаций прекратить дискредитацию политики Российской Федерации в сфере обеспечения соответствия транспортных средств современным требованиям безопасности и обязать их принять меры по устранению правового нигилизма в этой сфере.

Литература

1. О безопасности дорожного движения [Электронный ресурс]: Федер. закон от 10 декабря 1995 г. № 196-ФЗ: принят Гос. Думой Федер. Собр. Рос. Федерации 15 ноября 1995 г.: с изм., внесенными Федер. законом от 14 июня 2012 г. № 78-ФЗ // URL: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_8585/ (дата обращения: 20.03.2015).
2. ГОСТ Р 51709–2001. Автотранспортные средства. Требования безопасности к техническому состоянию и методы проверки / Госстандарт России. – М.: Изд-во стандартов, 2001. – 39 с.
3. Машина комбинированная (универсальная) КО-713. Руководство по эксплуатации КО-713.00.00.000 РЭ. – ОАО «Мценский завод коммунального машиностроения». – 107 с.
4. Правила дорожного движения 2012 (со всеми изменениями в правилах и штрафах 2012 года). – М.: Эксмо, 2012. – 96 с. : ил. (Автошкола).
5. ГОСТ Р 41.61–2001 (Правила ЕЭК ООН № 61). Единообразные предписания, касающиеся официального утверждения грузовых транспортных средств в отношении их наружных выступов, расположенных перед задней панелью кабины водителя / Госстандарт России. – М., 2001. – 17 с.
6. Одобрение типа транспортного средства № РОСС RU.МТ15.Е00351: [зарегистрирован в гос. реестре 13 февраля 2001 г.; действителен до 03 января 2004 г.] / Система сертификации ГОСТ Р; Госстандарт России; Система сертификации механических транспортных средств и прицепов. – СПб.: Центр сертификации продукции строительного дорожного и коммунального машиностроения фонда «СКМ» (ЦС «СКМ») № РОСС RU.0001.11МТ15 от 31.03.99 г. – 13 с.
7. Технический регламент о безопасности колесных транспортных средств: [утверждено постановлением Правительства Российской Федерации от 10 сентября 2009 г. № 720 (с изм., внесенными постановлением Правительства Российской Федерации от 10 сентября 2010 г. № 706)]. – 283 с.
8. Соглашение о введении глобальных технических правил для колесных транспортных средств, предметов оборудования и частей, которые могут быть установлены и/или использованы на колесных транспортных средствах: [заключено в г. Женеве 25.06.1998].
9. Правила по проведению работ в системе сертификации механических транспортных средств и прицепов: [утверждены постановлением Госстандарта РФ от 1 апреля 1998 г. № 19]. – 84 с.
10. ГОСТ Р 50631–93. Машины для городского коммунального хозяйства и содержания дорог. Специальные требования безопасности: [утвержден и введен в действие Постановлением Госстандарта России от 30 декабря 1993 г. № 310]. Введ. впервые 1995-01-01. – М.: Госстандарт России, 1994. – 5 с.

СЕКЦИЯ ФИЗИЧЕСКОГО ВОСПИТАНИЯ

УДК 796.015

Михаил Борисович Колесников, старший преподаватель
(Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет)

Наталья Валерьевна Луткова, канд. пед. наук, доцент
(Национальный государственный университет физической культуры, спорта и здоровья им. П.Ф. Лесгафта)

*E-mail: michel-63@mail.ru,
nataliya_lutkova@mail.ru*

Mikhail Borisovich Kolesnikov, Senior Lecturer
(Saint Petersburg State University of Architecture and Civil Engineering)

Natalia Valeryevna Lutkova, PhD of Pedagogic Sci., Associate Professor
(P. F. Lesgaft National State University of Physical Education, Sport and Health)

*E-mail: michel-63@mail.ru,
nataliya_lutkova@mail.ru*

ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ВЫПОЛНЕНИЯ ПЕРЕДАЧ ОДНОЙ РУКОЙ В БАСКЕТБОЛЕ

IMPROVING THE EFFICIENCY OF PASSING WITH ONE HAND IN BASKETBALL

О повышении эффективности выполнения передачи одной рукой на основе развития телесной, предметной и смешанной ловкости в процессе занятий баскетболом. Содержание заданий, направленных на развитие трех видов ловкости, в ходе занятий баскетболом. Средства учебно-тренировочного процесса, направленные на развитие ловкости у баскетболисток 17–18 лет. Показатели эффективности выполнения передачи одной рукой у баскетболисток 17–18 лет в ходе игр. Показатели скоростно-силовых способностей,

взрывной силы мышц ног, динамической силы мышц ног и рук, различных видов ловкости. Показатели техники выполнения передачи одной рукой у баскетболисток 17–18 лет.

Ключевые слова: баскетбол, эффективность передачи одной рукой, виды ловкости, средства учебно-тренировочного процесса, показатели технической подготовленности, показатели физической подготовленности.

The article is about improving the efficiency of passing with one hand based on the development of body, subject and mixed mobility in the process of playing basketball. The content of tasks aimed at the development of three types of mobility, during the course of basketball. Means of training process to develop dexterity in basketball players of 17-18 years. Indicators of the effectiveness of the transmission of one hand on basketball players aged 17-18 in the games. Performance speed-strength abilities of explosive force of leg muscles, dynamic muscle strength of hands and feet, various kinds of mobility. Passing performance one hand at basketball players of 17-18 years.

Keywords: basketball, efficiency of passing with one hand, the types of mobility, means of the training process, indicators technical preparedness, indicators of physical preparedness.

По мнению Е. Р. Яхонтова, ловкость лежит в основе практически всех игровых действий баскетболистов [1, с. 79–80]. В учебнике Спортивные игры передача мяча в баскетболе определяется как «прием техники владения мячом в нападении, с помощью которого игрок направляет мяч партнеру для продолжения атаки» [2, с. 176].

В современной научной литературе по спортивным играм, баскетболу в частности, достаточно подробно раскрыты вопросы техники выполнения передач одной рукой, методики обучения и совершенствования передач в баскетболе, критерии оценки техники выполнения передачи одной рукой. В научной литературе по спортивной подготовке подробно раскрыты понятия ловкость и критерии ее оценки [3–6]. Однако, вопрос повышения эффективности выполнения передач одной рукой в процессе занятий баскетболом, на основе развития всех видов ловкости, представляется наименее изученным. Поэтому выбор темы является актуальным.

Нами была сформулирована цель исследования: корректировка содержания учебно-тренировочных занятий, предусматривающих рост эффективности выполнения передач одной рукой у баскетболисток 17–18 лет на основе включения в него заданий по трем видам ловкости.

Для поэтапного исследования были сформулированы задачи исследования:

1. Проанализировать эффективность передач одной рукой в ходе игровой деятельности баскетболисток.
2. Определить показатели, влияющие на выполнение передачи мяча одной рукой в баскетболе.
3. Проанализировать показатели ловкости у баскетболисток.
4. Составить задания, предусматривающие развитие ловкости у баскетболисток для выполнения передач одной рукой, и проверить эффективность их применения.

Объект исследования: учебно-тренировочные занятия, направленные на динамику показателей эффективности передач одной рукой у баскетболисток.

Предмет исследования: средства учебно-тренировочных занятий, предусматривающие развитие трех видов ловкости для выполнения передач одной рукой в баскетболе.

Для решения поставленных задач использовались дидактические методы исследования.

Методологической основой проведенного исследования явились: положения теории и методики физической культуры, спорта, спортивных игр.

Практическая значимость исследования заключается в конкретизации средств развития трех видов ловкости для выполнения передач одной рукой в баскетболе.

Педагогическое наблюдение в ходе соревновательной деятельности проводилось для определения показателя эффективности выполнения передачи одной рукой у баскетболисток. До проведения педагогического эксперимента показатели эффективности вы-

полнения передач одной рукой в двух группах имеют статистически достоверные различия (показатели в группах $39,3 \pm 0,8$ и $33 \pm 0,5$ соответственно).

Для определения физических и технических показателей, влияющих на выполнение передачи мяча в баскетболе, спортсменки должны были выполнить 9 контрольных упражнений (тестов). В исследовании использовались следующие, общепринятые в физической культуре, контрольные упражнения (тесты): прыжок вверх с места; прыжок в длину с места; метание набивного мяча весом 1 кг из-за головы двумя руками, из исходного положения сидя; бег 30 м; челночный бег 3×10 м.; три кувырка вперед; ведение баскетбольного мяча с изменением направления движения; челночный бег с ведением мяча; передача одной рукой от плеча.

Обработка и анализ полученных результатов спортивно-педагогического тестирования позволят сделать вывод, что две группы, участвующие в исследовании, могут считаться однородными по показателям физической и технической подготовленности. Обработка результатов на основе использования Т-критерия Стьюдента не выявила существенных различий между выявленными показателями в группах. Группы имеют различия по показателям ловкости в каждом из трех контрольных упражнений, соответствующих предметной, телесной и смешанной ловкости.

В качестве экспериментальной группы нами была выбрана группа, в которой были определены низкие показатели эффективности игровой деятельности трех видов ловкости.

Далее, мы составили задания, предусматривающие развитие ловкости у баскетболисток.

Задания составлены по следующим направлениям:

Направление 1. Развитие телесной ловкости.

Направление 2. Развитие предметной ловкости.

Направление 3. Развитие смешанной ловкости.

Пример задания из 1 направления: Мяч катится по земле с постоянной скоростью. Игроки перепрыгивают через катящийся мяч на одной или двух ногах. Проводится как соревнование: побеждает тот, кто сделает больше прыжков от лицевой линии до центральной линии или противоположной лицевой линии.

Пример задания из 2 направления: Бросок мяча в стену с расстояния 1,5–2 метра и ловля его двумя, а затем одной рукой. Темп бросков постепенно ускоряется.

Пример задания из 3 направления: Различные виды бега и прыжков с одновременным ведением двух мячей: с высоким подниманием бедра, выбрасывая прямые ноги вперед, прыжки на двух ногах и на одной ноге.

В ходе учебно-тренировочного процесса выполнялись по два задания из каждого направления, с учетом учебного программного материала. Задания выполнялись на фоне полного восстановления организма занимающихся в течение 10–25 минут. Включение новых заданий проводилось в начале недельного цикла. Составленные задания выполнялись в период трех месяцев.

Далее мы проверили эффективность включения в занятия составленных заданий. Нами были определены повторные показатели физической, технической подготовленности баскетболисток и эффективность их игровой деятельности.

Анализ полученных результатов свидетельствует, что в экспериментальной группе выявлена положительная динамика показателей по трем видам ловкости. Группы являются однородными по этим показателям. Обработка результатов на основе использования Т-критерия Стьюдента не выявила существенных различий между группами. Внутри экспериментальной группы выявлены существенные различия по четырем тестам. Динамика показателей после педагогического эксперимента: кувырки вперед – $5,33 \pm 0,15$ и $5,19 \pm 0,13$; ведение мяча с заданием – $11,0 \pm 0,7$ и $10,6 \pm 0,4$; челночный бег с ведением мяча – $11,9 \pm 1,6$ и $11,1 \pm 0,3$; передача мяча – $19,3 \pm 0,5$ и $20,4 \pm 0,4$ соответственно.

Запись игр проводилась для определения показателей эффективности действий баскетболисток в игре. Полученные результаты свидетельствуют, что в экспериментальной группе эффективность передач имеет положительную динамику (показатель в группе после эксперимента $41,9 \pm 0,6$), этот показатель не имеет существенных различий с показателем во второй, контрольной группе, (показатель в этой группе $42,0 \pm 0,8$).

Литература

1. Яхонтов Е. Р. Физическая подготовка баскетболистов: учебное пособие / Е. Р. Яхонтов; СПбГУФК им. П.Ф. Лесгафта. – СПб.: Олимп, 2006. – 134 с.
2. Спортивные игры: Техника, тактика, методика обучения: Учеб. для студ. высш. пед. учеб. заведений / Ю. Д. Железняк, Ю. М. Портнов, В. П. Савин, А. В. Лексаков. – М.: Издательский центр «Академия», 2002. – 520 с.
3. Зацюрский В. М. Физические качества спортсмена: Основы теории и методики воспитания / В. М. Зацюрский. – М.: Советский спорт, 2009. – 200 с.
4. Теория и методика физической культуры: учебное пособие / под ред. Ю. Ф. Курамшина, В. И. Попова; СПбГАФК им. П.Ф. Лесгафта. – СПб., 1999. – 394 с.
5. Лях В. И. Координационные способности: диагностика и развитие / В. И. Лях. – М.: ТВТ Дивизион, 2006. – 290 с.
6. Никитин С. Н. Ловкость – история, проблемы, перспективы: монография / С. Н. Никитин; СПбГУФК им. П.Ф. Лесгафта. – СПб., 2005. – 160 с.

УДК 796.012.35

Наталья Сергеевна Лешева, старший

преподаватель

(Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет)

Татьяна Александровна Гринева, старший

преподаватель

(Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет)

E-mail: lesheva.1974@mail.ru,

tatyana-grinev@mail.ru

Natalya Sergeyevna Lesheva,

Senior Lecturer

(Saint Petersburg State University of Architecture and Civil Engineering)

Tatyana Aleksandrovna Grineva,

Senior Lecturer

(Saint Petersburg State University of Architecture and Civil Engineering)

E-mail: lesheva.1974@mail.ru,

tatyana-grinev@mail.ru

РОЛЬ СПОРТИВНЫХ ПРАЗДНИКОВ В ФОРМИРОВАНИИ ЗДОРОВОГО ОБРАЗА ЖИЗНИ СТУДЕНТОВ СТРОИТЕЛЬНЫХ ВУЗОВ

ROLE OF SPORTS FESTIVALS IN THE FORMATION OF HEALTHY LIFESTYLES STUDENTS OF ENGINEERING UNIVERSITIES

Занятия физической культурой в высшем учебном заведении должны не только обеспечивать гармоничное развитие физических качеств и формировать профессионально-прикладные навыки и умения, но и прививать интерес к систематическим занятиям физической культурой и спортом, мотивировать студента к здоровому образу жизни, учить его сохранять здоровье не только в период обучения, но и в последующей профессиональной деятельности. Массовые спортивные соревнования и праздники лучше других обеспечивают привлекательность физкультурно-спортивных занятий, стимулирует студентов к физическому и духовно-нравственному совершенствованию. На основе педагогического опыта нами предложен метод формирования здорового образа жизни студентов посредством проведения спортивного праздника по танцевальной аэробике в строительном вузе.

Ключевые слова: здоровый образ жизни, студенческая жизнь, спортивные мероприятия, спортивные танцы, аэробика, гимнастика.

Physical trainings in universities should provide not only harmonic development of physical qualities and teach professional skills and abilities, but also inculcate to systematic physical training, motivate student to a healthy way of life and teach him to save his health during studying and in future life. Public sport competitions and festivals better than others ensure attractiveness of sports and stimulate students to the physical, spiritual and moral perfection. Based on teaching experience, we suggest the methods for healthy lifestyle of students through sports activities in engineering universities.

Keywords: healthy lifestyle, student life, sport events, sport dancing, aerobics, gymnastics.

Напряженный ритм жизни требует от современного человека целеустремленности, уверенности в своих силах, упорства и, конечно же, здоровья. В то же время, отсутствие эмоционально-психологического благополучия в ВУЗе может привести к деформации личности студента, к уменьшению возможностей эмоционального контакта с окружающими, возрастанию трудностей в установлении новых социальных отношений. Поэтому в современных условиях актуальными задачами являются привитие интереса к физической культуре и спорту, мотивации к здоровому образу жизни, в том числе и посредством спортивных мероприятий [4].

По мнению Лисицина Ю. П. [2], спорт представляет собой физическую и интеллектуальную деятельности, организованные по определенным правилам и совершаемые с целью соревнования, а также целенаправленную подготовку к ним путем развития необходимых физических качеств – тренировки.

Деятельность в сочетании с отдыхом, стремлением постепенного улучшения физического здоровья, повышением уровня интеллекта, улучшением личных и групповых рекордов, может быть организована как праздник, с привлечением огромной массы людей.

Спортивные праздники – одна из форм привлечения студентов к систематическим занятиям физическими упражнениями. Эстафеты и игры, используемые в программе праздника, способствуют развитию физических качеств, совершенствованию деятельности основных физиологических систем организма (нервной, сердечно-сосудистой, дыхательной), воспитанию положительных морально-волевых качеств, создают благоприятные условия для воспитания дружеских отношений в коллективе.

Спортивный праздник нацелен на воспитание положительных эмоций, высокую двигательную активность, свободное и непринужденное взаимопонимание, способствует повышению работоспособности, что крайне важно при умственной работе [3].

Задачи спортивных праздников:

- Сформировать здоровый образ жизни.
- Воспитать стойкий интерес к физкультуре и спорту, к личным достижениям, к спортивным событиям нашей страны и всего мира.
- Развить творческую активность, инициативу, коммуникативные способности.
- Продемонстрировать спортивные достижения.
- Воспитать интерес к народным традициям.
- Сформировать познавательную активность.
- Воспитать нравственные качества.

Дубровский В. И. [1] по двигательному содержанию делит спортивные праздники на:

- Комбинированные. Они строятся на основе сочетания разных видов физических упражнений.
 - На основе спортивных игр (проведение между параллельными группами чемпионата по футболу, баскетболу, хоккею и т. д.)
 - На основе спортивных упражнений.
 - На основе подвижных игр, аттракционов, забав.
 - Интегрированные. В содержание этих праздников, наряду с двигательными заданиями, включаются элементы познавательной, изобразительной деятельности.

Спортивные праздники по методам проведения разделены на:

- Игровые.
- Соревновательные.
- Сюжетные. Выполнение двигательных заданий осуществляется в соответствии с рассказом ведущего, а все игры и упражнения связываются единой темой и идеей.
 - Творческие. Их цель – формирование творческой активности, умения самостоятельно принимать решения, инициативы.

Важнейший итог праздника – радость от участия, победы, общения и совместной деятельности.

Для того чтобы сделать выводы о формировании здорового образа жизни студентов посредством проведения спортивных праздников, рассмотрим мероприятие, организованное в Санкт-Петербургском государственном архитектурно-строительном университете.

3 декабря 2014 года команды студентов различных факультетов, с заранее подготовленной программой, исполнили различные вариации на тему танцевальной аэробики. Выступления были исполнены красиво и профессионально, в них присутствовали элементы художественной гимнастики и современных танцев. Многим студентам, сидевшим в зале, захотелось открыть для себя мир танцев, аэробики, художественной гимнастики, хореографии и других видов спорта. За две-три минуты ребята старались показать на сцене все, что они умеют, используя различные танцевальные стили. Чемпионат ГАСУ по танцевальной аэробике проходил в двенадцатый раз. Самыми активными, как обычно, были студенты-архитекторы, которые и в спорте проявили свои творческие, креативные способности. Выступление оценивалось по следующим критериям: оригинальность, синхронность, впечатления от костюмов и выбранной музыки, артистичности выступающих. Первое место единогласно было отдано команде общестроительного факультета. Ребята посвятили свой номер выбранной ими профессии. Команда состояла из восемнадцати человек: 8 мальчиков и 10 девочек. Ребята тренировались каждый день в течение трех недель. В своем номере они совместили элементы профессионального спорта (акробатики, аэробики, художественной гимнастики) с различными танцевальными направлениями (хип-хоп, джаз-модерн, брейк-данс, ирландские танцы и другие). Также они подобрали оригинальные костюмы.

Среди студентов-первокурсников первое место заняли архитекторы, исполнившие номер восточных танцев. Архитекторы-второкурсники танцевали зумбу. Поэтому зрители могли познакомиться с разными направлениями и стилями танцев.

Был проведен опрос среди зрителей, посетивших наш спортивный праздник. Им было задано 2 вопроса:

1. Как вы считаете, способствуют ли такие праздники формированию ЗОЖ?
2. Захотелось ли вам заняться физкультурой и спортом после посещения этого мероприятия?

Варианты ответов: Да/ Нет/ Не знаю.

На первый вопрос положительно ответили 93 % респондентов, 7 % затруднились с ответом. На второй вопрос 72 % респондентов ответили утвердительно, 9 % – отрицательно, 19 % затруднились с ответом.

Также мы спросили у непосредственных участников соревнований, что им дало участие в данном мероприятии?

И предложили следующие варианты ответов:

- Новые знакомства
- Разочарование
- Хорошее настроение
- Опыт выступления на сцене
- Ничего не дало
- Новые двигательные навыки
- Плохое настроение
- Желание самосовершенствоваться
- Отбило желание заниматься дальше
- Долги по учебе

Из 36 респондентов только двое ответили, что имеют долги по учебе. Все остальные выбрали положительные варианты ответов.

В результате совмещения дружеского соревнования и показательного выступления получился увлекательный, как для зрителей, так и для участников, спортивный праздник, который точно должен привлечь студентов к спорту и здоровому образу жизни.

Исходя из вышесказанного, очевидно, что спортивные праздники необходимы. А в строительных вузах особенно. Ведь занимаясь умственной деятельностью, чертежами, создавая проекты, студенты нередко забывают следить за своим здоровьем, что приводит к ухудшению не только физического, но и эмоционального состояния, а как следствие – к ухудшению нервной системы. И, как итог, происходит снижение работоспособности.

Спортивные мероприятия нужно создавать для того, чтобы напоминать студентам о том, что здоровье – это самая главная вещь в жизни. И чтобы его поддерживать, нужно ежедневно заниматься спортом, который невероятно многогранен, как показывают спортивные праздники.

Литература

1. Дубровский В. И. Валеология. Здоровый образ жизни / В. И. Дубровский. – М., 1996. – 200 с.
2. Лисицын Ю. П. Общественное здоровье и здравоохранение / Ю. П. Лисицын. – М.: ГЭОТАР-МЕД, 2002. – 520 с.
3. Мартыненко А. В. Формирование здорового образа жизни молодежи / А. В. Мартыненко. – М.: Медицина, 1988. – 224 с.
4. Семченко Л. Н. Социальное благополучие и уровень здоровья студенческой молодежи по данным ее самооценки / Л. Н. Семченко, С. А. Батрымбетова // Гуманитарные методы исследования в медицине: состояние и перспективы. – Саратов: СГМУ, 2007. – С. 136–138.

УДК 796.062

Юрий Иванович Логинов, канд. пед. наук,
доцент
(Санкт-Петербургский государственный
архитектурно-строительный университет)
Василий Васильевич Вольский, канд. пед. наук,
доцент
(Санкт-Петербургский государственный
архитектурно-строительный университет)
E-mail: 79030958148@yandex.ru,
www1962@mail.ru

Yuri Ivanovich Loginov, PhD of Pedagogic Sci.,
Associate Professor
(Saint Petersburg State University of Architecture and
Civil Engineering)
Vasily Vasilyevich Volskiy, PhD of Pedagogic Sci.,
Associate Professor
(Saint Petersburg State University of Architecture and
Civil Engineering)
E-mail: 79030958148@yandex.ru,
www1962@mail.ru

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ СРЕДСТВ СИСТЕМЫ ТАЙ-БО НА ЗАНЯТИЯХ ПО ФИЗИЧЕСКОЙ КУЛЬТУРЕ

USE OF PROCEEDS OF TAI-BO IN THE CLASSROOM FOR PHYSICAL EDUCATION

В статье рассматривается вопрос о привлечении средств тай-бо как еще одной из эффективных методов проведения занятий по физической культуре в ВУЗе. Авторы утверждают, что процесс овладения простейшими приемами рукопашного боя можно усовершенствовать средствами и приемами современных направлений фитнеса. Тай-бо – это смесь элементов аэробики, фитнеса, тхэквондо, танцевальных движений и бокса. Благодаря танцевальным и аэробным нагрузкам тай-бо снискало репутацию «боевого фитнеса». Специалистами установлено, что 1 час тренировки тай-бо по энергетическим затратам можно сравнить с 10 –километровым забегом и потерей около 800 килокалорий. Такие тренировки, как ничто другое, способствует быстрому похудению, и позволяют держать свое тело и фигуру в превосходной форме.

Ключевые слова: фитнес, прикладной навык, физические упражнения, рукопашный бой, аэробика.

This article deals with the issue of using of tae-bo as one more effective methods of employment physical training in university. The authors argue that the process of mastering the simplest methods of unarmed combat can be improved by methods and techniques of modern trends of fitness. Tae-bo is a mixture of elements of aerobics, fitness, taekwondo, dance movements and boxing. Through dance and aerobic exercises tae-bo has earned the reputation of "combat fitness." Specialists found that 1:00 workout tae-bo on energy costs can be compared to

10 kilometers of the race and the loss of about 800 calories. Such training like nothing else facilitates rapid weight loss and helps to keep excellent shape.

Keywords: fitness, applied skill, physical exercise, hand to hand combat, aerobics.

В настоящее время, в связи с введением Общероссийского физкультурного комплекса ГТО, резко возрастает значение занятий по физической культуре. В связи с чем перед специалистами физической культуры стоит задача обеспечения необходимого уровня физической подготовленности студентов. На современном этапе реформирования системы образования становится актуальным поиск новых методов физического развития.

Студенты ГАСУ занимающиеся физической культурой по направлению самообороны овладевают простейшими приемами и действиями рукопашного боя. Опыт проведения учебно-тренировочных занятий по рукопашному бою со студентами выявил, что процесс овладения простейшими приемами рукопашного боя можно усовершенствовать средствами и приемами современных направлений фитнеса. Это позволит еще больше заинтересовать студентов заниматься рукопашным боем и приобщит их к совершенствованию, столь важного прикладного навыка. Изученный нами многолетний опыт проведения тренировочных занятий ведущих инструкторов фитнес-клубов показал, что занятия тай-бо – это один из наиболее лучших способов совершенствования приемов и действий рукопашного боя без оружия для студентов.

Что же такое тай-бо? Это система физических упражнений, включающая в себя приемы и действия из различных видов единоборств (бокса, кикбоксинга, тейквондо, ушу и т. д.), силовой подготовки, элементов танцевальной аэробики и упражнений, направленных на развитие гибкости. Создание столь популярной методики тренировки принадлежит чемпиону мира по карате Билли Блэнксу.

В 90-х годах Билли Блэнкс, чемпион мира по восточным единоборствам, создал тай-бо, ориентируясь на элементы карате и кикбоксинга, тейквондо, а также включил туда некоторые моменты танцевальной аэробики. В результате получилось своеобразное боевое искусство, которое обладает присущими всем восточным видам борьбы своей философией и этикой, где разработана определенная стратегия [2]. С каждым годом система занятий тай-бо приобретает все большую популярность среди гражданского населения. Секрет успеха тай-бо в том, что это, по сути это боевая аэробика. Если обратиться к истории, то можно узнать, что упражнения тай-бо разрабатывались как техника фитнес-тренировок для мужчин.

Сегодня тай-бо популярно в большей степени среди женщин, чем среди мужчин. И этому есть свое объяснение. Слабый пол привлекает, прежде всего, то, что тай-бо сочетает в себе эффективную тренировку которая способствует приобретению хорошей физической тренированности и приобретение навыков в способах самообороны [1]. Правильно подобранные и исполненные упражнения из тай-бо препятствуют накоплению лишнего веса, повышают эмоциональный настрой, тренируют и развивают крепкое сильное тело. тай-бо способствует развитию выносливости, укрепляет сердечно-сосудистую и опорно-двигательную системы организма, тело становится более спортивным, мышцы подтягиваются. Занятия тай-бо также приобретает профилактическое направление адаптации к мышечным нагрузкам.

Для того чтобы освоить систему упражнений тай-бо, совершенно не нужна ни хореографическая, никакая другая подготовка, не нужны дорогие и громоздкие тренажеры для занятий.

Преподавателями кафедры Физической воспитания ГАСУ были сформированы выводы что, данные упражнения можно с легкостью перенести в программы подготовки по рукопашному бою студентов. Включая приемы и действия из тай-бо, можно комплексно развивать основные физические качества и сформировать важный прикладной навык.

Большая часть приемов тай-бо силовые, приемы и действия включают в себя интенсивную работу руками и ногами, задействуют мышцы пресса. Резкие движения требуют больших энергетических затрат.

Тай-бо учит атаковать и защищаться на фоне значительных физических нагрузок.

Важную роль играет психологический настрой. Он достигается медитацией и дыхательными упражнениями, заимствованными из восточных практик тай-цзы, ушу и цигуна, создают условия для поддержания в крови высокого уровня адреналина. Боевые приемы, которые отрабатываются на тренировках, способствуют достижению такого психоэмоционального состояния, которое помогает без вреда для организма увеличивать объем нагрузки в процессе занятия. Тай-бо подходит не только для смелых и решительных: даже самые робкие и застенчивые могут приобрести благодаря занятиям уверенность в себе, зарядиться энергией, сформировать образ победителя [2; 3].

Тай-бо отлично подходит в качестве разрядки после напряженного трудового дня или утренней разминки. Для этого достаточно 15 минут. За это время можно сделать пару несложных ударов и завершить тренировку медитацией, расслабляющими дыхательными упражнениями [2; 3]. Полноценное же учебно-тренировочное занятие, которое сможет лучше, сформировать навык в рукопашном бое должно длиться не менее 60 минут и включать как можно больше различных комбинаций приемов и действий.

В структуру учебно-тренировочного занятия тай-бо входят основные приемы и действия рукопашного боя: передвижения различным способом, удары, причем как ногами, так и руками. Изначально на занятиях для определения приемов используются иностранные названия в виду их изобретения в США: джеп-прямой удар рукой; хук-боковой удар рукой; апперкот-удары рукой снизу; фронт кик-удар ногой вперед прямо; сайд кик-удар ногой в сторону; бэк кик-удар ногой назад. Для проведения занятий тай-бо у нас, вполне подойдут названия приемов из Общего комплекса приемов рукопашного боя без оружия РБ-1 из системы физической подготовки в ВС РФ. Каждый прием выполняется по 20–30 раз. Также, для увеличения физической нагрузки, допускается выполнение ударов руками и ногами с легкими, 0,5–1 кг, отягощениями. Идеально для этого подойдут небольшие гантели и специальные утяжелители, надеваемые на ноги.

Подготовительная и основная часть занятия проводится под ритмичное и бодрое музыкальное сопровождение. Заключительная часть сопровождается более спокойной музыкой способствующей психологической разгрузке и выполнению упражнений на гибкость.

Очень важно для тай-бо не выполнять удары с полной амплитудой движений! И руки, и ноги должны быть немного согнуты и не разгибаться при ударе до конца. Это необходимые условия избежать возможных травм [3].

На занятиях боевой аэробикой может, применяется использование макивар-специальных подушек для нанесения ударов или боксерских мешков.

Таким образом, на современном этапе становится актуальным включение в учебные занятия по физической культуре средств и приемов тай-бо, для более качественной подготовки студентов ВУЗов к успешному выполнению норм ГТО.

Литература

1. Тай-бо: на пути к физическому совершенству [Электронный ресурс] // Каталог: [сайт]. 2012. URL:http://moikompass.ru/compass/taj_bo.
2. Женская энциклопедия [Электронный ресурс] [сайт] // URL:<http://womanwiki.ru/w/Тайбо>.
3. [Электронный ресурс] URL: <http://taybo.narod.ru/>

УДК 796.011.3

Ольга Вячеславовна Миронова, канд. пед. наук,
доцент
(Санкт-Петербургский государственный
архитектурно-строительный университет)
Александр Васильевич Караван, канд. пед. наук,
профессор
(Санкт-Петербургский государственный
архитектурно-строительный университет)
Константин Николаевич Дементьев, канд. пед.
наук, профессор
(Санкт-Петербургский государственный
архитектурно-строительный университет)
Оксана Викторовна Пристав, канд. психол. наук,
доцент
(Российский государственный педагогический
университет им. А. И. Герцена)
E-mail: mironova.olga@gmail.com,
karavan-62@mail.ru,
dementevkn2013@yandex.ru,
o-pristav@bk.ru

Olga Vyacheslavovna Mironova, PhD of Pedagogic
Sci., Associate Professor
(Saint Petersburg State University of Architecture and
Civil Engineering)
Alexandr Vasilyevich Karavan, PhD of Pedagogic Sci.,
Professor
(Saint Petersburg State University of Architecture and
Civil Engineering)
Konstantin Nikolaevich Dementev, PhD of Pedagogic
Sci., Professor
(Saint Petersburg State University of Architecture and
Civil Engineering)
Oksana Viktorovna Pristav, PhD of Pedagogic Sci.,
Associate Professor
(Herzen State Pedagogical University
of Russia)
E-mail: mironova.olga@gmail.com,
karavan-62@mail.ru,
dementevkn2013@yandex.ru,
o-pristav@bk.ru

**К ВОПРОСУ ПОСТРОЕНИЯ СИСТЕМЫ БАЛЛЬНО-РЕЙТИНГОВОЙ
АТТЕСТАЦИИ СТУДЕНТОВ УНИВЕРСИТЕТА ПО ДИСЦИПЛИНЕ
«ФИЗИЧЕСКАЯ КУЛЬТУРА»**

**TO THE QUESTION OF BUILDING A SYSTEM OF GRADE-A RATING
EVALUATION OF UNIVERSITY STUDENTS ON THE DISCIPLINE OF “PHYSICAL
CULTURE”**

Федеральные государственные стандарты высшего профессионального образования предполагают формирование содержания учебной дисциплины в соответствии с модульным принципом организации процесса обучения на основе балльно-рейтингового подхода. Система балльно-рейтингового оценивания предполагает высокий уровень посещаемости занятий вследствие включения у обучающихся понимания системы оценивания, понимания влияния успешности освоения курса дисциплины «Физическая культура» на прохождение курса обучения в вузе. Преподавателю необходимо способствовать осознанию студентом результата своего физического совершенствования, необходимого для целесообразного использования в профессиональной деятельности, для повышения в дальнейшем своего социального статуса в обществе. В статье изложена возможная система организации балльно-рейтинговой аттестации студентов по дисциплине «Физическая культура» Санкт-Петербургского государственного архитектурно-строительного университета. Также в работе раскрыты возможности привлечения различных педагогических технологий для построения единой личностно-ориентированной модели оценивания достижений студентов с использованием балльно-рейтингового подхода. В том числе – использование средств массовой информации, спортивные мероприятия с будущими коллегами.

Ключевые слова: аттестация студентов, модульное обучение, балльно-рейтинговая система, физическая культура, спортивные мероприятия.

Federal state standards of higher professional education involve the formation of the content of the discipline in accordance with the modular principle of organization of learning process based on a point rating approach. The system of score-rating assessment requires a high level of attendance due to the inclusion of students' understanding of the assessment system, understanding the impact of the success of the course of discipline "Physical Education" for the course of study at the University. Teachers need to promote student awareness of the result of his physical development necessary for appropriate use in professional activity, to improve further their social status in society. The article describes the possible organization system of score-rating assessment of students in the discipline "Physical Education" in Saint-Petersburg State University of Architecture and Civil Engineering. Also, the article discloses the possibility of the involvement of various pedagogical techniques for constructing of a unified personality oriented model of assessment of student's achievement using score-rating approach.

Keywords: certification of students, modular education, score-rating system, physical education, sports events.

Стандарты нового поколения высшей школы подразумевают в обязательном порядке конструирование содержания учебной дисциплины в соответствии с модульным принципом организации процесса обучения на основе балльно-рейтингового подхода. Это позволяет, при сохранении уникальности каждой из них (учебной дисциплины), в рамках высшей школы способствовать созданию широкого поля для свободы преподавания и обучения в рамках единого образовательного пространства.

Содержание дисциплины «Физическая культура» для нефизкультурных вузов направлена на решение ряда задач: формирование у студентов высоких моральных, волевых и физических качеств, готовности к высокопроизводительному труду, а также содействие укреплению здоровья занимающихся и поддержание их высокой работоспособности на протяжении всего периода обучения [1; 2].

Ее разделы включают как теоретические (лекционные) занятия, обязательные для посещения всеми студентами, обучающимися в вузе, так и практические (учебно-тренировочные, спортивные, рекреативные и т. д.) занятия, обязательность и направленность которых регламентируется состоянием здоровья студента, его уровнем физической подготовленности. Итоговая аттестация построена с учетом индивидуальных различий, определяющих образовательный маршрут студента в общем потоке соответствующего курса [3–6].

Непосредственно система оценивания в рамках балльно-рейтингового подхода к аттестации студентов включает в себя четырехступенчатую градацию (таблица).

Система оценивания знаний и умений студента

Оценка успеваемости студента	5-балльная шкала	Балльная оценка (по 100-балльной шкале)
Не зачтено	Неудовлетворительно	От 0 до 60 включительно
Зачтено	Удовлетворительно	Свыше 60 до 80 включительно
	Хорошо	Свыше 80 до 90 включительно
	Отлично	Свыше 90 до 100 включительно

Суммы баллов свыше 90 (до 100) и оценки «отлично» заслуживает студент, посетивший не менее 60 % занятий по дисциплине «Физическая культура», сдавший нормативы в соответствии с требованиями программы обучения и состоянием здоровья (для основной, подготовительной и специальной медицинской групп), выполнивший дополнительные задания теоретического характера (написание доклада, проведение исследований по тематике дисциплины), проявивший творческие способности в понимании, изложении и использовании теоретического материала.

Суммы баллов свыше 80 (до 90) и оценки «хорошо» заслуживает студент, посетивший не менее 50 % занятий, сдавший нормативы в соответствии с требованиями программы обучения и состоянием здоровья (для основной, подготовительной и специальной медицинской групп), показавший при выполнении удовлетворительные результаты; выполнение письменных и других теоретических заданий для студентов группы лечебной физической культуры при обязательном посещении лекционных занятий теоретического раздела.

Суммы баллов свыше 60 (до 80) и оценки «удовлетворительно» заслуживает студент, посетивший не менее 50 % занятий, показавший удовлетворительный уровень развития физических качеств и двигательных умений. Как правило, оценка «удовлетворительно» выставляется студентам, допустившим недостаточный уровень выполнения контрольных нормативов и заданий, но обладающим необходимыми умениями и знаниями

для их устранения в процессе дальнейшей учебно-тренировочной деятельности под руководством преподавателя.

Для получения положительной аттестации студентам, отсутствующим по уважительной причине (подтвержденной документально) на занятиях в течение семестра, необходимым и достаточным условием является выполнение практических нормативов по минимальному пороговому уровню.

Оценка «неудовлетворительно» выставляется студенту, посетившему менее 50 % занятий без уважительной причины, не выполнившего большую часть нормативов по дисциплине в соответствии с требованиями программы обучения. Как правило, оценка «неудовлетворительно» ставится студентам, которые не могут продолжить обучение без дополнительных учебно-тренировочных занятий по освоению учебно-программного материала.

Введение такой системы балльно-рейтингового оценивания, на наш взгляд, позволит обеспечить высокий уровень посещаемости занятий (до 60 % количества занимающихся и более), так как будет обеспечено понимание системы оценивания, понимание влияния успешности освоения курса дисциплины «Физическая культура» на прохождение дальнейшей траектории обучения.

Высокий уровень посещаемости, в основе своей, будет опираться на мотив избегания неудач, то есть студент присутствует, выполняя формальные требования [2; 5]. Задача преподавателя – способствовать осознанию студентом результата своего физического совершенствования, уровня развития двигательных умений, навыков и физических качеств как лично-значимого. Это позволит встроить результат в систему восприятия как безусловно необходимый, обеспечивающий отсутствие проблем с дальнейшим продвижением в учебе к уже лично-значимой цели – диплому о высшем образовании по выбранной специальности.

Разработка дополнительных заданий вариативного характера позволит обеспечить введение личных «бонусных» баллов за улучшение своих результатов в несколько раз по отношению к входному контролю оценки физических качеств, состояния здоровья, тела. Эти параметры должны быть сформулированы преподавателем совместно со студентом в соответствии с его возможностью осуществить реальные изменения, то есть выбранные параметры должны соотноситься с личной зоной ответственности студента и должны быть достижимы в определенный период времени. При этом система должна учитывать влияние студента на те сообщества, членом которых он является с точки зрения пропаганды и вовлечения в физкультурно-спортивную деятельность других людей.

При построении вариативной части «бонусных» баллов преподавателям следует учитывать риск снижения управляемости, если «бонусные» баллы будут составлять 80%, необходимых для получения минимально допустимого значения по учебной дисциплине «Физическая культура». В этой связи целесообразно, на наш взгляд, использовать дополнительное поощрение, не связанное с оцениванием по параметрам в балльно-рейтинговой шкале.

В качестве таких замен можно использовать привлечение средств массовой информации: телевидения местного и регионального значения, газеты, журналы, а также выступления, знакомства со «звездами», популярных в среде студенческой молодежи. А также возможно использование специально организованных соревнований, спортивных мероприятий с привлечением участников из компаний будущих потенциальных работодателей как возможность для студентов проявить себя, познакомиться в неформальной обстановке с будущими коллегами, показать свои сильные стороны, побывать в роли лидера.

Литература

1. Пристав О. В. Теоретические основы организации самостоятельной физической подготовки студентов СПбГАСУ / О. В. Пристав, К. Н. Дементьев, О. В. Миронова // Путь науки: Международный научный журнал. – 2015. – № 11(11). – С. 134–137.

2. Пристав О. В. Факторы, определяющие вовлеченность студентов первого курса в физкультурно-спортивную деятельность (на примере плавания) / О. В. Пристав, К. Н. Дементьев, О. В. Миронова, А. А. Скороходов, А. В. Токарева // Путь науки: Международный научный журнал. – 2014. – № 10(10). – С. 104–106.

3. Домбровская А. Ю. Реализация балльно-рейтинговой системы оценки успеваемости студентов в российских вузах / А. Ю. Домбровская, Е. В. Домаренко // Концепт. – 2013. – № 11(27). – URL: <http://cyberleninka.ru/article/n/realizatsiya-ballno-reytingovoy-sistemy-otsenki-uspevaemosti-studentov-v-rossiyskih-vuzah> (дата обращения: 05.04.2015).

4. Караван А. В. Влияние занятий физической культурой на формирование компонентов волевой активности студентов в адаптационный период / А. В. Караван, К. Н. Дементьев, О. В. Миронова, Л. В. Ярчиковская, О. В. Пристав // Актуальные проблемы физической и специальной подготовки силовых структур. – 2014. – № 4. – С. 33–39.

5. Дементьев, К. Н. Современные тенденции повышения эффективности занятий физической культурой студентов вузов / К. Н. Дементьев, А. А. Голубев, Ю. Л. Рысев // Путь науки: международный журнал. – 2015. – № 2(12). – С. 95–97.

6. Дементьев К. Н. Использование инновационных образовательных технологий в процессе физического воспитания студентов вузов / К. Н. Дементьев, О. В. Пристав // Физическая культура и здоровье студентов: материалы VIII Всероссийской науч.-практ. конференции, 27 января 2012. – СПб.: Гуманитарный университет профсоюзов, 2012. – С. 53–54.

7. Пристав О. В. Изучение психического состояния студентов под влиянием балльно-рейтинговой системы оценки / О. В. Пристав // Современное состояние проблемы подготовки специалистов по физической культуре и перспективы развития: сборник материалов межвузовской науч.-практ. конференции «Герценовские чтения». – СПб.: Изд-во РГПУ им. А. И. Герцена, 2010. – С. 33–37.

УДК 796.012

Ольга Вячеславовна Миронова, канд. пед. наук,
доцент

(Санкт-Петербургский государственный
архитектурно-строительный университет)

Александра Владимировна Токарева, канд. пед.
наук, преподаватель

(Санкт-Петербургский государственный
архитектурно-строительный университет)

Константин Николаевич Дементьев, канд. пед.
наук, профессор

(Санкт-Петербургский государственный
архитектурно-строительный университет)

E-mail: miroнова.olga@gmail.com,

sasha_ygafk@mail.ru

dementevkn2013@yandex.ru

Olga Vyacheslavovna Mironova, PhD of Pedagogic.

Sci., Associate Professor

(Saint Petersburg State University of Architecture and
Civil Engineering)

Alexandra Vladimirovna Tokareva, PhD of Pedagogic.

Sci., Lecturer

(Saint Petersburg State University of Architecture and
Civil Engineering)

Konstantin Nikolaevich Dementev, PhD of Pedagogic.

Sci., Professor

(Saint Petersburg State University of Architecture and
Civil Engineering)

E-mail: miroнова.olga@gmail.com,

sasha_ygafk@mail.ru

dementevkn2013@yandex.ru

ФИЗИЧЕСКАЯ ПОДГОТОВЛЕННОСТЬ СТУДЕНТОВ С НАРУШЕНИЯМИ И ЗАБОЛЕВАНИЯМИ ОПОРНО-ДВИГАТЕЛЬНОГО АППАРАТА

PHYSICAL FITNESS OF STUDENTS WITH A DISABILITY AND DISEASES OF THE LOCOMOTOR SYSTEM

В связи с высоким уровнем негативного отношения студентов к академическим занятиям физической культурой, в настоящее время проявляется актуальная проблема модернизации и совершенствования форм и средств организации учебных занятий по физической культуре в вузах. С одной стороны, в молодежной среде особую популярность приобрели самостоятельные занятия разнообразными современными и нетрадиционными методиками и видами физической культуры, с другой – посещаемость занятий по расписанию в составе учебной группы, без учета личностного подхода, не дает повышение процента присутствия обучающихся. В большей мере это касается студентов специальной медицинской группы с нарушениями и заболеваниями опорно-двигательного аппарата.

В представленной работе приводятся результаты сравнительного анализа исходного уровня физической подготовленности студентов специальной медицинской группы, занимающихся по традиционной схеме – с использованием классических упражнений, предложенных специалистом по лечебной физической культуре – и уровня физической подготовленности студентов, на занятиях с которыми использовались фи-

зические упражнения для профилактики и коррекции нарушения функций опорно-двигательного аппарата предложенной методики. Результаты проведенного педагогического эксперимента подтверждают возможность включения разработанной методики в образовательный процесс вуза по дисциплине «Физическая культура» для улучшения физической подготовленности студентов специальной медицинской группы.

Ключевые слова: опорно-двигательный аппарат, студенты специального учебного отделения, сколиоз, плоскостопие, физическая подготовленность.

Due to the high level of negative attitudes of students to the academic physical education, urgent problem of modernizing and improving the forms and means of organization of lessons for physical education in higher education institutions has currently emerged. On the one hand, self-study and a variety of modern and innovative methods and forms of physical training became particularly popular among the youth, on the other hand, attendance of the scheduled classes in the study group, without taking into account the personal approach does not give an increase of the percentage of presence of students. Especially for students of special medical group with disorders and diseases of the musculoskeletal system.

In the presented work the results of comparative analysis of initial level of physical preparedness of students of special medical groups involved in the traditional with classic exercises proposed by the specialist therapeutic physical training and physical fitness level of students in the classroom which used physical exercises for prevention and correction of dysfunction of the musculoskeletal system of the proposed method. The results of the pedagogical experiment confirmed the possibility of inclusion of the developed methods in the educational process of the University in the discipline “Physical Education” to improve the physical fitness of students of special medical group.

Keywords: locomotor system, students of special educational branch, scoliosis, flatfoot, physical fitness.

По данным ряда исследований, в настоящее время количество студентов специальной медицинской группы в вузах России составило около 35–40 %, а студентов с нарушениями и заболеваниями опорно-двигательного аппарата за последние несколько лет увеличилось в 3 раза и составило от 40 до 80 % [1–9], значительную долю которых составляют: плоскостопие, нарушения осанки и сколиоз. В связи с этим, внимание большинства специалистов приковано к изучению данной проблемы у учащихся высших учебных заведений.

В настоящее время является актуальным поиск новых форм и средств организации учебных занятий по физической культуре в вузах. Зачастую, несмотря на негативное отношение студентов к академическим занятиям физической культурой, в молодежной среде особую популярность приобрели занятия разнообразными современными и нетрадиционными методиками и видам физической культуры [6–9]. В нашей работе предлагается методика занятий профилактической и коррекционной направленности, включающая в себя элементы фитнес-йоги, калланетики, пилатеса, суставной гимнастики, гимнастики по методике К. Шрот и методике Л. Палей [3; 6; 7; 9].

Программа профилактики и коррекции нарушений функций опорно-двигательного аппарата составлена с учетом особенностей занимающихся: типа и степени сколиоза и плоскостопия, уровня функционального состояния, физического развития и подготовленности.

В исследовании приняли участие студенты с функциональными нарушениями опорно-двигательного аппарата (20 юношей и 20 девушек), обучающиеся на 3 курсе и занимающиеся физической культурой в специальном учебном отделении. Из них 10 юношей и 10 девушек в течение года занимались по разработанной нами экспериментальной методике – экспериментальная группа (ЭГ). Такое же количество студентов составили и контрольную группу (КГ), занятия с ними проводились в соответствии с рабочей программой кафедры физического воспитания для специального учебного отделения. Для определения эффективности разработанной методики был проведен сравнительный анализ динамики физической подготовленности студентов, принявших участие в исследовании. Для оценки физической подготовленности использовались тесты, адаптированные для специального учебного отделения, тестирование проводилось в начале и в конце учебного года [2]. Результаты исследования представлены в таблице.

Физическая подготовленность студентов с нарушениями и заболеваниями опорно-двигательного аппарата ($m \pm \sigma$)

Группы Показатели	Юноши				Девушки			
	КГ (n=10)		ЭГ (n=10)		КГ (n=10)		ЭГ (n=10)	
	в нача- ле	в конце	в нача- ле	в конце	в нача- ле	в конце	в нача- ле	в конце
12-минутный тест Купера, м	835,34 ±13,25	887,37 ±12,93	835,61 ±14,01	999,86 ±11,23*	755,34 ±13,25	868,55 ±13,4	754,98 ±3,45	896,15 ±4,23*
Силовая выносливость мышц-разгибателей позвоночника, с	33,27 ±4,87	33,89 ±4,11	33,24 ±4,44	39,94 ±4,96*	27,17 ±5,40	27,84 ±4,71	27,00 ±5,44	31,80 ±5,96*
Статическая выносливость мышц плечевого пояса, с	95,45 ±6,89	98,14 ±6,43	97,05 ±6,69	134,64 ±5,74*	93,07 ±5,34	96,14 ±5,16	93,68 ±5,04	114,19 ±5,19*
Активная гибкость (стоя), см	8,92 ±5,19	9,14 ±4,90	8,99 ±5,01	11,13 ±5,79*	9,97 ±4,19	10,21 ±4,80	9,99 ±5,01	13,21 ±5,16*

* Значения достоверны, $p < 0,05$.

Аэробные возможности у студентов оценивались по 12-минутному тесту Купера. Средние значения в 12-минутном тесте Купера у юношей экспериментальной группы увеличились на 16,42 % ($p > 0,05$), у юношей контрольной группы также отмечалось увеличение значений показателей аэробной выносливости, но прирост составил около 6%, и эти изменения не носили достоверный характер ($p > 0,05$). По итогам заключительного тестирования, достоверные изменения ($p < 0,05$) произошли только у студенток экспериментальной группы, их прирост составил 15,57 %.

По данным тестирования, в конце исследования у юношей и девушек экспериментальной группы было достоверное улучшение ряда показателей физической подготовленности. Силовая способность мышц разгибателей позвоночника к длительному напряжению, достоверно увеличились у юношей экспериментальной группы на 19,3% ($p < 0,05$), у девушек – на 15,1 % ($p < 0,05$), а в контрольных группах юношей и девушек достоверных изменений не произошло.

За период исследования у занимающихся экспериментальной группы было выявлено увеличение числовых значений в тесте, определяющем уровень развития статической выносливости мышц плечевого пояса. У юношей экспериментальной группы результаты в данном тесте улучшились на 27,9 % ($p < 0,05$), у девушек – на 17,96 % ($p < 0,05$), в контрольной группе – на 2,7 % и 3,2 % ($p > 0,05$), соответственно.

Показатели активной гибкости увеличились у юношей экспериментальной группы на 19,2 % ($p < 0,05$), у девушек – на 24,3 % ($p < 0,05$), у студентов контрольной группы улучшение было минимальным и статически недостоверным ($p > 0,05$).

В заключении хотелось бы отметить, что проблема здоровья студентов и сегодня остается актуальной проблемой.

В нашей работе была затронута проблема сочетанных нарушений функций опорно-двигательного аппарата у студентов специальной медицинской группы. Результаты проведенного педагогического эксперимента позволяют заключить, что методика профилактики и коррекции функциональных нарушений опорно-двигательного аппарата с использованием традиционных и нетрадиционных средств физической культуры способствует улучшению физической подготовленности студентов экспериментальной группы [8; 10]. Таким образом, комплексный характер разработанной методики способствует предупреждению у занимающихся дальнейшего прогрессирования патологических процессов

опорно-двигательного аппарата, а также обеспечивает высокую эффективность учебного процесса, за счет повышения интереса к академическим занятиям средствами современных технологий.

Литература

1. *Ермукашева Е. Т.* Оздоровительная физическая культура женщин-преподавателей, имеющих структурно-функциональные нарушения позвоночника: дис. ... канд. пед. наук: 13.00.04 / Е. Т. Ермукашева. – СПб., 2010. – 220 с.
2. *Ефимова-Комарова Л. Б.* Тесты для оценки физической подготовленности и функционального состояния студентов специального отделения / Л. Б. Ефимова-Комарова, А. В. Токарева // Совершенствование учебного и тренировочного процессов в системе образования: сборник научных трудов. – Ульяновск: УлГТУ, 2014. – С. 132–138.
3. *Мандриков В. Б.* Инновационные подходы в профилактике и коррекции нарушений опорно-двигательного аппарата: учебное пособие / В. Б. Мандриков, В. О. Аристакесян, М. П. Мицулина; Волгоградский гос. мед. ун-т. – Волгоград: Изд-во ВолгГМУ, 2014. – 400 с.
4. *Пристав О. В.* Теоретические основы организации самостоятельной физической подготовки студентов СПбГАСУ / О. В. Пристав, К. Н. Дементьев, О. В. Миронова // Путь науки: Международный научный журнал. – 2015. – № 11(11). – С. 134–137.
5. *Ретивых Ю. И.* Методика коррекции нарушений осанки студентов средствами оздоровительной физической культуры на основе учета видов и степени деформаций позвоночника: дис. ... канд. пед. наук: 13.00.04 / Ю.И. Ретивых. – Волгоград, 2009. – 146 с.
6. *Токарева А. В.* Модель построения программы занятий по физической культуре со студентами специальной медицинской группы на основе дыхательной гимнастики «BODYFLEX» / А. В. Токарева, О. В. Миронова, О. В. Пристав, А. В. Сенникова, К. Н. Дементьев // Путь науки: Международный научный журнал. – 2015. – № 2(12). – С. 117–120.
7. *Токарева А. В.* Калланетика на занятиях по физической культуре со студентами специальной медицинской группы / А. В. Токарева, О. В. Миронова, Л. В. Ярчиковская // Стратегические направления реформирования вузовской системы физической культуры: сборник научных трудов Всероссийской научно-практической конференции с международным участием, посвященной 80-летию создания кафедры физической культуры и спорта ФГАОУ ВО СПбПУ. – СПб.: Изд-во Политехн. ун-та, 2014. – Часть 1. – С. 290–296.
8. *Токарева А. В.* Пилатес на занятиях по физической культуре со студентами специальной медицинской группы / А. В. Токарева, И. Г. Виноградов // Проблемы развития физической культуры и спорта в новом тысячелетии: материалы IV международной научно-практической конференции, Екатеринбург, 27 февраля 2015 г. – Екатеринбург, 2015. – С. 145–150.
9. *Токарева А. В.* Мониторинг функционального состояния студентов как средство контроля в физической культуре / А. В. Токарева // Психология, социология и педагогика: научно-практический журнал. – 2013. – № 9. – URL: <http://psychology.snauka.ru/2013/09/2416> (дата обращения: 15.01.2015).
10. *Токарева А. В.* Применение современных фитнес-технологий на занятиях по физической культуре со студентами специальной медицинской группы / А. В. Токарева // Научная сессия ГУАП: сборник докладов в 3 частях. Часть III. Гуманитарные науки. – СПб.: ГУАП, 2014. – С. 248–253.

УДК 796.0

Оксана Александровна Сафонова, старший преподаватель
(Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет)
E-mail: safonov812@yandex.ru

Oksana Aleksandrovna Safonova, Senior Lecturer
(Saint Petersburg State University of Architecture and Civil Engineering)
E-mail: safonov812@yandex.ru

ПРИКЛАДНАЯ ФИЗИЧЕСКАЯ ПОДГОТОВКА СТУДЕНТОК СТРОИТЕЛЬНОГО ПРОФИЛЯ НА ОСНОВЕ КОМПЛЕКСНОГО ПОДХОДА

APPLIED PHYSICAL PREPARATION OF STUDENTS BUILDING PROFILE THROUGH AN INTEGRATED APPROACH

Рассматривается профессионально-прикладная физическая подготовка студенток. Физическая культура в условиях технического прогресса, все больше требований предъявляет к психофизической подготовленности будущих специалистов. Физическая культура приобретает все большую ценность как эффективное

средство в сохранении и укреплении здоровья, повышение психофизиологических компонентов работоспособности. С помощью предлагаемой авторской методики комплексной направленности, студентки в полном объеме могут развивать профессионально-значимые двигательные качества. Методика комплексной направленности расширяет представления о применяемых методах и средствах применяемых для развития профессионально-значимых двигательных качеств на занятиях прикладной физической подготовкой студенток.

Ключевые слова: физическая культура, работоспособность, профессиональная деятельность, будущий специалист, профессионально-прикладная физическая подготовка.

The article considers professionally-applied physical training of students. Physical culture in the conditions of technical progress, makes more and more requirements to psychophysical readiness of future specialists. Physical culture is becoming increasingly valued as an effective tool in the preservation and promotion of health, improvement of psycho-physiological components of health. Using the proposed author's techniques of comprehensive focus, students in full can develop professionally relevant motor quality. Methodology a comprehensive orientation extends understanding of applicable methods and tools used for the development of professionally important motor qualities in the classroom and applied physical training of students.

Keywords: physical education, working capacity, professional activity, future specialist, professionally applied physical fitness.

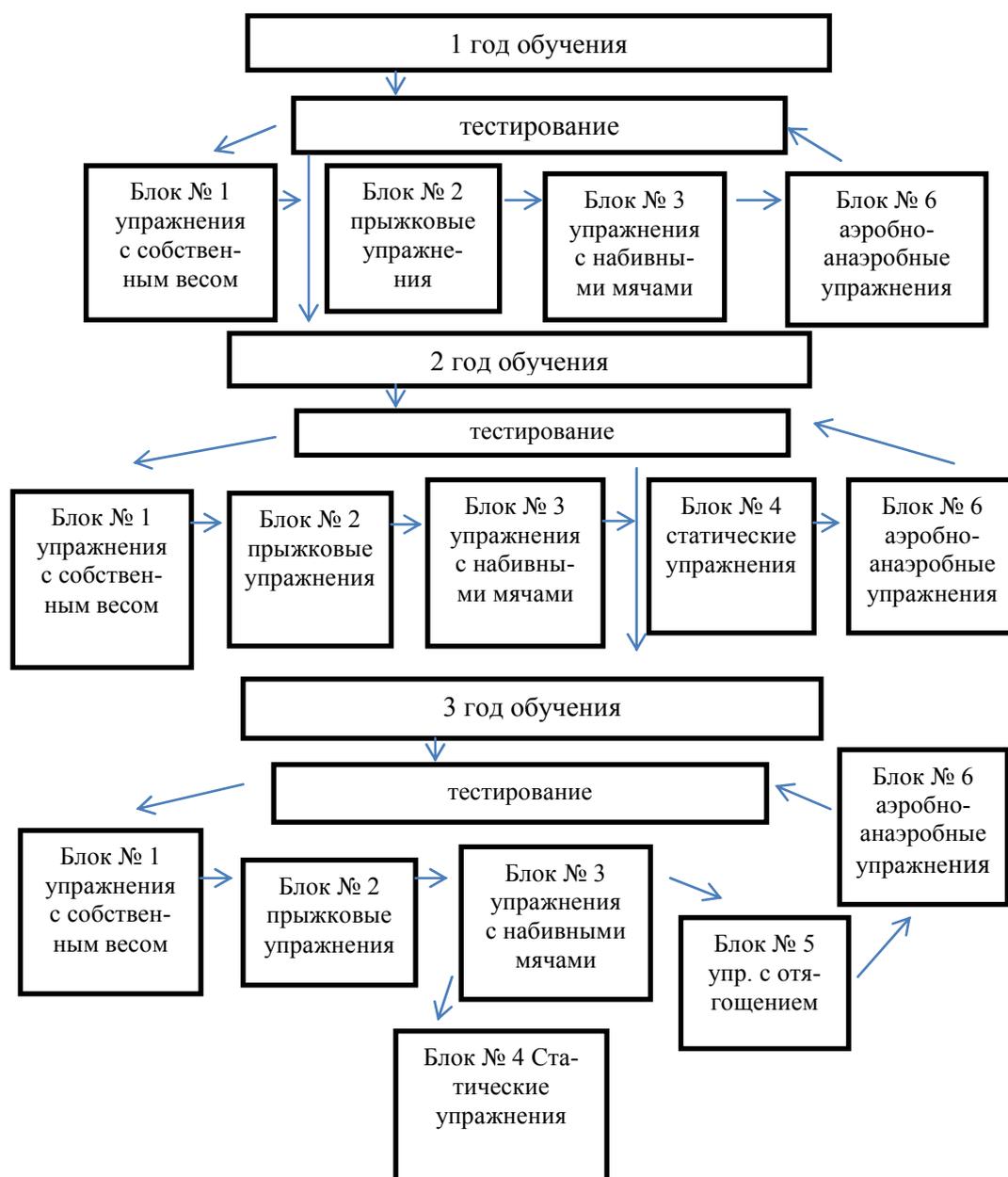
В настоящее время физиология труда располагает множеством рекомендаций, направленных на повышение работоспособности в различных учебных заведениях. Цель физической культуры заключается в физическом совершенствовании и содействии гармоничному развитию, успешном освоении и выполнении социально значимых видов деятельности, активном участии в прогрессивных преобразованиях в обществе [1].

Профессиональная направленность физической культуры — это основа, объединяющая все остальные ее компоненты в структуре высшего профессионального образования. Данное требование находит свое отражение в профилированном физическом воспитании с учетом будущей профессии, обучающимися в вузе [4].

Сочетание навыков двигательной активности как образа жизни с организованными занятиями и физическими упражнениями повышает степень достижения оздоровительного эффекта и повышает уровень физической подготовленности студентов. Физическая культура важная учебная дисциплина и является неотъемлемой частью формирования общей и профессиональной культуры личности современного специалиста. Низкий объем двигательной активности в течение дня, характерный для студентов вузов говорит о том, что физическая культура в высшей школе практически единственная компенсаторная форма физических нагрузок, доступная студентам

На основе профессиограммы инженера строителя скорректированная нами для студенток строительного профиля [2], была разработана авторская методика комплексной направленности для развития профессионально-значимых двигательных качеств с учетом будущей трудовой деятельности. Данная методика состоит из семи блоков с разной направленностью. В каждом блоке по 10 средств и разный набор методов в зависимости от года обучения. В данной методике мы соединили несколько видов спорта, 70 % занимала легкоатлетические упражнения, 10 % гимнастики, 10 % гиревой спорт, атлетизм. Нагрузка давалась от степени подготовленности студенток и была дискретна. При этом мы исходим из того, что общая физическая подготовка, занимающая большую часть времени занятий, составляет фундаментальную основу физического воспитания, а ППФП – профилирующую часть (специализированную). Проблема исследования заключается в совершенствовании профессионально-значимых двигательных качеств студенток строительного профиля. Авторская методика представлена на рисунке [3].

Блок-схема авторской методики комплексной направленности



Методика комплексной направленности для развития профессионально-значимых двигательных качеств студенток строительного профиля

Блок № 1– направлен на развитие силы;

Блок № 2– направлен на развитие - скоростно-силовых способностей;

Блок № 3– направлен на развитие силы, координации движения, скоростно-силовых способностей;

Блок № 4– направлен на развитие статической силы;

Блок № 5– направлен на развитие динамической силы;

Блок № 6– направлен на развитие быстроты, общей выносливости, быстроты реакции;

На ППФП отводится 30 % на первом году обучения, 40 % на втором году обучения, 50 % на третьем году обучения от общего времени занятий. Такое соотношение считается оправданным согласно учебной программе. При этом мы исходим из того, что общая физическая подготовка, занимающая большую часть времени занятий, составляет фундаменталь-

ную основу физического воспитания, а ППФП – профилирующую часть (специализированную).

В нашей методике подбор каждого средства и методов был направлен на совершенствование общей выносливости, статической и динамической выносливости, развитие быстроты реакции и движения, развитие силовой выносливости, способность дозировать силовые напряжения, развитие координации движения, развитие скоростно-силовых качеств. А также наша методика активно содействовала развитию внимания, оперативному мышлению, решительности, смелости, эмоциональной устойчивости, развитию воли, самостоятельности, дисциплинированности [3]. В нашей работе были использованы следующие методы: Педагогический эксперимент, метод математической статистики. Наш эксперимент длился 3 года, где приняли участие две равноценные группы (контрольная и экспериментальная) студенток строительного факультета, наполняемость групп по 20 человек. Все участницы перед началом педагогического эксперимента прошли медицинский осмотр. Первичный отбор участниц эксперимента состоялся по группе здоровья, в эксперименте участвовали студентки с основной группой здоровья. Затем на занятиях физической культурой нами были предложены тесты по показателям физической подготовленности и тестирования по определению функционального состояния студенток с помощью Гарвардского степ-теста (ИГСТ). Контрольная группа на занятиях физической культурой использовала общепринятую программу. Экспериментальная группа на занятиях физической культурой применяли авторскую методику комплексной направленности. В таблице представлены результаты физической и функциональной подготовленности студенток на протяжении 3 лет обучения по дисциплине «Физическая культура».

Результаты физической и функциональной подготовленности студенток

№	Показатель	1 курс		2 курс		3 курс	
		$\bar{x} + S_{\bar{x}}$		$\bar{x} + S_{\bar{x}}$		$\bar{x} + S_{\bar{x}}$	
		экспериментальная	контрольная	экспериментальная	контрольная	экспериментальная	контрольная
1	Прыжок с места, (см)	165,8± 6,7	169,8± 6,3	188,2± 7,6	169,9± 6,1	190,9± 7,4	169,8± 6,3
2	3-й прыжок с места, (см)	600,3±4,1	600,4±4,6	612,2±4,8	596±7,5	613,3±8,1	597,3±4,5
3	Челночный бег 3*10 м (с)	16,5±4,4	16,6±4,5	16,4±0,3	16,8±0,7	16,3±0,3	16,8±0,7
4	Бег 60 метров (с)	9,9±0,6	10,1±0,4	9,4±0,3	9,9±1,1	9,3±0,4	9,9±0,3
5	Бег 500 метров, (с)	104,5±5,8	108,1±5,7	105,4±4,6	114,2±7,9	102,9±1,7	114,2±7,9
6	Сед из положения, лежа (за 60 с)	36,6±3,3	32,2±3,9	38,7±4,8	32,1±3,9	39,2±4,9	33,2±5,2
7	Подтягивание в висе с опорой (за 10 с)	7,25±1,4	4,75±0,8	6,35±1,3	4,7±0,9	7,25±1,4	4,75±0,8
8	Приседы (за 60 с)	55,7±6,4	51,4±4,9	56,1±3,1	51,4±4,9	57,6±3,1	52,1±3,1
9	Сгибание и разгибание рук в упоре лежа за (10 с)	13±5,6	12±5,9	14±5,2	12±5,9	15±5,2	12±5,9
10	ИГСТ (балл)	60,8±2,1	55,4±2,6	65,2±2,9	57,1±2,6	74,3±2,3	58±2,5

Анализируя полученные результаты, в конце 3 года обучения в экспериментальной и контрольной группах выявилось следующее;

В прыжке с места, разница в средних показателях в экспериментальной группе $190,9 \pm 7,4$ см, в контрольной группе $169,8 \pm 6,3$ см, между группами составила разница в 21,1 см, что является статистически достоверным ($p \leq 0,001$). В тройном прыжке с места, разница в средних показателях в экспериментальной группе $613,3 \pm 8,1$ см, в контрольной группе $597,3 \pm 4,5$ см, между группами составила разница в 16 см, что является статистически достоверным ($p \leq 0,01$). В челночном беге, разница в средних показателях в экспериментальной группе $16,3 \pm 0,3$ с., в контрольной группе $16,8 \pm 0,7$ с., между группами составила разница в 0,5 с., что является статистически недостоверным ($p \leq 0,05$). В беге на 60 метров, разница в средних показателях в экспериментальной группе $9,3 \pm 0,4$ с., в контрольной группе $9,9 \pm 0,3$ с., между группами составила разница в 0,6 с., что является статистически достоверным ($p \leq 0,05$). В беге на 500 метров разница в средних показателях в экспериментальной группе $102,9 \pm 1,7$ с., в контрольной группе $114,2 \pm 7,9$ с., между группами составила разница в 11,3 с., что является статистически достоверным ($p \leq 0,01$). Сид из положения лежа, разница в средних показателях в экспериментальной группе $39,2 \pm 4,9$ раз, в контрольной группе $33,2 \pm 5,2$ раз, между группами составила разница в 6 раз, что является статистически достоверным ($p \leq 0,05$). В подтягивании в висе с опорой, разница в средних показателях в экспериментальной группе $7,25 \pm 1,4$ раз, в контрольной группе $4,75 \pm 0,8$ раз, разница составила в 3 раза, что является статистически достоверным ($p \leq 0,05$). В Приседе, разница в средних показателях в экспериментальной группе $57,6 \pm 3,1$ раз, в контрольной группе $52,1 \pm 3,1$ раз, разница составила в 5,6 раз, что является статистически достоверным ($p \leq 0,05$). В Сгибание и разгибание рук в упоре лежа, разница в средних показателях в экспериментальной группе $15 \pm 5,2$ раз, в контрольной группе $12 \pm 5,9$ раз, между группами составило разницу в 3 раза, что является статистически достоверным ($p \leq 0,05$). В ИГСТ, разница в средних показателях в экспериментальной группе $74,3 \pm 2,3$ балла, в контрольной группе $58 \pm 2,5$ балла, между группами составило разницу в 16 баллов, что является статистически достоверным ($p \leq 0,05$).

Применение на занятиях прикладной физической подготовкой авторской методики комплексной направленности позволила нам развить те двигательные качества, которые необходимы девушкам в будущей профессии. В нашей методике мы подобрали средства и методы так чтобы они были направлены на совершенствование выносливости, статической и динамической выносливости, быстроты реакции, силовой выносливости. Наша методика активно повышает психофизиологические компоненты работоспособности, что положительно влияет на умственную работоспособность студенток.

Литература

1. Бишаева А. А. Физическая культура: учебник для учреждений нач. и сред. проф. образования / А.А. Бишаева. – 2-е изд., исп. и доп. – М.: Академия, 2010. – 304 с.
2. Сафонова О. А. Развитие профессионально-значимых двигательных качеств студенток строительного профиля на основе методики комплексной направленности / О. А. Сафонова // Ученые записки университета им. П. Ф. Лесгафта: научно-теоретический журнал. – 2013. – № 12(106). – С. 136–142.
3. Сафонова О. А. Профессионально-прикладная физическая подготовка студенток строительного профиля на основе комплексного подхода / О. А. Сафонова // Вестник гражданских инженеров. – 2015. – № 3(50). – С. 313–316.
4. Физическая культура студента: учебник для студ. высш. учеб. заведений / под ред. В. И. Ильича. – М.: Гардарики, 2004. – 448 с.: ил.

СЕКЦИЯ ВОДОПОЛЬЗОВАНИЯ И ЭКОЛОГИИ

УДК 628.16.081.32

Аркадий Николаевич Ким, д-р. техн. наук,
профессор

(Санкт-Петербургский государственный
архитектурно-строительный университет)

Юлия Владимировна Романова, ассистент
(Санкт-Петербургский государственный
архитектурно-строительный университет)

E-mail: kimkan17@mail.ru, astromanova@yandex.ru

Arkadiy Nikolaevich Kim, Dr of Tech. Sci.,
Professor

(Saint Petersburg State University of Architecture and
Civil Engineering)

Yulia Vladimirovna Romanova, Assistant
(Saint Petersburg State University of Architecture and
Civil Engineering)

E-mail: kimkan17@mail.ru, astromanova@yandex.ru

ВОПРОСЫ ПРИМЕНЕНИЯ МОДИФИЦИРОВАННЫХ СОРБЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ ДЛЯ ДООЧИСТКИ ВОДОПРОВОДНОЙ ВОДЫ

ISSUES OF USAGE OF MODIFIED SORPTION MATERIALS FOR POST-TREATMENT OF MAIN WATER

Рассмотрены вопросы увеличения сорбционной емкости БАУ-А и продолжительности фильтроцикла, путем разработки модифицированных и создания комплексных фильтрующих загрузок.

Ключевые слова: сорбционная емкость, продолжительность фильтроцикла, эффективность очистки, углеродистые материалы.

The article considers the issues of increasing of the sorptive capacity BAU-A and filter cycle duration, by development of modified and creation of complex filter charges.

Keywords: sorptive capacity, filter cycle duration, purification efficiency, carbonaceous material.

В настоящее время перспективными направлениями повышения эффективности процесса очистки воды на фильтрующих установках является разработка модифицированных и создание комплексных фильтрующих загрузок (КФЗ). Определяющими показателями работы фильтрующих загрузок, является их грязеемкость и/или сорбционная емкость, оказывающие непосредственное влияние на продолжительность фильтроцикла [1].

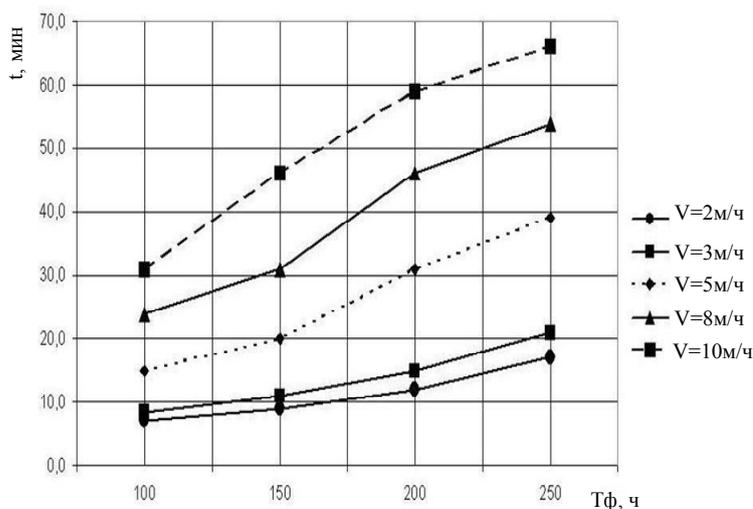


Рис. 1. Продолжительность фильтроцикла T_f при обработке исходной воды АУМ при различной скорости фильтрации V и времени контакта воды t с АУМ

Проведенные исследования модифицированного фуллеренами активированного березового угля (АУМ) для доочистки водопроводной воды показало, что величина адсорбции по окисляемости и общему железу по сравнению с исходным углем (АУ) увеличивается на 30 % [2]. Полученные по методу экспертных оценок зависимости продолжительности фильтроцикла от скорости фильтрации и времени контакта

обрабатываемой воды с модифицированным фуллеренами активированным углем представлены на рис. 1 [2; 3].

В условиях, когда грязевые нагрузки исходной обрабатываемой воды невелики, для проведения очистки модифицированными фуллеренами активированными углями, достаточно время контакта воды с сорбентом, меньшее, чем принятое в традиционной фильтрационной обработке воды. При этом эффективное время работы модифицированного фуллеренами активированного угля определяется предъявляемыми требованиями к качеству обработанной воды [2; 3]. Однако, известно, что в некоторых районах СПб по причине низкого качества водопроводных труб, в частности, содержание общего железа в исходной водопроводной воде может превышать 5 мг/л. Кроме того, удорожание модифицированного сорбента по сравнению с исходными активными углями на 25 % вызывает определенные проблемы, связанные с его массовым производством. Поэтому, исследования очистки водопроводной воды углеродистыми материалами, из местного сырья, имеющими невысокую стоимость и обладающими повышенными сорбционными свойствами являются в настоящей работе приоритетными.

В связи с вышеизложенным, решаются задачи по созданию КФЗ. При этом предположение об эффективной работе КФЗ основано на том, что в результате поэтапного осуществления двух последовательных ступеней очистки водопроводной воды можно увеличить продолжительность фильтроцикла путем увеличения грязеемкости загрузки.

В качестве первой ступени очистки используется углеродистый материал, полученный из высококачественного антрацита, термически обработанного в безвоздушной среде при температуре около 3000 градусов и являющийся по своей сути графитом. На кафедре строительных материалов СПбГАСУ был проведен спектральный анализ пробы графита, в результате которого установлено, что материал состоит на 85 % из углерода, имеет незначительные включения кислорода и железа. На рис. 2 представлены фотографии гранул образца при различном увеличении. На изображениях видна рыхлая, слоистая структура гранул определенного фракционного состава. «Щелевидная пора» имеет линейный размер порядка 10 000 нм (1 мкм = 1000 нм).

Исследование физико-химических свойств и технологических параметров углеродистого материала проводилось в СПбГТИ. Были определены следующие показатели: йодное число, адсорбционная активность по метиленовому голубому, параметры пористой структуры, удельная поверхность, химическая стойкость, механическая прочность.

Йодное число и адсорбционная активность по метиленовому голубому данного материала не превышает 88 и 22 мг/г соответственно. Материал химически стоек и имеет высокую механическую прочность. Суммарный объем пор составляет 0,158 см³/г, предельный объем сорбционного пространства – 0,017 см³/г, объем макропор – 0,141 см³/г, объем микропор – 0,004 см³/г, объем мезопор – 0,013 см³/г, площадь удельной поверхности – 26 м²/г.

Для оперативной оценки эффективности работы графитовой загрузки было проведено дискретно по 1 ч 50 мин в день два коротких фильтроцикла на лабораторной фильтрационной установке, представляющей собой колонку Ø40 мм, высотой h=650 мм. При этом высота загрузки углеродистого материала составила h=350 мм; высота поддерживающего слоя из кварцевого песка – h=40 мм. Общая продолжительность фильтроцикла составляла около 4ч. Скорость фильтрования V=2м/ч. Эффективность очистки по концентрации общего железа составила 99%, при этом содержание железа в исходной воде составляло 4,7 мг/л, в очищенной воде – менее 0,01 мг/л.

Оценка результатов исследования графитового материала позволила судить о его пригодности к использованию в качестве фильтрующей загрузки для первой ступени очистки водопроводной воды, имеющей повышенное содержание железа.

В качестве второй ступени очистки водопроводной воды используется активированный березовый уголь марки БАУ-А, технологические параметры которого представле-

ны в работе [2]. АУ (БАУ-А), обладая суммарным объемом пор $1,65\text{--}1,80\text{ см}^3/\text{г}$ хорошо сорбирует органические соединения и общее железо, содержащиеся в водопроводной воде. Был установлен эффект очистки по железу, который в среднем составил 60% , при этом содержание железа в исходной воде не превышало 0,5 мг/л, в очищенной воде – соответствовало требуемым значениям. Величина адсорбции АУ (БАУ-А), определяемая как масса адсорбированного вещества на единицу массы сорбента составила: по окисляемости – 7,2 мг/л; по железу – 0,9 мг/л.

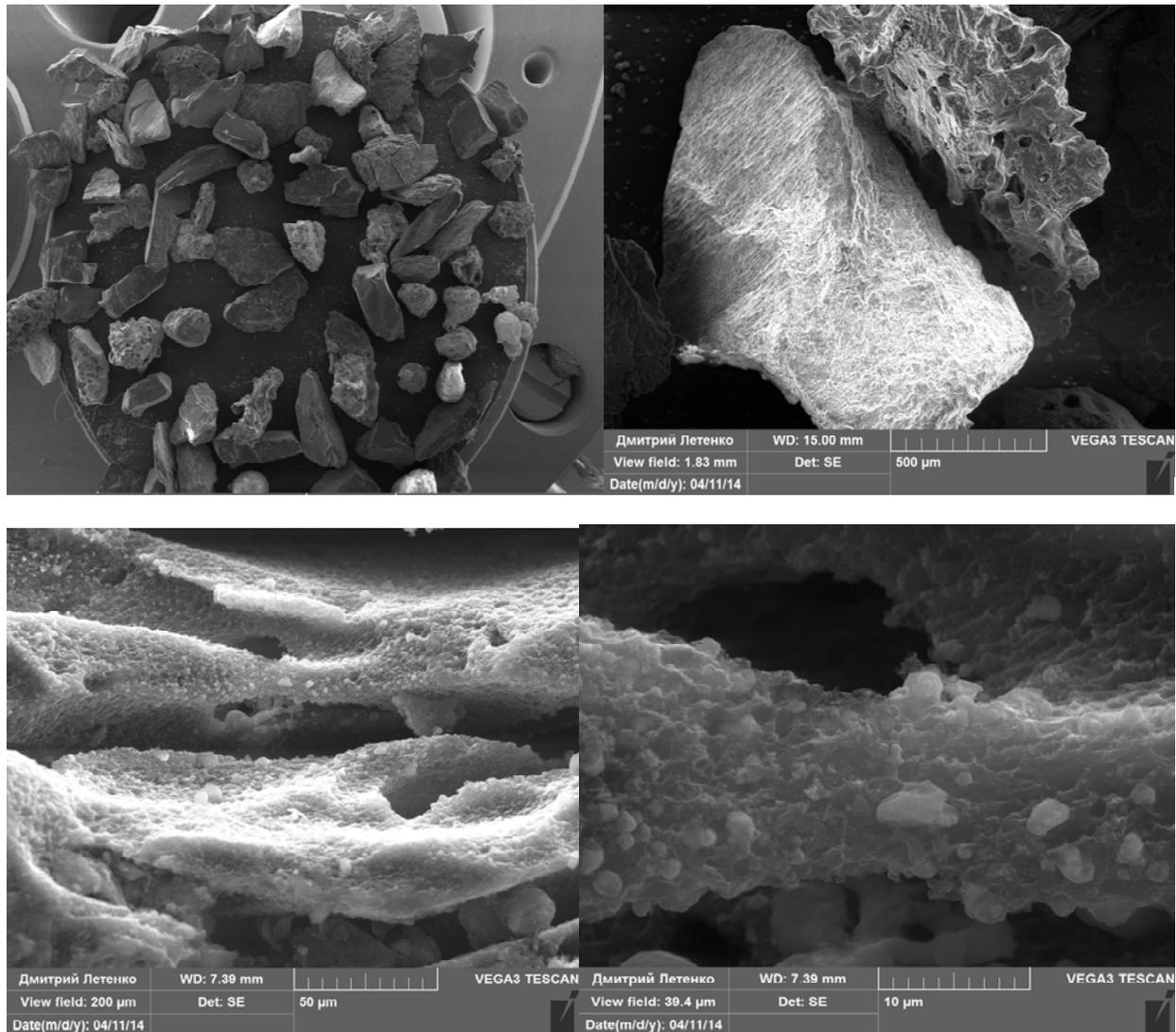


Рис. 2. Гранулы образца графита

Лабораторные исследования технологических параметров КФЗ, путем последовательного фильтрования исходной водопроводной воды, имеющей повышенное содержание железа, позволят определить степень защитного влияния графитовой загрузки на адсорбционную емкость сорбционной загрузки АУ (БАУ-А) и на увеличение продолжительности фильтроцикла.

Создание конструкции фильтрующей установки, связанное с решением таких важных вопросов, как обеспечение проведения совместной промывки и регенерации различных материалов КФЗ в условиях разницы насыпных плотностей фильтрующих материалов (насыпная плотность графита превышает насыпную плотность АУ (БАУ-А) в 3 раза), гранулометрического состава и структуры гранул графитовой и АУ (БАУ-А) загрузок,

требует соответствующего анализа их технологических параметров, определяемых в ходе дальнейших исследований.

Литература

1. Сорбирующие материалы, изделия, устройства и процессы управляемой адсорбции / В. В. Самони, М. Л. Подвязников, В. Ю. Никонова и др. – СПб.: Наука, 2009 – С. 13.
2. Грун Н. А. Доочистка водопроводной воды активированным углем, модифицированным фуллеренами: дисс. ... канд. техн. наук / Н. А. Грун. – СПб., 2013 – 122 с.
3. Ким А. Н. Совершенствование сорбционной дообработки водопроводной воды / А. Н. Ким, Н. А. Грун, Ю. В. Романова // Вода и экология. – 2014. – № 3(59). – С. 4.
4. Беликов С. Е. Водоподготовка. Справочник / под ред. д.т.н., действит. члена Академии промышленной экологии С. Е. Беликова. – М.: Аква-Терм, 2007. – 240 с.

СЕКЦИЯ ГОРОДСКОГО ХОЗЯЙСТВА, ГЕОДЕЗИИ, ЗЕМЛЕУСТРОЙСТВА И КАДАСТРОВ

УДК 528.521:531.717.55

Сергей Григорьевич Мирошниченко

старший преподаватель

(Санкт-Петербургский государственный университет)

E-mail: geo@spbgasu.ru

Sergey Grigoryevich Miroshnichenko

Senior Lecturer

(Saint Petersburg State University of Architecture and Civil Engineering)

E-mail: geo@spbgasu.ru

ЭКСПЕРИМЕНТ ПО УТОЧНЕНИЮ ЛИНЕЙНЫХ ПОПРАВОК ТАХЕОМЕТРА И ОТРАЖАТЕЛЯ

THE EXPERIMENT TO RECEIVE MORE DEFINITION IN LINEAR CORRECTIONS FOR TACHEOMETER AND PRISM

Проведен эксперимент по уточнению линейных поправок тахеометра TRIMBLE 3M и отражателя VEGA SPOT 2T. Для измерения базисного расстояния была использована рулетка VEGA* LI30 со стальной лентой, длиной 30 м, шириной 13 мм и толщиной 0,2 мм. Измерено базисное расстояние с усилием натяжения ленты рулетки 5 кг. Для нивелирования базиса был использован нивелир НЗ. По результатам нивелирования построен профиль, на котором выделены 8 участков, 5 из них – прямолинейные, а на 3-х остальных лента рулетки провисала в момент измерения. При измерении базисного расстояния были учтены поправки из-за влияния провисания ленты рулетки.

Точность, с которой были определены линейные поправки тахеометра и отражателя ± 0.31 мм.

Ключевые слова: линейные поправки, тахеометр, отражатель, поправки за провисание ленты, метрологическая экспертиза.

The experiment was carried out on receiving more definition in values of linear corrections for tacheometer TRIMBLE M3 and reflecting prism VEGA SPOT 2T. The basis measured with the tape VEGA*LI 30. The tapeline of steel with nominal length 30 m, 13 mm width and 0.2 mm in thickness. The basis measured with pulling force 5 kg on tapeline. In levelling of basis line the level N3 was applied. On the results of levelling the diagram was drawn. On the diagram 8 sections was singled out; 5 of them was rectilinear, on 3 remained the tape line was sagging in measuring process. Corrections in length on sagging sections was applied. Accuracy in linear corrections for tacheometer and prism ± 0.31 mm.

Keywords: linear corrections, tacheometer, prism, tapeline sagging, metrological examination.

Измерение расстояний с миллиметровой точностью – существенный элемент современных геодезических работ. Поэтому возникла необходимость периодического контроля точности измерения расстояний с помощью тахеометров, более частого, чем стандартная метрологическая экспертиза. Обычно с этой целью используют временные эталонные базисные расстояния, измеренные рулеткой. Кроме того, оказалось, что величина

линейной поправки у некоторых призмных отражателей отличается от их номинальных, заявленных фирмой-изготовителем значений, на несколько миллиметров [1, с. 28].

Был проведен эксперимент для проверки точности измерения расстояний с помощью тахеометра TRIMBLE M3 и линейной поправки у призмного отражателя VEGA SPOT 2T.

На поверхности асфальтированного тротуара с помощью рулетки VEGA* LI 30 был измерен временный полевой базис длиной $l_{изм.} = 29,9863$ м. Лента рулетки стальная, крашенная, ее номинальная длина 30 м, ширина 13 мм, толщина 0,2 мм. Проведено геометрическое нивелирование данного базиса с помощью нивелира НЗ. По его результатам на миллиметровке был построен вертикальный профиль. На нем были выделены 8 участков, 5 из них – прямолинейные отрезки, на оставшихся 3-х лента рулетки в процессе измерения имела прогибы. Все 8 участков – наклонные. Результаты вычисления поправок Δl для приведения длин этих наклонных участков к их горизонтальным проложениям представлены в таблице.

№ участка	1	2	3	4	5	6	7	8
Длина l (м)	2,45	4,18	4,23	4,48	4,91	2,23	2,55	4,96
h_i (мм)	4	9	10	16	3	11	15	28
Δl (мм)	0,00	0,01	0,01	0,03	0,00	0,03	0,04	0,05

Как видно из таблицы, сумма поправок за приведение всех участков базиса к горизонтальному проложению $\sum \Delta l_{накл.} = -0,17$ мм.

Для учета поправок за провисание участков ленты рулетки был проведен дополнительный эксперимент. По его результатам для усилия натяжения ленты рулетки во время измерения $P = 5$ кг, получены поправки за провисание участков ленты рулетки: для участка № 2 $\Delta l_{2 пров.} = -0,7$ мм, для участка № 4 $\Delta l_{4 пров.} = -0,8$ мм, и для участка № 8 $\Delta l_{8 пров.} = -0,9$ мм. Таким образом, суммарная поправка за провисание всех 3-х участков ленты рулетки $\sum \Delta l_{пров.} = -2,4$ мм.

Реальная длина ленты данной рулетки при $t^\circ = +20^\circ C$, полученная по результатам ее компарирования $l_{комп.} = 29,9947$ м. Так как температура воздуха во время измерения базиса $t^\circ = +12,3^\circ C$, а температурный коэффициент линейного расширения стали $\alpha = 12,5 \cdot 10^{-6}$ м/град [2, с. 45], то вся длина ленты рулетки во время измерений была меньше на величину

$\Delta l_t = -2,9$ мм. Длина временного базиса может быть вычислена по формуле:

$$l_\sigma = l_{изм.} + \Delta l_{комп.} + \Delta l_t + \sum \Delta l_{накл.} + \sum \Delta l_{пров.}, \quad (1)$$

где разница между номинальной длиной ленты рулетки 30 м и ее реальной длиной, полученной в результате компарирования, $\Delta l_{комп.} = -5,3$ мм. Используя формулу (1) и вычисленные значения поправок, получим с точностью $\pm 0,1$ мм: $l_\sigma = 29,9755$ м. На этом расстоянии и проводились измерения с помощью тахеометра TRIMBLE M3 и призмного отражателя VEGA SPOT 2T. Тахеометр был отцентрирован по его оптическому центру. Поправка за его центрирование по направлению на отражатель $\Delta C_T = -0,3$ мм. Поправка за центрирование призмного отражателя $\Delta C_{отр.} = +0,6$ мм. Для проверки точности измерения расстояний с помощью тахеометра, были проведены 20 измерений расстояния до марки отражателя в режиме прямого отражения. Призма отражателя при этом была закрыта. Измерялись расстояния до средней по высоте части марки, слева и справа от призмы. В результате было получено среднее расстояние до марки отражателя $l'_{изм.} = 29,9756$ м. Средняя часть передней плоскости марки отражателя не совпадает с вертикальной осью его вращения. Величина поправки за это несовпадение $\Delta_m = +1,8$ мм. Высота тахеометра

$i = 1,465$ м. Высота отражателя $l = 1,356$ м. Разность их высот $i - l = 0,109$ м. Величина поправки в расстояние за разность высот $\Delta_{i-l} = -0,0002$ м. Превышение между крайними точками базиса $h_b = -0,069$ м. Величина поправки за это превышение $\Delta_h = -0,0001$ м. Величина линейной поправки тахеометра может быть вычислена по формуле:

$$\Delta l = l'_b - l'_{изм.} + \Delta C_{Тах.} + \Delta C_{отр.} + \Delta_m + \Delta_{i-l} + \Delta_h \quad (2)$$

Используя формулу (2), получим значение $\Delta l = +1,4$ мм.

После введения этой поправки так, как указано в руководстве пользователя, 10 раз измерялось расстояние до отражателя. Это расстояние $l'_{отр.} = 29,9749$ м. Линейная поправка отражателя была вычислена по формуле, аналогичной формуле (2), за исключением поправки марки Δ_m .

Используя полученные величины поправок, получим $\Delta_{отр.} = +0,6$ мм.

Так как данные измерений приводились к точности $\pm 0,1$ мм, то их можно считать равноточными, и их среднеквадратические ошибки также равны. В этом случае их суммарная ошибка m_u может быть вычислена по формуле, приведенной в работе [3, с. 285]:

$$m_u = m\sqrt{n} \quad (3)$$

где m – среднеквадратические ошибки вычисления поправок, а n – их количество. Для семи поправок при $m = \pm 0,1$ мм, $m_u = \pm 0,26$ мм.

Выводы

1. Временный полевой базис может быть измерен на асфальтированной поверхности рулеткой с погрешностью $m_u = \pm 0,22$ мм, если измерения расстояния и поправок выполнены с погрешностью $m = \pm 0,1$ мм.
2. Поправки, полученные в результате данного эксперимента дали возможность определить точность измеренного расстояния с ошибкой $m = \pm 0,31$ мм.

Литература

1. *Мирошниченко С. Г.* Определение поправок у призмных отражателей. / С. Г. Мирошниченко, В. Г. Потюхляев // Маркшейдерский вестник. – 2011. – № 6. – С. 27–29.
2. *Инженерная геодезия. Учебник.* / Е. Б. Ключин, М. И. Киселев, Д. Ш. Михелев, В. Д. Фельдман. – М.: «Академия», 2006. – 480 с.
3. *Маслов А. В.* Геодезия. / А. В. Маслов, А. В. Гордеев, Ю. Г. Батраков. – М.: «КолосС», 2008. – 598 с.

УДК 528.4:378.1

Татьяна Юрьевна Терещенко, канд. техн. наук,
доцент

(Санкт-Петербургский государственный
университет)

E-mail: spike68@mail.ru

Tatiana Yurievna Tereshchenko, PhD of Tech. Sci.,
Associate Professor

(Saint Petersburg State University of Architecture and
Civil Engineering)

E-mail: spike68@mail.ru

ОБЗОР СОВРЕМЕННОГО СОСТОЯНИЯ СИСТЕМ КООРДИНАТ

REVIEWING THE STATE OF THE COORDINATE SYSTEM

В статье предлагается обзор существующих в мире систем геодезических координат, которые используются для решения различного рода задач в области геодезических работ и народно-хозяйственных нужд. Дается общая характеристика имеющихся на сегодняшний день систем геодезических координат на

территории Российской Федерации. Приводятся нормативные документы, использование которых необходимо при выполнении геодезических работ. Рассматривается система координат территории Санкт-Петербурга и Ленинградской области. Характеризуются возможности связи между системами координат и способы перехода из одной системы координат в другую путем использования определенных параметров и выполнения соответствующих необходимых измерений.

Ключевые слова: системы координат, координаты, эллипсоид Красовского, Мировая геодезическая система, Балтийская система.

The article offers an overview of existing systems in the world geodetic coordinates, which are used for solving different kind of problems in the field of geodetic works and national economic needs. Provides an overview of the currently available systems geodetic coordinates on the territory of the Russian Federation. Are normative documents that you may need when performing geodetic Robert. Describes the coordinate system of the territory of St. Petersburg and Leningrad region. Characterizes the possibilities of a connection between the coordinate systems and the ways of transition from one coordinate system to another through the use of specific parameters and performance of the relevant necessary measurements.

Keywords: coordinate systems, coordinates, Krasovsky ellipsoid, World Geodetic System, Baltic System.

Координатами называют угловые или линейные величины, определяющие положение точки на какой-либо поверхности или в пространстве. Существует много систем координат. Две из них являются наиболее распространенными: это географическая система координат (далее ГСК) и спроектированная (плоская прямоугольная) системы координат (ПСК). Основой спроектированной системы является трехмерная ГСК, но с помощью проекции преобразованная в двухмерную [1].

Для описания ПСК необходимо знать географическую систему координат и метод, с помощью которого координаты из географической системы координат переводились в проекцию. В случае неизвестной проекции данные одной СК нельзя перевести в другую, и именно такие СК называются локальными, а также файловыми (пиксельными).

В ГСК координаты хранятся в десятичных градусах. В ПСК единицами измерения могут быть метры, футы, километры и т. д. В основе спроектированной системы координат лежит географическая, преобразованная проекция.

Координатная основа Российской Федерации представлена референцной системой координат, реализованной в виде ГГС, закрепляющей систему координат на территории страны, и государственной нивелирной сети, распространяющей на всю территорию страны систему нормальных высот (Балтийская система), исходным началом которой является нуль Кронштадтского футштока. Положения определяемых точек относительно координатной основы могут быть получены в виде пространственных прямоугольных или геодезических координат либо в виде плоских прямоугольных координат и высот. За отсчетную поверхность в референцной системе координат РФ принят эллипсоид Красовского с большой полуосью 6 378 245 м и сжатием 1/298, 25784. Центр эллипсоида Красовского совпадает с началом референцной системы координат, ось вращения эллипсоида параллельна оси вращения Земли, а плоскость нулевого меридиана определяет положение начала счета долгот [2].

Положение (ориентировка) эллипсоида Красовского в теле Земли определено геодезическими координатами центра круглого зала Пулковской обсерватории:

широта $B = 59^{\circ} 46' 18''$, 55,

долгота $L = 30^{\circ} 19' 42''$, 09,

азимут направления на пункт Бугры $A = 121^{\circ} 10' 38''$, 79 [3].

Самой распространенной в мире ГСК является система *WGS 1984*. В тоже время, в Российской Федерации часто используется СК *Pulkovo 1942* и СК-63.

Краткая характеристика СК-63:

1. Эллипсоид относимости – эллипсоид Красовского, центр эллипсоида совпадает с центром СК-42, экватор лежит в плоскости XY , малая полуось совпадает с осью Z той же СК.

2. Проекция Гаусса (Гаусса-Крюгера), она же *transverse mercator*™ с масштабом на осевом меридиане равным единице.

3. Вся территория бывшего СССР разделена на частично перекрывающиеся районы неправильной формы. Каждому району приписана какая-то буква латинского алфавита.

4. Для каждого района задается долгота осевого меридиана, ширина зоны, номер начальной зоны и смещения по X и Y (уже в проекции). Это так называемые ключи перехода. Таким образом СК-63 и СК-42 связаны строгими математическими формулами.

Переход из одной системы в другую можно представить как совокупность смещения начала координат и вращений вокруг каждой оси и масштабирования.

Пересчет координат из системы в систему зависит от точности используемых параметров преобразования.

Для пересчета из *WGS 84* в СК-42 используются официально опубликованные 7 параметров, которые в среднем по России обеспечивают точность определения местоположения 3–7 метров. В простейших навигаторах и сопутствующих к ним программах используются 5 параметров, которые в среднем по России обеспечивают 5–10 м.

При выполнении геодезических работ применяются местные системы координат [4]. Данные системы вносятся в государственный реестр. Все местные системы координат являются модификациями системы СК-42. Параметрами перехода от одной системы к другой являются следующие характеристики:

- условное начало координат (X_0, Y_0) ;
- долгота осевого меридиана первой зоны L_0 ;
- число координатных зон n ;
- угол поворота осей координат θ ;
- высота поверхности, принятой за исходную, к которой приведены высоты местной системы H_0 ;
- масштабный коэффициент [5].

Все вышеперечисленные параметры, являются, так называемым «ключом» местной системы координат.

Система координат, используемая на территории Санкт-Петербурга и его пригородов, называется «местная система координат 1964 г.», сокращенно МСК-64.

Введена в 1965 году на основе руководящего документа «Положение о введении местной системы координат в городе Ленинграде и его пригородах», разработанного в 1964 году трестом ГРИИ и согласованного с Северо-Западным отделом Государственного Геодезического надзора.

За начало координат принята точка с координатами в системе координат 1942 года в 3° зоне с осевым меридианом 30° . Территория охвата составляет $20\,260\text{ км}^2$.

Предшествующая система координат – АПУ 1938 года. Планируется введение новой МСК-78. Ленинградская область интересна тем, что здесь используют несколько старых систем координат МСК-47, а также МСК-64. Что касается локальных систем, то они встречаются не только в мегаполисах, но и в небольших городах (Выборг, Тихвин, Волхов, Кингисепп и др.).

В соответствии с федеральным законом «О геодезии и картографии» [6], правительство Российской Федерации приняло постановление [7], согласно которому установлены следующие единые государственные системы координат:

- «Система геодезических координат 1995 года» (СК-95) для использования при осуществлении геодезических и картографических работ начиная с 1 июля 2002 г.;
- геоцентрическая система координат «Параметры Земли» 1990 года (ПЗ-90) для использования в целях геодезического обеспечения орбитальных полетов и решения навигационных задач.

Положения точек в системе ПЗ могут быть получены в виде пространственных прямоугольных или геодезических координат. Геодезические координаты относятся к ОЗЭ (эллипсоид Красовского), размеры которого определяются значениями большой полуоси 6378136 м и сжатия $1/298,25784$. Определены системы координат, входящие в со-

став систем геодезических параметров «Параметры Земли», «Мировая геодезическая система» и координатной основы Российской Федерации [2], а также методы преобразований координат и их приращений из одной системы в другую. Определяется порядок использования численных значений элементов трансформирования систем координат при выполнении геодезических, навигационных, картографических работ с использованием аппаратуры радионавигационных систем ГЛОНАСС и ГСП.

Также закон дает определение системе геодезических параметров «Мировая геодезическая система», которая включает в себя: фундаментальные геодезические постоянные, систему координат МГС, закрепляемую координатами пунктов космической геодезической сети, параметры ОЗЭ, характеристики модели ГПЗ, элементы трансформирования между геоцентрической системой координат МГС и различными национальными системами координат.

Определены численные значения элементов трансформирования между системой координат ПЗ и системой координат МГС, а также порядок использования элементов трансформирования.

Положения точек в системе МГС могут быть получены в виде пространственных прямоугольных или геодезических координат. Центр эллипсоида совпадает с началом системы координат МГС, ось вращения эллипсоида совпадает с осью, а плоскость начального меридиана с плоскостью.

В ходе работ по выводу параметров ПЗ-90.02 геоцентрическая прямоугольная пространственная система отсчета координат была распространена на 14 постоянных станций геодезических сетей *IGS*, *EUREF* и *NEDA*, расположенных на территории России для установления параметров связи ПЗ-90.02 с *WGS-84(G1150)* и *ITRF(2000)*: Арти – *artu (NEDA)*; Билибино – *bili (NEDA)*; Звенигород – *zwen (EUREF)*; Зеленчукская – *zeck (EUREF)*; Иркутск – *irkt (IGS)*; Красноярск – *kstu (IGS)*; Магадан – *mag0 (NEDA)*; Менделеево – *mdvo (EUREF)*; Норильск – *nril (NEDA)*; Петропавловск-Камчатский – *petp (NEDA)*; Светлое – *svtl (EUREF)*; Тикси – *tixi (NEDA)*; Южно-Сахалинск – *yssk (NEDA)*; Якутск – *yakz (NEDA)* (прекратила работу).

В ПЗ-90 КГС включала 33 постоянных пункта, закреплявших ПЗ-90. Из них 7 пунктов на Антарктиде [2].

При использовании различных эллипсоидов следует иметь в виду, что в настоящий момент точные и однозначные параметры связи имеются не для всех комбинаций эллипсоидов. Так, например, параметры связи СК-42 и ПЗ-90 известны точно. В то же время известно несколько вариантов параметров связи ПЗ-90 и *WGS-84*. Причем смещение объектов на поверхности Земли при использовании разных вариантов может достигать сотен метров, что для крупного масштаба недопустимо [5]. Поэтому специалисты, работающие с *GPS-системами* должны учитывать для перевода результатов спутниковых определений в локальную систему координат привязку минимум к двум плановым и трем высотным исходным пунктам геодезических сетей.

Литература

1. Бубнов И. А. Военная топография / И. А. Бубнов, А. И. Кремп, А. К. Калинин, С. А. Шленников. – М.: Воениздат, 1969. – 350 с.
2. ГОСТ Р 51794–2001. Аппаратура радионавигационная глобальной навигационной спутниковой системы и глобальной системы позиционирования. Системы координат. Методы преобразований координат определяемых точек / Госстандарт. – М.: ИПК «Издательство стандартов», 2001. – 11 с.
3. Красовский Ф. Н., Руководство по высшей геодезии, ч. 2, М., 1942; Изотов А. А., Новые исходные геодезические даты СССР, // Сборник научно-технических и производственных статей по геодезии, картографии, топографии, аэро съемке и гравиметрии, вып. 17. – М., 1948.
4. Об утверждении правил установления местных систем координат: постановление Правительства Российской Федерации от 3 марта 2007 г. № 139. – URL: <http://economy.gov.ru/minec/activity/sections/geodesyandcartography/doc201003192035> (дата обращения: 22.04.2015).

5. Ермолаева А. В. Проблемы использования местных систем координат / А. В. Ермолаева // SCI-ARTICLE: сетевой журн. – 2013. – 26 декабря. – URL: http://sci-article.ru/stat.php?i=problemY_ispolzovaniya_mestnYh_sistem_koordinat (дата обращения 28.03.2015).

6. О геодезии и картографии [Электронный ресурс]: Федеральный закон от 26 декабря 1995 г. № 209-ФЗ. – URL: <http://base.garant.ru/10105706/> (дата обращения 28.03.2015).

7. Об установлении единых государственных систем координат [Электронный ресурс]: Постановление Правительства РФ от 28 июля 2000 г. № 568. – URL: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_28045/(дата обращения 28.03.2015).

УДК 528.71

Игорь Николаевич Фомин,
канд. воен. наук, доцент
(Санкт-Петербургский государственный
архитектурно-строительный университет)
E-mail: igor79487@mail.ru

Igor Nikolaevich Fomin,
PhD of Mil. Sci., Associate Professor
(Saint Petersburg State University of Architecture and
Civil Engineering)
E-mail: igor79487@mail.ru

ИССЛЕДОВАНИЕ ФАКТОРА МНОГОПУТНОСТИ КАК ИСТОЧНИКА ОШИБОК СПУТНИКОВЫХ ИЗМЕРЕНИЙ ПРИ СОЗДАНИИ ПЛАНОВО-ВЫСОТНОГО ОБОСНОВАНИЯ

STUDY OF FACTOR OF MULTIPLE PATHS AS A SOURCE OF ERRORS OF SATELLITE MEASUREMENTS DURING CREATION OF FIELD COMPILATION SURVEY

Многопутность (многолучевость) является главным источником ошибок определения координат пунктов при создании планово-высотного обоснования в ходе проведения спутниковых измерений. Сигналы, искаженные многопутностью, всегда задерживаются по сравнению с прямыми сигналами из-за более длинного пути следования, вызванного отражением. Они могут отражаться при спутнике (спутниковая многопутность) или в окрестностях приемника (многопутность приемника). В статье проведен анализ источников и разработаны практические рекомендации по учету фактора многопутности приемника при проведении геодезических работ с применением спутниковых навигационных систем.

Ключевые слова: многопутность, спутник, спутниковые измерения, планово-высотное обоснование, амплитуда принятых сигналов, локальный отражатель.

Multipath propagation is the main source of errors in determination of coordinates of points when creating field compilation survey during the satellite measurement. The signals, distorted multipath propagation are always delayed compared to the direct signals due to the longer path caused by the reflection. They can be reflected near the satellite (satellite multipath propagation) or in the vicinity of the receiver (the receiver multipath propagation). The article gives the analysis of sources and develops practical recommendations for taking into account multipath propagation of the receiver in geodetic surveying with the use of satellite navigation systems.

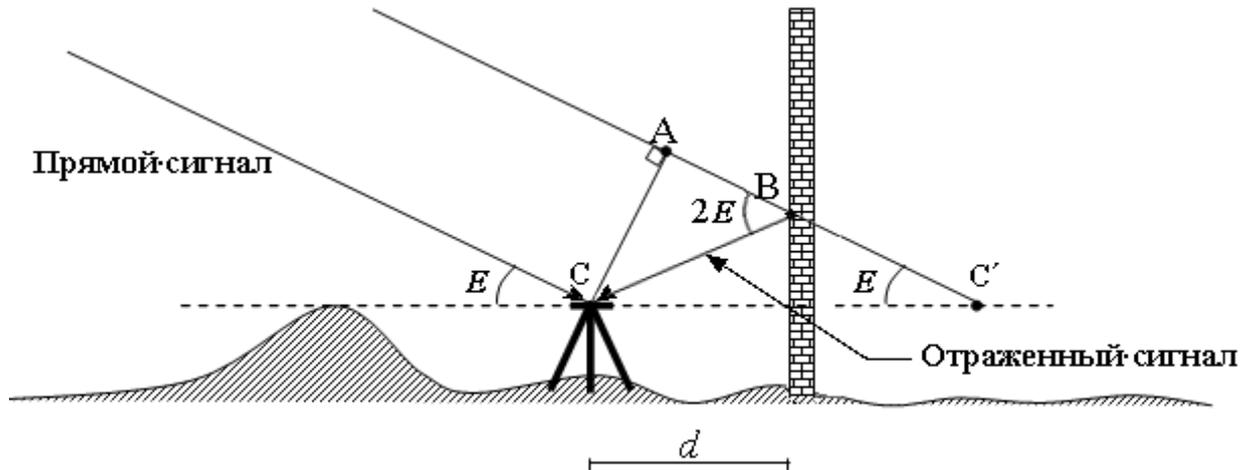
Keywords: multipath propagation, satellite, satellite measurements, field compilation survey, amplitude of the received signals, local reflector.

Сигналы спутника из-за отражения от различного рода препятствий могут достигать приемника по множеству путей. Этот фактор называется многопутностью (многолучевостью) и является главным источником ошибок, определения координат пунктов при создании планово-высотного обоснования (см. рис.).

Многопутность нарушает модуляции кодов и наблюдения фазы несущих колебаний. Хотя многопутные сигналы имеют общее время излучения на спутнике, они приходят со смещением кода и фазы несущей из-за разностей в длинах путей [1]. Сигналы, искаженные многопутностью, всегда задерживаются по сравнению с прямыми сигналами из-за более длинного пути следования, вызванного отражением.

Многопутность трудно охарактеризовать в целом, поскольку ее амплитуда и фаза зависят от многих параметров, хотя часть из них достаточно постоянна. Поскольку геометрия между спутниками и специфическим положением приемника повторяется каждые звездные сутки, многопутность оказывается одной и той же в последующие дни. Это повторение может быть полезным для того, чтобы убедиться в присутствии многопутности,

анализируя наблюдения различных дней. Влияние многопутности на псевдодальности или измерения фазы несущей зависит от множества факторов, таких, как мощность и величина задержки отраженного сигнала по сравнению с прямым сигналом, характеристик затухания в антенне, уровня технического оборудования (совершенства техники измерения и обработки сигнала в приемнике).



Многопутность распространения радиосигнала

Сигналы могут отражаться при спутнике (спутниковая многопутность) или в окрестностях приемника (многопутность приемника). Спутниковая многопутность исключается в коротких базовых линиях в одинарных разностях наблюдений. Отраженный сигнал всегда слабее из-за потери энергии при отражении. Это затухание зависит от материала отражателя, угла падения и поляризации. Отражение на очень малых углах падения практически не имеет затухания. Именно поэтому на малых высотах происходят сильные помехи из-за многопутности [2].

Часто локальный отражатель накладывает свое преобладающее значение на многопутность. В общем, любой объект около антенны приемника, поверхность которого является гладкой для радиоволн с длиной 19 или 24 см, будет действовать как источник многопутности [2]. Это и здания, и деревья, и сама земля. Земная многопутность особенно сильно создается такими гладкими поверхностями, как асфальтовое покрытие, водное зеркало, ровный слой снега (особенно наста). Значительно меньше влияет травяной покров, пашни. Крыши зданий являются плохим окружением для приемника, поскольку здесь часто есть выступы зданий, трубы и другие отражающие объекты поблизости от антенны [3].

Из анализа рисунка можно определить разность хода прямого и отраженного от земли луча:

$$d = AC - BC = AC (1 - \cos 2E) = 2AC \sin^2 E = 2h \sin E, \quad (1)$$

где d – разность хода между прямым лучом и лучом, отраженным от земной поверхности; h – высота установки антенны приемника (обычно от 1 до 2,5 м).

Анализ формулы (1) показывает, что высота установки антенны приемника (отражающей поверхностью в данном случае является земная поверхность) находится в прямой зависимости от величины многопутности. Чем ниже эта высота, тем меньше разность хода прямого и отраженного лучей, следовательно, меньше влияние многопутности.

Одним из лучших признаков присутствия многопутности является амплитуда принятых сигналов. Которая будет колебаться при наличии многопутности. Существующие

версии формата RINEX обмена спутниковыми данными не позволяют записывать амплитуду с достаточным числом значащих цифр, иначе было бы возможным выявлять и корректировать сигналы, искаженные многопутностью [3]. Влияние многопутности эффективно усредняется на больших интервалах времени. Для коротких периодов времени (до 20–30 минут, в зависимости от высоты антенны и скорости изменения угла высоты) многопутность не усредняется до нуля, и это может серьезно влиять на результаты кинематических и быстро статических съемок, где время наблюдений не превышает нескольких минут. Для подвижной антенны в кинематическом режиме влияние многопутности также быстро изменяется из-за смены расположения антенны относительно отражающих объектов. В таких случаях могут иметь место ошибки в десятки миллиметров [4; 5].

Многопутность могут создавать такие поверхности как деревья, здания и т. д. Поэтому места размещения пунктов планово-высотного обоснования должны обеспечивать долговременную сохранность пунктов, их устойчивость в плане и по высоте в течение долгого времени, возможность работы в течение суток и в любое время года. Нельзя размещать пункты в зонах перспективного строительства, в местах, предназначенных для выполнения гидротехнических, дорожных, строительных работ, а также где не может быть гарантирована сохранность пункта.

Главное условие для оптимальных условий наблюдений – чистое небо от высоты $10^\circ - 15^\circ$ над горизонтом. Высокие деревья с плотной листвой обычно создают проблемы в наблюдениях: листья и ветки блокируют сигналы спутников или сильно их ослабляют. Нежелательно устанавливать приемник около высоких стен или на крышах. От одноэтажных зданий необходимо отходить на 15 – 20 м при установке пункта съемки. Если наблюдатель вынужден работать поблизости от препятствия, то стоит выбирать точку с южной стороны от него. Это объясняется тем, что в России для широт в 50° и более северных спутники преимущественно находятся именно в южной стороне неба. При наличии объектов съемки с препятствиями необходимо предварительно составить диаграммы препятствий [5; 6].

Кроме того, с целью минимизации влияния фактора многопутности, необходимо устанавливать антенну приемника максимально близко к поверхности земли (на уровне 1 м). Это поможет избежать появления ошибок при отражении луча сигнала от земной поверхности.

Литература

1. ГКИНП (ОНТА)–02-262-02. Инструкция по развитию съемочного обоснования и съемке ситуации и рельефа с применением глобальных навигационных спутниковых систем ГЛОНАСС и GPS / разработчики: М. О. Ашурков, А. Н. Минченко. – М., 2002. – 56 с.
2. Марков С. В. Принципы работы системы GPS и ее использование / С. В. Марков. – Киев, 2008. – 53 с.
3. Войтенко А. В. Разработка методики создания планового геодезического обоснования с применением спутниковой системы GPS при межевании земель / А. В. Войтенко. – Новосибирск, 2008. – 235 с.
4. Генике А. А. Глобальные спутниковые системы определения местоположения и их применение в геодезии / А. А. Генике, Г. Г. Побединский. – Изд. 2-е. – М., 2004. – 355 с.
5. МДС 13-23.2009. Рекомендации по проведению динамического мониторинга высотных зданий и сооружений с использованием навигационного поля глобальных спутниковых систем (ГНСС) / разработчики: В. Д. Фельдман, Л. М. Мережко, В. В. Нефедов. – М., 2010. – 123 с.
6. Глобальная спутниковая радионавигационная система ГЛОНАСС/ под ред. В. Н. Харисова, А. И. Перова, В. А. Болдина. – М.: ИПРЖР, 1998. – 400 с.: ил.

СЕКЦИЯ ТЕПЛОГАЗОСНАБЖЕНИЯ И ВЕНТИЛЯЦИИ

УДК 7659

Марат Хадисович Кауфов, студент магистратуры
(Санкт-Петербургский государственный
архитектурно-строительный университет)

Галина Павловна Комина, канд. техн. наук,
профессор

(Санкт-Петербургский государственный
архитектурно-строительный университет)

E-mail: vipersiti@mail.ru, kominagalina@mail.ru

Marat Hadisovich Kaufov, master's degree student
(Saint Petersburg State University of Architecture and
Civil Engineering)

Galina Pavlovna Komina, PhD of Tech. Sci.,
Professor

(Saint Petersburg State University of Architecture and
Civil Engineering)

E-mail: vipersiti@mail.ru, kominagalina@mail.ru

ВОЗМОЖНОСТЬ ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ РАБОТЫ НАСТЕННЫХ ГАЗОВЫХ ТЕПЛОГЕНЕРАТОРОВ МОЩНОСТЬЮ ДО 65 КВт

THE POSSIBILITY OF INCREASING THE EFFICIENCY OF THE WALL GAS HEAT CAPACITY OF UP TO 65 KW

Предметом исследования являются настенные отопительные газовые теплогенераторы малой мощности и дымоходные системы для отвода продуктов сгорания. Объектом исследования является процесс эксплуатации нижеуказанного котлоагрегата, а также процессы отвода продуктов сгорания и обеспечения притока воздуха, необходимого для горения. Рассматривается способ повышения температуры воздуха, поступающего для горения газа, снижения потерь тепла при транспортировке продуктов сгорания в дымовой трубе за счет применения нового теплообменного устройства, который позволит увеличить КПД настенного газового теплогенератора и эффективно использовать газ.

Ключевые слова: настенные газовые теплогенераторы, коаксиальный дымоход, газоздушный тракт, эффективность, топка.

The subject of the study is wall-heating boilers of low power and chimney systems for flue gas. The object of study is the process of operation of below-mentioned boiler and flue gas processes and ensuring the flow of air required for combustion. The author considers a method of increasing the temperature of the air entering for the combustion of gas, reducing heat loss during transport of combustion products through the flue by means of the new exchange device that will allow to increase the efficiency of wall gas-fired boiler and effectively utilize the gas.

Keywords: wall-mounted gas boilers, coaxial flue, gas path, efficiency, furnace.

Классификация настенных газовых теплогенераторов

Предлагаемый способ повышения температуры воздуха, поступающего на горение, возможен только в теплогенераторах с закрытой камерой сгорания.

В этих теплогенераторах воздух забирается с улицы вентилятором, установленным в теплогенераторе. Воздух проходит по коаксиальному дымоходу, внутри труба высокотемпературная, по ней выбрасываются продукты сгорания в воздух, а по наружной трубе воздух поступает в теплогенератор.

Коаксиальная труба является теплообменником с противотоком. При движении воздуха его температура повышается за счет передачи тепла от уходящих продуктов сгорания [1].

Опыт показал, что при наружной температуре $-15\text{ }^{\circ}\text{C}$ поступающего воздуха в теплогенератор, вызывает появление конденсата и снижает КПД, также из-за этого конденсат образовывается на поверхности приборов, установленных внутри теплогенератора, что может привести к неисправности или поломке оборудования [2].

Используя результаты работы, проведенной по гранту, выполненному автором («Влияние отрицательной температуры наружного воздуха на работу котлов малых мощностей»), можно предложить повышение эффективности работы настенных газовых теплогенераторов, за счет подогрева воздуха, поступающего на горение в топку теплогенератора [3].

При выполнении гранта было выполнено математическое моделирование коаксиального дымохода. Без дополнительного подогрева воздуха при помощи горячей воды, которая забирается из теплогенератора.

Расчеты проводились для трех типов коаксиальных труб с перекрестным током. На рис. 1–3 представлены расчетные схемы для теплогенераторов мощностью до 30 кВт.

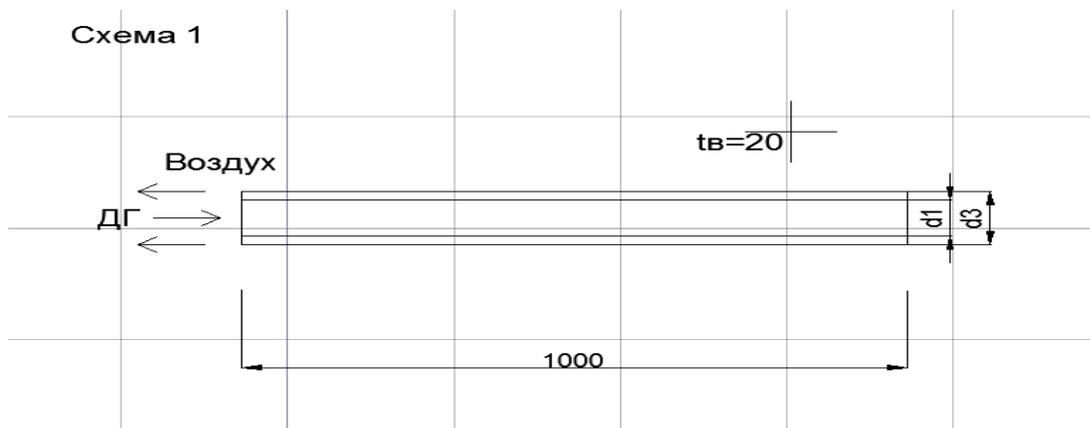


Рис. 1. Первая расчетная схема – гладкая труба

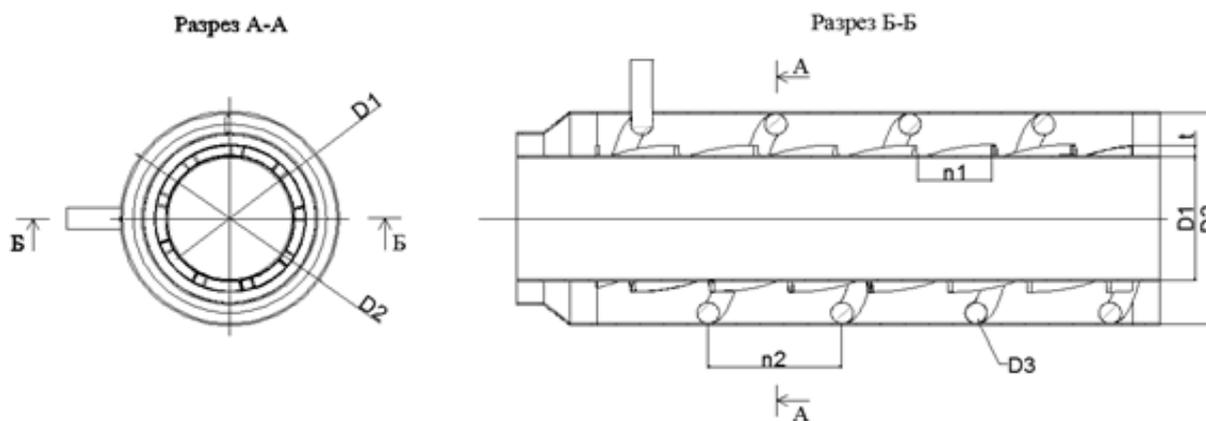


Рис. 2. Вторая расчетная схема – оребренная трехпоточная труба

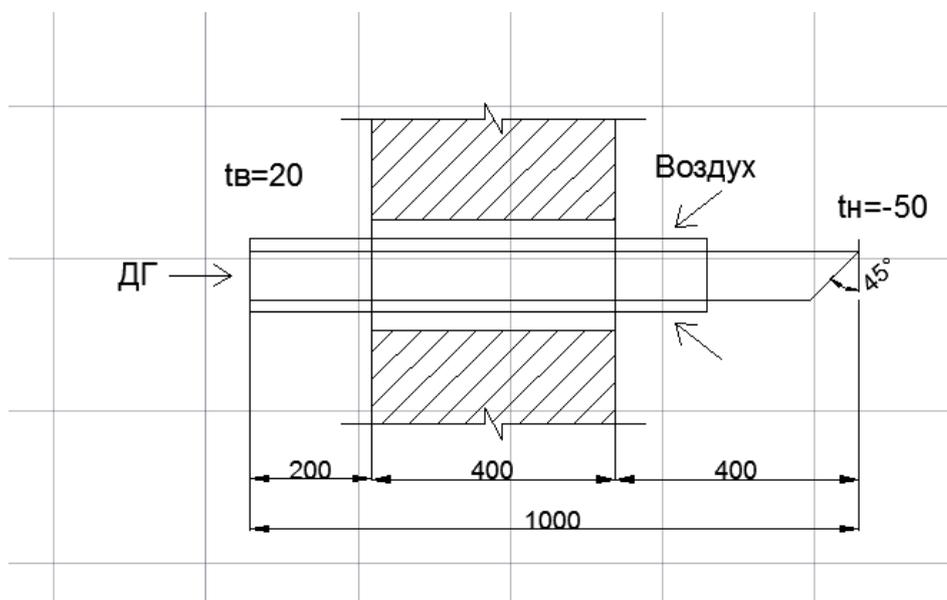


Рис. 3. Третья схема – выход коаксиальной дымовой трубы с изменением уклона оголовка трубы дымовых газов

При продолжении исследований работы по повышению эффективности работы теплогенераторов был предложен способ подогревания воздуха в пластинчатом теплообменнике.

Для подогревания воздуха был использован нагреватель, показанный на рис. 2 [2].

Мы можем подогревать воздух дополнительно до более высокой температуры специальным теплообменником, который будет установлен на калорифере. Способ работы такого пластинчатого теплообменника заключается в том, что пластина греется за счет уходящих газов через ее отверстия диаметром 1 мм, также холодный воздух для горения поступает через дополнительные отверстия, установленные также в пластине, впоследствии холодный воздух греется от пластины и поступает в топку с положительной температурой, что значительно повышает его КПД. Таким образом, мы можем повысить эффективность настенного теплогенератора за счет подогрева воздуха через коаксиальный дымоход и дополнительного теплообменника над калорифером.

Литература

1. *Махов Л. М.* Критерии выбора теплогенератора для системы автономного теплоснабжения индивидуального жилого дома Махов Л. М. Электронный журнал энергосервисной компании «Экологические системы». – 2003. – 56 с.
2. *Хаванов П. А.* Системы теплоснабжения от автономных теплогенераторов / П. А. Хаванов // АВОК. – 2002. – №2. – С. 22–29.
3. *Иванова А. В.* Повышение эффективности газовых теплогенерирующих установок малой мощности до (100 кВт) СПбГАСУ 2013 г. – 6 с.

УДК 697.34

Светлана Алексеевна Мурашова, студент магистратуры (Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет)
Елена Александровна Бирюзова, канд. техн. наук, доцент (Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет)
E-mail: murochka_sv@mail.ru, biryuzova@rambler.ru

Svetlana Alekseevna Murashova, master's degree student (Saint Petersburg State University of Architecture and Civil Engineering)
Elena Alexandrovna Biryuzova, PhD of Tech. Sci., Associate Professor (Saint Petersburg State University of Architecture and Civil Engineering)
E-mail: murochka_sv@mail.ru, biryuzova@rambler.ru

ВЛИЯНИЕ ВНУТРЕННЕЙ КОРРОЗИИ НА РАБОТУ ТЕПЛОЙ СЕТИ

INFLUENCE OF INTERNAL CORROSION ON THE OPERATION OF THE HEAT NETWORKS

Одним из важных факторов, влияющих на надежность работы тепловой сети, является внутренняя коррозия трубопроводов. Разрушение металла является одним из проявлений внутренней коррозии, которая приводит не только к снижению надежности транспортировки тепловой энергии, но и ухудшает качество теплоснабжения. Из-за повышенного давления в трубопроводах вероятность появления свищей возрастает, а надежность транспортировки тепловых сетей снижается. Циркулирующие в системе продукты коррозии, попадая в домовые системы, накапливаются в отопительных приборах и уменьшают обогрев помещений. Повышение коррозионной повреждаемости на трубопроводах «подачи» может быть связано с более высоким давлением и температурой сетевой воды, большим ее азированием. На трубопроводе «обратки» эти факторы коррозионного поражения металла действуют в меньшей степени (растворенные газы, проходя по подающим трубопроводам, взаимодействуют с металлом трубы и снижают свою активность). По виду наружная коррозия трубопроводов бывает сплошной равномерной и язвенной очаговой. Наибольшую опасность представляет приводящая к сквозным повреждениям (свищам) язвенная очаговая коррозия, скорость которой достигает 1,4–1,8 мм/год. Сплошная равномерная коррозия менее опасна, так как скорость ее составляет 0,1–0,2 мм/год.

Ключевые слова: внутренняя коррозия, система теплоснабжения, деаэрационная обработка, железистые отложения, надежность системы теплоснабжения.

One of the important factors affecting the reliability of the heating network is internal corrosion of pipelines. The destruction of the metal is one of the manifestations of internal corrosion which leads not only to reduce the reliability of the transport of thermal energy, but also degrades the quality of heat supply. The external corrosion of pipelines can be continuous uniform and ulcerous local. The ulcerous local corrosion is of the greatest danger, as it leads to perforation damage (honeycombs); its rate reaches 1.4-1.8 mm/year. The continuous uniform corrosion is less dangerous, since its rate is 0.1-0.2 mm/year.

Keywords: internal corrosion, heating system, deaeration treatment, ferruginous sediments, the reliability of heat supply system.

Внутренняя коррозия приводит к образованию на стенках трубопроводов слоев железистых отложений, которые увеличивают гидравлическое сопротивление трубопроводов, в результате чего, чтобы поддерживать необходимый гидравлический режим в системе теплоснабжения, эксплуатационный персонал вынужден повышать давление в подающем трубопроводе. Из-за повышенного давления в трубопроводах вероятность появления свищей возрастает, а надежность транспортировки тепловых сетей снижается. Циркулирующие в системе продукты коррозии, попадая в домовые системы, накапливаются в отопительных приборах и уменьшают обогрев помещений. Обслуживающий персонал жилищных служб, чтобы увеличить теплосъем, особенно в периоды низких температур наружного воздуха, ставит стояки домовых систем на слив в канализацию [1].

Такие действия не только ухудшают режимы работы системы отопления в целом, но и увеличивают количество используемой подпиточной воды, а следовательно, способствуют попаданию дополнительного кислорода и увеличению внутренней коррозии трубопроводов. В системах ГВС величина железистых отложений на внутренних стенках труб порой достигает такой величины, что не хватает напора установленных насосов ГВС, чтобы подать горячую воду потребителям. Эксплуатационный персонал, обслуживающий трубопроводы горячего водоснабжения от групповых котельных, которые не имеют деаэрационную обработку подпиточной воды, утверждает, что внутренние поверхности трубопроводов спустя 3–4 года «зарастают» железистыми отложениями. Поэтому эксплуатационному предприятию приходится экстренно проводить замену трубопроводов [2].

Внутренняя коррозия теплопроводов вызывается, прежде всего, наличием кислорода в теплоносителе. Кислород в подпиточную воду может попадать несколькими путями [3]:

- при плохой работе деаэрационных установок;
- через подсосы охлаждающей воды в охладителях деаэрированной воды;
- через сальниковые уплотнения на всасывающей линии подпиточных насосов;
- при аэрации в аккумуляторных баках;
- через подсосы домовой системы отопления и горячего водоснабжения.

В системах теплоснабжения с открытым горячим водоснабжением водяной объем обновляется в течение суток 4–6 раз, поэтому водоподготовка в котельных является одним из главных факторов, влияющих на срок службы трубопроводов тепловых сетей. Водоснабжение котельных предприятия, расположенных во всех районах города, осуществляется от разных источников (р. Нева, артезианские скважины, Финский залив и т. д.), имеющих различное качество. Большинство котельных осуществляет водоснабжение из городского водопровода. Невская вода характеризуется малым солесодержанием и достаточно высокой коррозионной активностью.

Кроме того, под воздействием очистки на городских водопроводных станциях вода приобретает дополнительную коррозионную активность, в связи с увеличением содержания в ней сульфатов, углекислоты, хлоридов, активного хлора, уменьшения рН воды и щелочности. Поэтому качественная обработка воды на котельных – необходимое условие снижения ремонтных затрат и повышения надежности систем теплоснабжения. Как правило, водоподготовка включает в себя умягчение, деаэрацию и последующий контроль качества воды на источнике теплоснабжения. Последняя операция играет решающую роль при оценке эффективности всего процесса [4].

В зависимости от применяемого способа химводоподготовки, природного состава подпиточной воды, рабочих параметров (давления и температуры), на трубопроводах тепловых сетей может появиться язвенная или сплошная равномерная коррозия. Коррозионные поражения чаще всего развиваются под слоем накипи и ржавчины.

Наименее опасным и легко прогнозируемым повреждением является сплошная равномерная коррозия. Но одной равномерной коррозии на практике никогда не бывает. Общая равномерная и местная коррозия, пятнами или язвами, обычно развиваются рядом, но с разными скоростями.

Язвенная коррозия труб со временем переходит в сквозное поражение. Язвы могут оказаться инициаторами зарождения усталостных трещин и хрупких разрушений. Язвенная коррозия обычно сопровождается образованием вокруг отдельных крупных язв толстых расслаивающихся слоев продуктов коррозии, покрывающих всю поверхность металла или значительную ее часть.

Образование коррозионных отложений в трубопроводах тепловой сети, в значительной степени, обусловлено стояночной коррозией, интенсивность которой в период простоя в среднем в 15–20 раз больше, чем в период эксплуатации. Стояночная коррозия приводит к накоплению большого количества железооксидных отложений в трубопроводах тепловых сетей к началу отопительного периода. С началом отопительного периода эти отложения при включении циркуляции теплоносителя в большом количестве попадают в сетевую воду. Концентрация загрязнений в обратной сетевой воде в этот период может многократно превышать нормативные значения по содержанию железа, взвешенных частиц, цветности, мутности. Механические загрязнения размером свыше 100 мкм распределяются по нижней образующей трубы и, тем самым, образуют наносные отложения на участках труб с низкими скоростями движения воды [5].

Внутренняя коррозия на подающих и обратных трубопроводах тепловых сетей

Повышение коррозионной повреждаемости на подающих трубопроводах связано с более высоким давлением и температурой сетевой воды, большим ее аэрированием. На обратных трубопроводах эти факторы коррозионного поражения металла действуют в меньшей степени (растворенные газы, проходя по подающим трубопроводам, взаимодействуют с металлом трубы и снижают свою активность).

Рассмотрим две основные причины, которые могут вызвать ускоренную коррозию и порывы на обратных трубопроводах.

1. Застойная вода в трубах после проведения гидравлических испытаний. Несдренированная или не полностью сдренированная вода может вызвать стояночную коррозию металла. Так развивается внутренняя коррозия металла язвами и пятнами по нижней образующей трубы.

2. Низкий гидравлический напор в трубах. Если при монтаже тепловых сетей заложены диаметры трубопроводов, значительно превышающие расчетные, то низкий гидравлический напор в трубах приведет к медленному току воды, вызванному недостаточным потреблением тепла потребителями, что спровоцирует развитие коррозии.

Механизм коррозионного поражения такой же, как и при стояночной коррозии.

Застойную воду или низкий ток воды необходимо рассматривать как высокий фактор риска внутреннего коррозионного поражения труб.

Литература

1. РД 153-34.0-20.518-2003. Типовая инструкция по защите трубопроводов тепловых сетей от наружной коррозии / Госстрой России. – М.: Новости теплоснабжения, 2003. – С. 172
2. РД 153-34.1-17.405-00. Методические указания по оценке интенсивности процессов внутренней коррозии в тепловых сетях / Госстрой России. – М.: Новости теплоснабжения, 2000. – С. 14

3. Родичев Л. В. Исследование физико-химической обстановки, вызывающей коррозию труб и арматуры в тепловых камерах, и разработка эффективного метода их защиты. / Л. В. Родичев, З. Ф. Каримов // Строительство трубопроводов. – 1993. – № 1. – С. 18–20.

4. Ионин А. А. Теплоснабжение / А. А. Ионин, Б. М. Хлыбов, В. Н. Братенков, Е. Н. Терлецкая; под ред. А. А. Иониной. – М.: Стройиздат, 1982. – 336 с.

5. Косачев В. Б. Защита теплопроводов полимерными покрытиями / В. Б. Косачев, А. П. Гулидов // Новости теплоснабжения. – 2000. – № 4. – С. 36–40.

УДК 697.911:628.8

Вера Михайловна Уляшева, д-р техн. наук,
профессор
(Санкт-Петербургский государственный
архитектурно-строительный университет)
E-mail: ulyashevavm@mail.ru

Vera Mikhailovna Ulyasheva, Dr of Tech. Sci.,
Professor
(Saint Petersburg State University of Architecture and
Civil Engineering)
E-mail: ulyashevavm@mail.ru

ЭНЕРГОСБЕРЕГАЮЩИЕ ТЕХНОЛОГИИ НА ОБЪЕКТАХ МАГИСТРАЛЬНЫХ ГАЗОПРОВОДОВ

ENERGY-SAVING TECHNOLOGIES AT FACILITIES MAIN GAS PIPELINES

Работа посвящена вопросам утилизации теплоты различных источников вторичных энергоресурсов на объектах магистральных газопроводов. Рассмотрены вопросы выработки и потребления теплоты объектами магистрального газопровода. Источниками теплоснабжения являются преимущественно утилизаторы теплоты, а также котельные собственных нужд. Для оценки потребления теплоты, наряду результатами экспериментальных исследований, использован численный эксперимент. Применены численные методы исследований процессов тепло- и воздухообмена, основанные на уравнениях Навье – Стокса. Результаты получены в программном комплексе STAR CD. Приведены принципиальные схемы автоматизации систем обеспечения микроклимата.

Ключевые слова: микроклимат, магистральный газопровод, компрессорная станция, вторичные энергоресурсы, газотурбинная установка, источник тепловыделений.

This paper is devoted to the various sources of secondary energy resources at facilities main gas pipelines. The problems of generation and consumption heat of gas pipeline facilities are considered. Heat sources are predominantly waste heat recovery and own needs boilers. To estimate the consumption of heat along the results of experimental researches numerical experiment is used. The numerical methods are used in heat and air exchange processes research based on the Navier-Stokes equations. The results were obtained in the software package STAR CD. The principle automation diagrams of environmental support systems are presented.

Keywords: microclimate, main gas pipeline, compressor station, secondary energy resources, gas turbine unit, heat source.

Обеспечение нормируемых параметров воздушной среды в помещениях с применением энергоэффективных технологий является одним из актуальных направлений в строительстве [1]. Современная тенденция удорожания энергоресурсов стимулирует проведение энергосберегающих мероприятий на объектах магистральных газопроводов, в том числе, в направлении использования вторичных энергоресурсов [2].

Для поддержания проектной пропускной способности магистральных газопроводов через 120–150 км по трассе сооружаются промышленные площадки, в состав которых входят линейные производственные управления с 1–2 компрессорными станциями (КС), административные здания, объекты энерготепловодоснабжения и обслуживания автотранспорта [3]. В качестве привода нагнетателей газа в северных районах страны применяется преимущественно газовые турбины. Особенностью газотурбинных установок (ГТУ) является низкий КПД (28–32 %). Для утилизации теплоты отходящих газов на газоходах установлены газоводяные теплообменники. Как показывают результаты исследований состояния условий труда, выполненные при участии авторов согласно требованиям нормативных документов [4; 5], порядка 20 % рабочих мест отнесены к условно аттестованным из-за несоответствия параметров микроклимата нормируемым значениям [3]. При

этом значительное количество таких рабочих мест связаны с нестабильностью системы теплоснабжения от утилизационных теплообменников.

Поиску энергосберегающих технологий, основанных на внутренних источниках вторичной теплоты, в том числе для систем обеспечения микроклимата, посвящен ряд работ, например [6–8]. Преобразование вторичных энергоресурсов (ВЭР) в тепловую энергию позволяет удовлетворять не только теплофикационные нужды компрессорных станций (КС), но и внешнего потребителя. Теплота отходящих газов ГТУ может быть использована и на технологические нужды – для подогрева воды или генерации пара, подаваемых в проточную часть газовой турбины, что позволяет увеличить мощность газоперекачивающего агрегата (ГПА). Преобразование теплоты отходящих газов ГТУ в холод позволит снизить температуру циклового воздуха и тем самым увеличить мощность ГПА. Получаемый холод может быть использован и для охлаждения транспортируемого газа. Механическая энергия, выработанная за счет утилизации теплоты ГТУ, способствует увеличению мощности ГПА и КПД установки в целом. Утилизация теплоты ГТУ для получения электроэнергии может обеспечить полностью или частично внутренние потребности КС в этом виде электроэнергии. К числу потребителей теплоты на КС относятся компрессорные и ремонтные цехи, механические цехи, электростанция собственных нужд, бытовые и др., а также внешние потребители. Наличие вблизи КС сторонних потребителей (жилых поселков, сельскохозяйственных потребителей и т. д.) позволяет увеличить долю утилизированной теплоты до 25 %. Энергоемкость потребителей компрессорных станций одного из магистральных газопроводов проанализирована на рис. 1. Как было отмечено выше, относительно низкий КПД ГТУ обуславливает ежегодную безвозвратную потерю около 25–30 млрд м³ природного газа с температурой продуктов сгорания, несущих в себе около 1 млн т оксидов азота и около 200 тыс. т оксидов углерода.

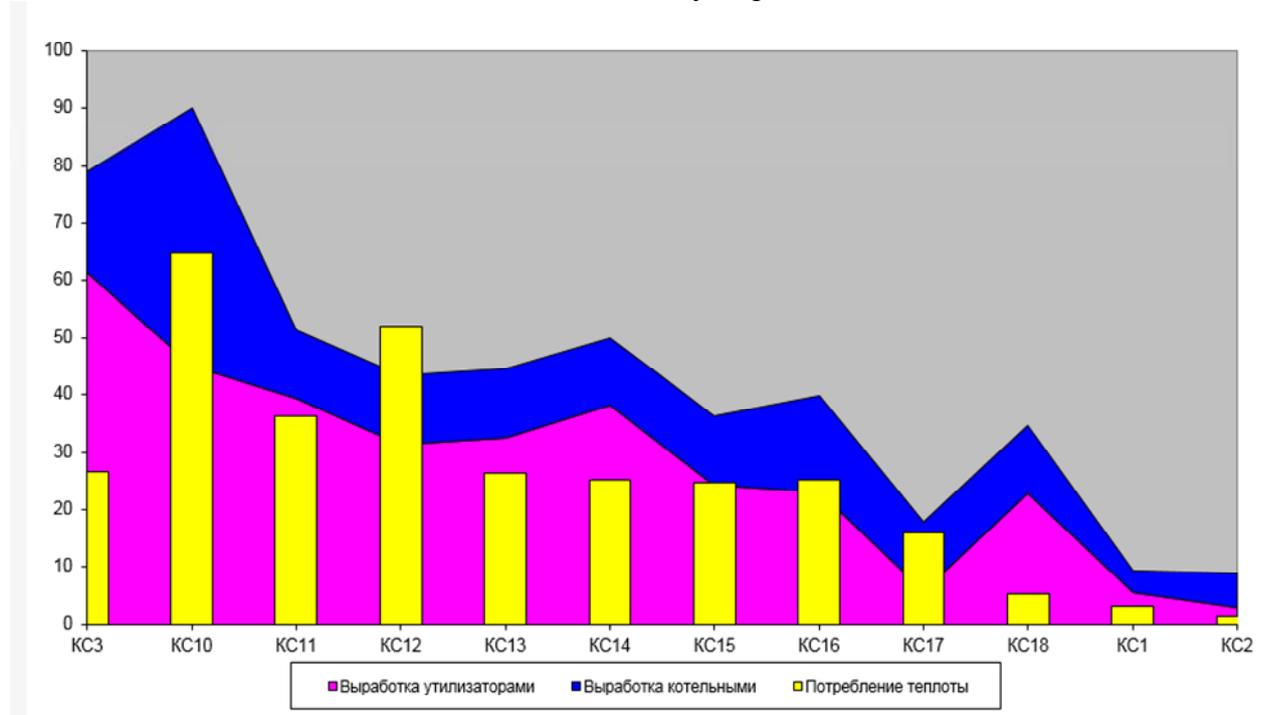


Рис. 1. Соотношение между выработкой и потреблением теплоты

Таким образом, основным источником вторичных энергоресурсов (ВЭР) являются уходящие газы от ГТУ. Помимо этого, к источникам тепловых ресурсов можно отнести [9]:

- системы охлаждения смазочного масла;
- системы охлаждения газа;

- нагретые поверхности газоходов и ГТУ в машинных залах КС;
- физическую энергию дросселируемого топливного газа.

Таким образом, несмотря на то, что теплоту отходящих газов наиболее просто утилизировать для теплофикационных нужд, это направление не позволяет использовать все ресурсы попутной теплоты КС. Внутренние нагрузки и внешние потребители не являются стабильными и энергоемкими потребителями низкопотенциальной теплоты.

Использование вторичной теплоты КС для удовлетворения внешних потребителей теплоты, более стабильных и энергоемких, позволяет отказаться от сооружения дополнительных котельных. Однако иногда компрессорные станции располагаются на значительном расстоянии (5–15 км) от наиболее стабильных потребителей, что делает необходимым обоснование предельного радиуса теплоснабжения, расстояния, при котором экономически выгодно транспортировать утилизируемую теплоту. Таким образом, из-за отсутствия стабильных и энергоемких потребителей низкопотенциальной теплоты, утилизация теплоты отходящих газов ГТУ только для теплофикационных нужд не решает полностью проблему использования ресурсов попутной теплоты на КС магистрального газопровода [3].

Кроме того, опыт эксплуатации систем водяного теплоснабжения показывает, что их работоспособность нарушается по многим причинам, в частности [3]:

- из-за снижения теплопроизводительности утилизационных теплообменников вследствие накипеобразования внутри труб при отсутствии или низком качестве химводочистки;
- несоответствия характеристик теплогенерирующего оборудования расчетным и, как следствие, недостаточности пропускной способности теплосети;
- из-за отсутствия высокоэффективных технологических схем слива воды из системы с высоким уровнем автоматизации при аварийных ситуациях;
- из-за длительной потери работоспособности и сложности повторного включения в работу при аварийных остановах источников теплоты.

Вышеуказанные причины могут явиться причиной размораживания отопительно-вентиляционных систем и, как следствие, выхода из строя калориферов, трубопроводов, арматуры и т. д. Одним из путей обеспечения стабильной работы таких систем является внедрение систем автоматизации, принципиальная схема которых приведена на рис. 2. Схема установки утилизации теплоты приведена на рис. 3.

Утилизационный теплообменник можно представить объектом регулирования, на вход которого поступает теплота выхлопных газов, а на выходе определяется текущее значение регулируемой величины – температуры теплоносителя. Для теплоснабжения внешних потребителей необходимо увязать температуру теплоносителя с внешними возмущающими воздействиями (температурой наружного воздуха, скоростью и направлением ветра), т. е. построить отопительный график.

Регулирующий орган представляет собой блок заслонок, установленный перед теплообменными модулями и в байпасном канале. Эти заслонки осуществляют перераспределение потока выхлопных газов по следующему алгоритму: открываются теплообменные модули, прикрывается байпас – теплосъем увеличивается, температура теплоносителя на выходе из утилизатора растет; обеспечивается максимальный теплосъем полным открытием заслонок перед модулями и закрытием заслонок перед байпасом; обеспечивается уменьшение теплосъема (понижение температуры теплоносителя) обратным вращением заслонок, т. е. заслонки перед теплообменными модулями закрываются, байпас открывается.

Системы автоматики для регулирования теплопроизводительности утилизационных теплообменников различных ГТУ отличаются количеством исполнительных элементов, установленных на блоках заслонок.

Например, в качестве регулятора применен «Регулятор температуры электронный ЭРТ-1», предназначенный для автоматического регулирования отпуска теплоты, формирующий пропорционально-интегральный закон регулирования и имеющий зону нечув-

откроется задвижка на перемычке между прямым и рециркуляционным трубопроводами, задвижка на выходе из теплообменника закроется;

– «кратковременный останов»: со щита автоматики или по сигналу «аварийный останов» ГПА. При этом откроются шиберы перед байпасами дымовых газов; закроются шиберы перед модулями; откроется задвижка на перемычке между прямым и рециркуляционным трубопроводами; закроется задвижка на выходе из теплообменника;

– «нормальный останов»: со щита автоматики. При этом шиберы перед байпасом и теплообменниками установятся в исходное положение, с выдержкой времени закроются задвижки на входе и выходе теплообменника; откроются дренаж и воздушники; откроются задвижки между прямым и дренажным трубопроводами, обратным и дренажным трубопроводами. Произойдет слив воды из теплообменника;

– «аварийный останов» по сигналу со щита или любому аварийному сигналу, предусматривающий слив воды из теплообменника и его отключение.

Как уже отмечалось ранее, в системах утилизации теплоты выхлопных газов на компрессорных станциях практически не используется автоматическое управление процессом утилизации. Одной из главных причин такого положения является отсутствие регулировочных характеристик клапанов управления процессом утилизации [10].

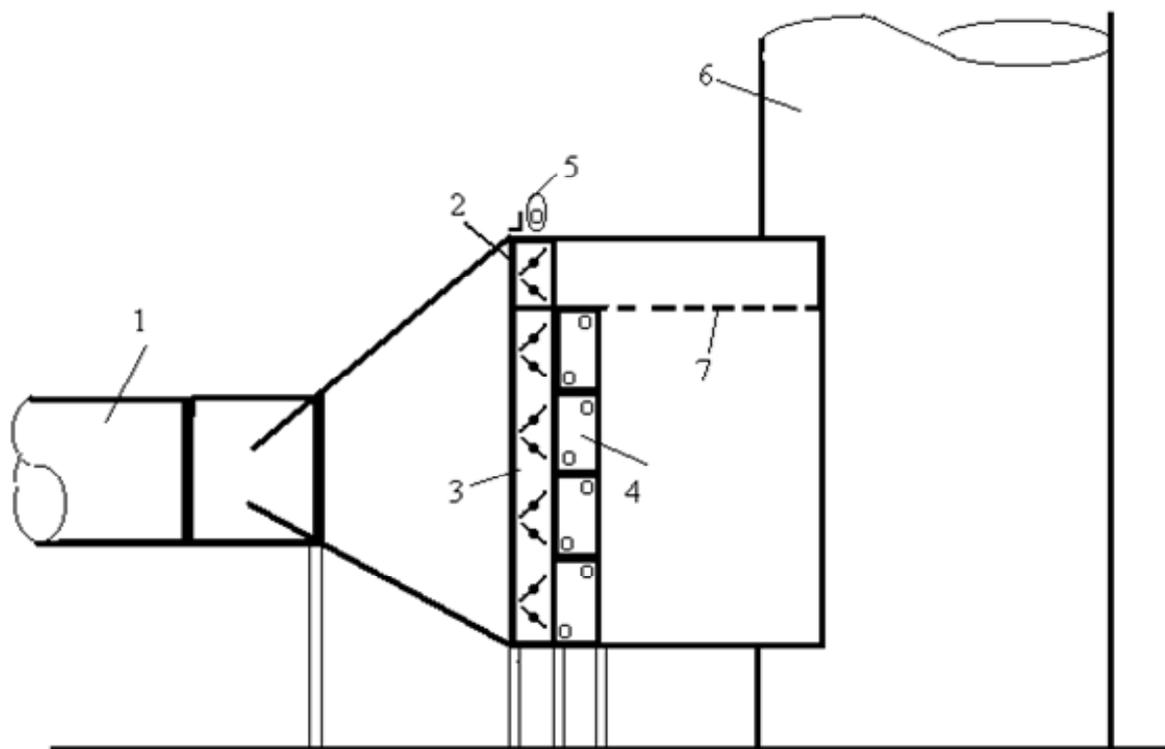


Рис. 3. Система утилизации теплоты выхлопных газов ГТУ:
1 – газопровод, 2 – клапан обводного канала, 3 – клапан утилизаторов, 4 – утилизаторы,
5 – исполнительный механизм, 6 – выхлопная труба, 7 – перегородка

Для определения параметров выхлопных газов использован измерительный термоанемометрический комплекс TESTO 454, позволяющий кроме температуры и скорости движения потока определять концентрации отдельных компонентов продуктов сгорания.

Диапазон измерений:

- по температуре потока – 120–1200 °С (погрешность $\pm 10\%$);
- по скорости потока – 0,5–50 м/с (погрешность $\pm 10\%$).

Измерения проводились при четырех положениях угла наклона лопаток клапанов для двух- и трехрядных теплообменников. Результаты исследований позволили получить регулировочные характеристики клапанов, предназначенные для практического применения.

Дополнительно можно отметить, что нестабильность работы водяной системы утилизации теплоты отходящих газов приводит к существенному отличию параметров микроклимата. Последнее обстоятельство побуждает анализировать возможность использования теплоты других источников, в частности нагретых поверхностей оборудования. При этом теплота может быть использована для машинных залов, галереи нагнетателей, тамбуров-шлюзов и т. д., что в сочетании с традиционными системами утилизации приведет к снижению нагрузки на основные утилизационные системы и обеспечению стабильности параметров микроклимата в связи с простотой регулирования внутренних воздушных утилизационных систем. При утилизации теплоты нагретых поверхностей для обеспечения параметров микроклимата в машинных залах КС целесообразно, чтобы система совмещала функции отопления и вентиляции, а в ряде случаев и обеспечивала использование теплоты на технологические нужды. В первую очередь, наиболее простым способом, как показывает аналитический обзор в работе [9], является использование рециркуляции с учетом выполнения требований нормативных документов [1]. При участии авторов предложены системы обдува нагретых поверхностей для обогрева нижней зоны помещения в холодный период года и сдува конвективных струй из рабочей зоны площадки обслуживания [10]. В этом случае наружный воздух подается только из условий соблюдения санитарных норм, а в системе вентиляции не предусматривается подача рециркуляционного воздуха в приточную камеру. Это позволяет снизить металлоемкость системы, учитывая объемно-планировочные решения компрессорных цехов. Принципиальные схемы управления конвективными потоками представлены в работе [10]. Количественные характеристики такого процесса получены на основе широко распространенного в настоящее время численного моделирования [11–17] системы дифференциальных уравнений неразрывности, Навье-Стокса, сохранения количества теплоты и примеси (влажностержения воздуха):

$$\begin{aligned} \frac{\partial \rho}{\partial t} + \frac{\partial}{\partial X_j} (\rho u_j) &= s_m, \\ \frac{\partial \rho u_i}{\partial t} + \frac{\partial}{\partial X_j} (\rho u_j u_i - \tau_{ij}) &= -\frac{\partial P}{\partial X_j} + s_i \\ \frac{\partial \rho C_p T}{\partial t} + \frac{\partial}{\partial X_j} (\rho C_p T u_j) &= \frac{\partial}{\partial X_j} \left(\lambda \frac{\partial T}{\partial X_j} - \rho C_p \overline{u_j T} \right) \\ \frac{\partial \rho c}{\partial t} + \frac{\partial}{\partial X_j} (\rho c u_j) &= \frac{\partial}{\partial X_j} \left(\rho D \frac{\partial c}{\partial X_j} - \rho \overline{u_j c} \right) \end{aligned} \quad (1)$$

где t – время; $X = X_{i,j,k}$ – координаты; $u = u_{i,j,k}$ – компоненты вектора скорости; P – давление; C_p, ρ – теплоемкость и плотность; $\tau_{i,j}$ – компоненты тензора напряжений; s_m, s_i – источник массы и компоненты источника импульса; λ, D – коэффициенты теплопроводности и диффузии.

В расчетах использованы граничные условия II рода.

В работе [10] представлены также разработанные при участии авторов два технических решения утилизации теплоты нагретых поверхностей в зависимости от особенностей компоновки газоперекачивающих агрегатов – индивидуальной и многомашинной.

На рис. 4 приведена схема автоматизации системы утилизации теплоты удаляемого воздуха из машинного зала с групповой установкой газотурбинных агрегатов. В схеме предусмотрен воздуховоздушный теплообменник для подогрева приточного воздуха для зала нагнетателей. Используется регулирование теплопроизводительности теплообменни-

ка за счет изменения расхода горячего воздуха. Разработаны также схемы с использованием теплоты удаляемого воздуха из многомашинного зала для подогрева приточного для тамбур-шлюзов и непосредственно машинного зала. В схеме могут быть использованы любые рекуперативные теплообменники.

Отличительной особенностью индивидуальной компоновки газоперекачивающих агрегатов является резкое изменение теплового режима машинного зала в зависимости от режима работы. В рабочем режиме тепловой режим характеризуется значительной тепловой напряженностью, в резервный и ремонтный период – помещение с недостатками теплоты. Для группы таких объектов предложены следующие варианты утилизации (рис. 5):

– единая схема воздушного отопления, предусматривающая единый воздуховод нагретого воздуха из помещений с работающими агрегатами, при этом теплообменники установлены непосредственно перед подачей в обслуживаемые помещения;

– единый воздуховод приточного воздуха, подогрев которого осуществляется установленными на вытяжном воздуховоде теплообменниками и местными воздухонагревателями.

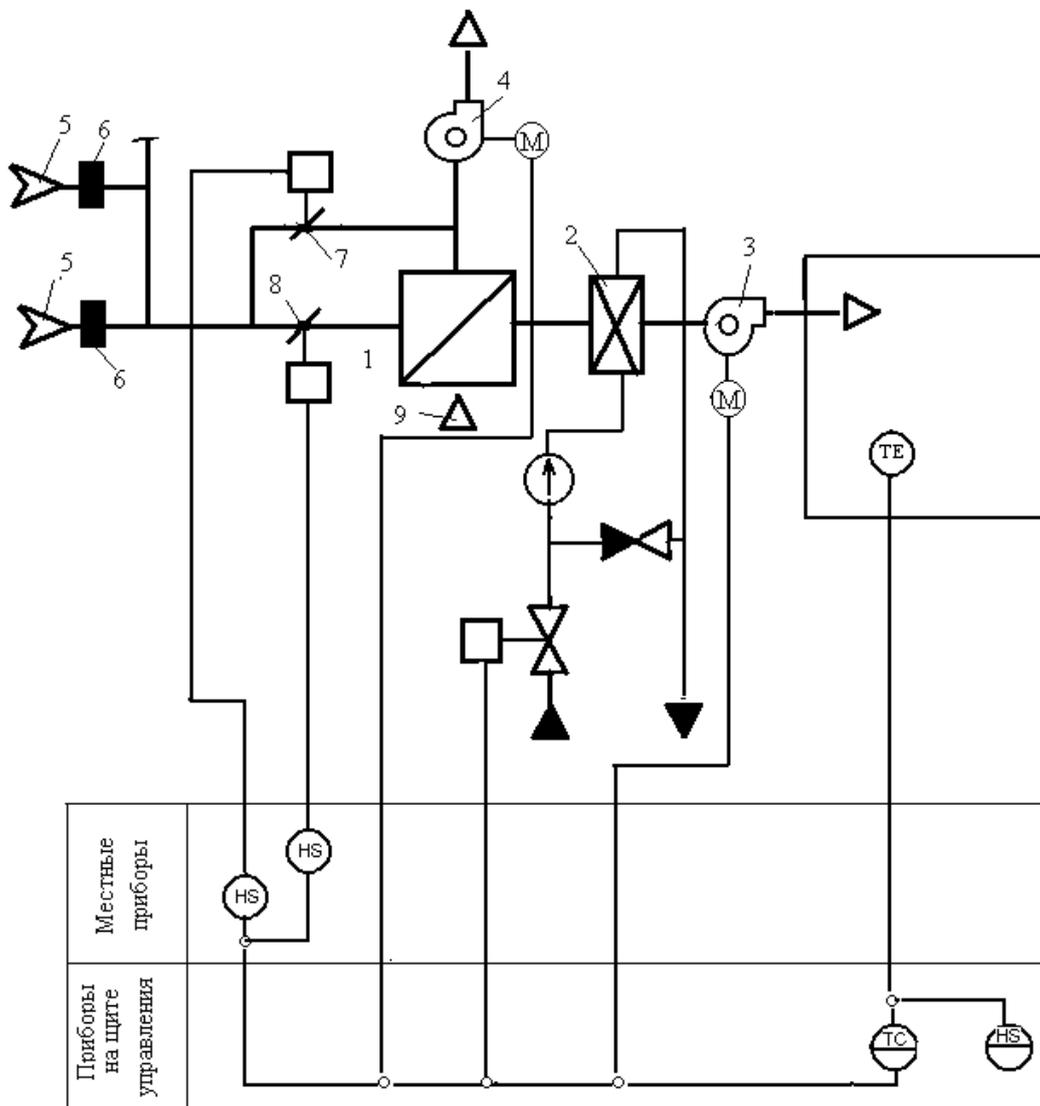


Рис. 4. Принципиальная схема автоматизации для многомашинного зала:

1 – утилизатор, 2 – воздухонагреватель, 3 – приточный вентилятор, 4 – вытяжной вентилятор, 5 – местные отсосы (вытяжные устройства), 6 – огнезадерживающий клапан, 7 – байпасный клапан, 8 – клапан утилизатора, 9 – забор наружного воздуха

Схема автоматизации утилизационных систем приведена на рис. 5.

Выводы

1. На основании результатов подробных исследований состояния микроклимата в производственных цехах компрессорных станций магистральных газопроводов выявлены проблемы обеспечения нормируемых параметров воздушной среды на рабочих местах и получены количественные характеристики потенциальных источников вторичных энергоресурсов.

2. Разработаны и реализованы на действующих компрессорных станциях оптимальные схемы организации воздухообмена и инженерные решения энергосберегающих систем обеспечения микроклимата для различных вариантов размещения газоперекачивающих агрегатов в основных производственных помещениях.

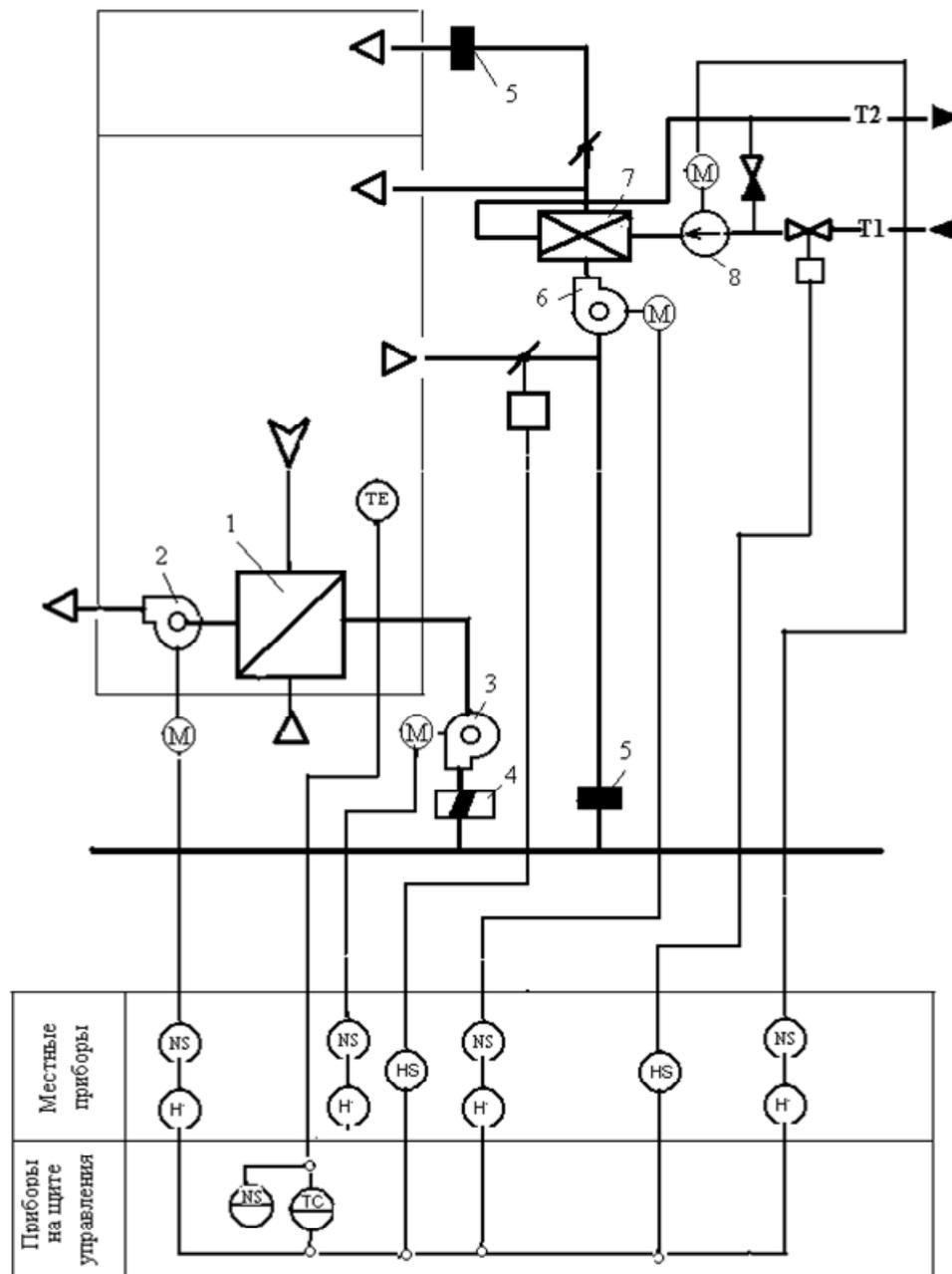


Рис. 5. Принципиальная схема автоматизации для индивидуальных укрытий:
 1 – утилизатор, 2 – вытяжной вентилятор, 3,6 – приточные вентиляторы, 4 – обратный клапан,
 5 – огнезадерживающий клапан, 7 – воздухонагреватель, 8 – насос

Литература

1. СП 60.13330.2012. Актуализированная редакция СНиП 41-01-2003. Отопление, вентиляция и кондиционирование / Минрегион России. – Введ. 2013–01–01. – М., 2013. – 81 с.
2. Будзуляк Б. В. Концепции и программа реконструкции российских газопроводов / Б. В. Будзуляк, Е. В. Леонтьев, А. М. Бойко // Газовая промышленность. – 1993. – № 6. – С.1–4.
3. Позин Г. М. Использование вторичных энергоресурсов в системах отопления и вентиляции компрессорных станций / Г. М. Позин, В. М. Уляшева, С. В. Дубенков и др. // Сборник материалов Второй Международной конференции «Теоретические основы теплогазоснабжения и вентиляции». – М.: МГСУ, 2007. – С. 26–29.
4. Порядок проведения аттестации рабочих мест по условиям труда: приложение к приказу Минздравоохранения России от 26.04.2011 г. № 342н: введ. в действие с 01.09.2011 / Минздравоохранения России. – М.: ИИЦ Минздрава России, 2011. – 30 с.
5. Руководство Р 2.2.2006-05. Руководство по гигиенической оценке факторов рабочей среды и трудового процесса. Критерии и классификация условий труда: утв. М-вом здравоохранения и социального развития 29.07.2005: введ. в действие с 01.09.2005. – М.: ИИЦ Минздрава России, 2000. – 92 с.
6. Bronicki Lucien Y. Organic rankine cycle power plant for waste heat recovery [Электронный ресурс] / Lucien Y. Bronicki // ORMAT: официальный сайт ORMAT International Inc. – 2014. – URL: <http://www.ormat.com/research/papers/organic-rankine-cycle-power-plant-waste-heat-recovery> (дата обращения: 12.01.2015).
7. Ajax-based Booster Compression Stations for Associated Petroleum Gas [Электронный ресурс] / Premium Engineering. – URL: <http://premen.ru/en/content/compressors/apply/mining/ajax/> (дата обращения: 12.01.2015).
8. Способ утилизации тепла выхлопных газов газотурбинных приводов газоперекачивающих агрегатов компрессорной станции и устройство для его осуществления: пат. МПК F02C6/18 Рос. Федерация № 2377427 / В. А. Богуслаев, П. А. Горбачев, П. И. Кононенко, В. Г. Михайлуца; патентообладатели: В. А. Богуслаев, П. А. Горбачев, П. И. Кононенко, В. Г. Михайлуца. – Заяв. 21.10.2008, опубл. 27.12.2009.
9. Ермоленко М. Н. Рациональное использование теплоты в системах отопления и вентиляции компрессорных станций магистральных газопроводов: дис. ... канд. техн. наук: 05.23.03 / М. Н. Ермоленко. – Ухта: УГТУ, 2004. – 247с.
10. Использование вторичных энергоресурсов в системах отопления и вентиляции компрессорных станций / Г. М. Позин, В. М. Уляшева, Н. М. Ермоленко, М. Н. Ермоленко // Сантехника, отопление, кондиционирование. – 2008. – № 3. – URL: <http://www.c-o-k.ru/articles/ispol-zovanie-vtorichnyh-energoresurovov-v-sistemah-otopleniya-i-ventilyacii-kompressornyh-stanciy> (дата обращения: 12.01.2015).
11. Новая технология проектирования систем обеспечения микроклимата зданий / Т. А. Дацок, В. Ф. Васильев, В. В. Дерюгин, Ю. П. Ивлев // Вестник гражданских инженеров. – 2005. – №3. – С.57–62.
12. Natural convection in wavy enclosures with volumetric heat sources / Hakan F. Oztop, Eiyad Abu-Nada, Yasin Varol, Ali Chamkha // International Journal of Thermal Sciences. – 2011. – Vol. 50. – Issue 4. – P. 502–514.
13. Yang Hongxin Numerical study of three-dimensional turbulent natural convection in a differentially heated air-filled tall cavity / Hongxing Yang, Zhu Zuojin // International Communications in Heat and Mass Transfer. – 2008. – Vol. 35. – Issue 5. – P. 606–612.
14. Lishman Ben The control of naturally ventilated buildings subject to wind and buoyancy / Ben Lishman, Andrew W. Woods // Journal of Fluid Mechanics. – 2006. – Vol. 557. – P. 451–471.
15. Flynn M. R. Natural ventilation in interconnected chambers / M. R. Flynn, C. P. Caulfield // Journal of Fluid Mechanics. – 2006. – Vol. 564. – P. 139–158.
16. Liu Q. A. The fluid dynamics of an underfloor air distribution system / Q. A. Liu, P. F. Linden // Journal of Fluid Mechanics. – 2006. – 554. – P. 323–341.
17. Chen Fangzhi Modeling particle distribution and deposition in indoor environments with a new drift-flux model / Fangzhi Chen, Simon C.M. Yu, Alvin C.K. Lai // Atmospheric Environment. – 2006. – Vol. 40. – Issue 2. P. 357–367.
18. Позин Г. М. Распределение параметров воздуха в помещениях с источниками тепловыделений / Г. М. Позин, В. М. Уляшева // Инженерно-строительный журнал. – 2012. – № 6(32). – С.42–47.

СЕКЦИЯ ТЕХНОСФЕРНОЙ БЕЗОПАСНОСТИ

УДК 624.01:614.83, 699.8

Валерий Вазгенович Георгиади, канд. воен. наук,
доцент

(Санкт-Петербургский государственный
архитектурно-строительный университет)

E-mail: vgeorgiadi@yandex..ru

Valerii Vazgenovich Georgiadi, PhD of Mil. Sci.,

Associate Professor

(Saint Petersburg State University of Architecture and
Civil Engineering)

E-mail: vgeorgiadi@yandex..ru

ПУТИ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ ПРОМЫШЛЕННОЙ БЕЗОПАСНОСТИ

WAYS OF IMPROVING INDUSTRIAL SAFETY

В статье приводится пример испытания взрывозащитного контейнера EMC-600A, как прототипа, для применения разнесенных преград в промышленной безопасности. Приведен пример работы контейнера при подрыве мины НАТО Springgr/80 с эквивалентным зарядом 800 г ТНТ, для инициации использовалось взрывчатое вещество С-4 (экв. 200 гр. ТНТ). Работа контейнера основана на 2-х принципах: гашения ударной волны и поглощения осколков. Гашение ударной волны обеспечивается за счет инициации экзотермической реакцией эндотермической реакции в объеме внутреннего модуля и частично механической работой по его разрушению. Поглощение осколков осуществляется за счет применения многослойных разнесенных преград. Показана возможность эффективной борьбы с давлением, возникающем при взрывах конденсированных и газообразных взрывчатых веществ, поглощения осколков разнесенными преградами и гашения пламени.

Ключевые слова: промышленная безопасность, взрывчатые вещества, осколки, пламя, высокое давление, ударная волна, поглощение.

The article gives an example of the test explosion-proof container EMC-600A, as a prototype for use spaced barriers in industrial safety, as well an example of undermining NATO mine Springgr / 80 with an equivalent charge of 800 grams of TNT in the container, to initiate the explosion C-4 (egv. 200G TNT) was used. The work of the container is based on 2 principles: the shock wave damping and absorption of fragments. Damping of the shock wave is provided by the initiation of the endothermic reaction by the exothermic reaction in the volume of the indoor unit, and partly mechanical work for its destruction. Absorption of fragments is achieved by the use of multi-layer spaced barriers. The article shows the possibility of effective control of the pressure produced by explosions of condensed and gaseous explosives as well as fragments absorption by spaced barriers and flame quenching

Keywords: industrial safety, explosives, splinters, flame, high pressure, shock wave, absorption.

Рассмотрим требования Федерального закона от 21 июля 1997 г. № 116-ФЗ «О промышленной безопасности опасных производственных объектов» к проектированию систем безопасности объектов. Предлагаемые решения могут быть отнесены к объектам, приведенным в Приложении к закону.

В категории опасных производственных объектов выделим объекты, на которых получают, используются, перерабатываются, образуются, хранятся, транспортируются, уничтожаются опасные вещества следующих видов:

а) воспламеняющиеся вещества – газы, которые при нормальном давлении и в смеси с воздухом становятся воспламеняющимися и температура кипения которых при нормальном давлении составляет 20 градусов Цельсия или ниже;

б) окисляющие вещества – вещества, поддерживающие горение, вызывающие воспламенение и (или) способствующие воспламенению других веществ в результате окислительно-восстановительной экзотермической реакции;

в) горючие вещества – жидкости, газы, способные самовозгораться, а также возгораться от источника зажигания и самостоятельно гореть после его удаления;

г) взрывчатые вещества – вещества, которые при определенных видах внешнего воздействия способны на очень быстрое самораспространяющееся химическое превращение с выделением тепла и образованием газов [1].

Кроме того, применение рассматриваемых мер безопасности необходимо и в помещениях, где используется оборудование, работающее под избыточным давлением (более 0,07 МПа).

Рассмотрим применение разделенных преград на примере испытаний взрывозащитного контейнера EMC-600A (разработка автора), рассчитанного на взрыв штатного или безоболочечного взрывного устройства с тротильным эквивалентом 600 г. Испытания проводились с миной НАТО Springgr/80 с эквивалентным зарядом 800 г ТНТ, для инициации использовалось взрывчатое вещество С-4, эквивалент которого составил 200 г ТНТ. Таким образом, в контейнере было размещено взрывное устройство с эквивалентом 1 кг ТНТ. Результаты испытаний представлены на рисунке.



а)



б)



в)



г)



д)



е)

Испытание EMC-600A:

а) внешний вид мины; б) мина установленная в контейнер; в) внутренний модуль разрезанный потоком осколками; г) чехол модуля со следами поражения; д) внешний модуль имеет повреждения только от ударной волны; е) экран свидетель – следы выноса грунта

Выделим опасные факторы, которые необходимо исключить или минимизировать: это осколки, пламя, высокое давление.

Работа контейнера основана на 2-х принципах: гашения ударной волны и поглощения осколков. Гашение ударной волны обеспечивается за счет инициации экзотермической реакцией эндотермической реакции в объеме внутреннего модуля и частично механической работой по его разрушению. Поглощение осколков осуществляется за счет применения многослойных разнесенных преград [2].

Пламя было погашено за счет выделения паров воды в ходе инициированной в темпе взрывных превращений эндотермической реакции. Внутренние модули разнесенной преграды осуществили торможение и поглощение осколков, при этом малый модуль (рис. (в)) был разрезан потоком осколков пополам, выполнив функцию их торможения. На разрезанном потоком осколков чехле малого модуля (рис. (г)) прослеживаются отверстия от потока осколков. Средний модуль полностью вобрал в себя осколки мины Springgr/80. На внешнем модуле (рис. (д)) и на экране свидетеле (рис. (е)) следов осколков от мины не обнаружено. В тоже время, на внешнем модуле прослеживаются «растяжки» от воздействия ударной волны. Приведенный пример испытания взрывозащитного контейнера ЕМС-600А показывает, что заложенный коэффициент надежности $K = 1,5$ разрабатываемых систем обеспечил безопасность при нерасчетном воздействии.

Дальнейшие испытания, проведенные на модели вентиляционной трубы, показали эффективность представленных методов для исключения распространения взрыва газов.

Таким образом, показана возможность эффективной борьбы с давлением, возникающим при взрывах конденсированных и газообразных взрывчатых веществ, поглощения осколков разнесенными преградами и гашения пламени за счет инициации эндотермической реакции на фронте ударной волны.

Разделение функций разнесенных преград на составляющие – гашение пламени, улавливание осколков, диссипации энергии ударной волны – позволяет успешно решать задачи по повышению уровня промышленной безопасности на различных предприятиях.

Литература

1. О промышленной безопасности опасных производственных объектов: Федеральный закон № 116-ФЗ (в ред. от 31.12.2014 года). – Доступ из справ.-правовой системы «КонсультантПлюс» (дата обращения: 13.03.2015).
2. Георгиади В. В. Применение метода разнесенных преград для повышения устойчивости светопрозрачных конструкций. / В. В. Георгиади, С. Н. Савин, Е. Э. Смирнова // Актуальные проблемы архитектуры и строительства: материалы V Международной конференции. 25–28 июня 2013 г. – СПб, 2013. – Ч. 1. – С. 205–209.

УДК 331.453

Татьяна Николаевна Гончарук, старший преподаватель
(Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет)
Виталий Васильевич Цаплин, кандидат военных наук, доцент
(Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет)
E-mail: tatjana.goncharuk@yandex.ru, vtzaplin@yandex.ru

Tatiana Nikolaevna Goncharuk, Senior Lecturer
Saint Petersburg State University of Architecture and Civil Engineering)
Vitaly Vasilievich Tsaplin, PhD of Mil. Sci., Associate Professor
(Saint Petersburg State University of Architecture and Civil Engineering)
E-mail: tatjana.goncharuk@yandex.ru, vtzaplin@yandex.ru

МЕЖПРЕДМЕТНОСТЬ – СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ КАЧЕСТВА ПРОФЕССИОНАЛЬНЫХ ЗНАНИЙ

INTERDISCIPLINARITY IMPROVES THE QUALITY OF PROFESSIONAL KNOWLEDGE

В данной статье предложен комплексный подход к обучению и воспитанию будущих специалистов в области охраны труда и безопасности в строительстве, как этого требует время и все заинтересованные в них лица. Межпредметные связи позволяют вычлениить как главные элементы содержания образования, так и взаимосвязи между предметами, и обеспечивают усвоение знаний и формирование умений в определенной системе. В статье, на основе трех дисциплин, представлена их связь в виде структурно-логической схемы. Готовым продуктом такой связи является проект, составленный на основе знаний и умений, полученных при изучении нескольких логично связанных между собой дисциплин. Для реализации такого проекта необходима организация совместной работы преподавателей.

Ключевые слова: травматизм, охрана труда, профессиональный риск, опасные и вредные факторы, специалист, межпредметные связи, технология безопасных производственных процессов.

This article proposes an integrated approach to training and education of future specialists in the field of labor protection in construction, as this requires time and interested in them persons. Interdisciplinary connections allow you to isolate as the main elements of the content of education and the relationship between the objects and ensure the acquisition of knowledge and formation of skills in a particular system. The article, based on three disciplines presented their connection in the form of structurally – logic schemes. The finished product of this is a project based on the knowledge and skills gained in the study of a large number, logically interrelated, disciplines. Realization of this project requires the collaborative work of teachers.

Keywords: injuries, labor protection, occupational risk, hazards, specialist, interdisciplinary links, technology of safe production processes.

Большой процент травматизма в строительстве остается важной темой для обсуждения. Причины такого положения дел давно определены и обсуждаются на всех уровнях управления. Вырабатываются решения, принимаются меры, разрабатываются мероприятия способствующие снижению производственного травматизма.

Одно из решений по снижению травматизма – это обучение рабочих и специалистов, повышение уровня их профессиональных компетенций в области охраны труда с целью снижения профессионального риска, предупреждения производственного травматизма и профессиональной заболеваемости. Главная роль в этом принадлежит работодателю, который несет ответственность за безопасность и охрану труда на предприятии. В целях обеспечения соблюдения требований охраны труда, осуществления контроля за их выполнением, у каждого работодателя, осуществляющего производственную деятельность, как минимум, вводится должность специалиста по охране труда, требования к которому определены Трудовым кодексом Российской Федерации [1]. Он должен иметь соответствующую подготовку в этой области. Одно из требований к квалификации данного специалиста – высшее профессиональное образование по направлению подготовки «Техносферная безопасность». Специалистов в данной области готовит и наше профессиональное учебное заведение, одной из задач которого является подготовить специалистов в области обеспечения безопасности труда в строительстве, в отрасли, где используется разнообразное количество техники, оборудования, инструментов, оснастки, приспособлений и пр.,

где в процессе работ человек подвержен воздействию не только опасных, но и вредных, неблагоприятных факторов.

У работодателя, при приеме на работу специалиста в данной области, достаточно конкретные требования к его подготовленности: знание законодательных и нормативных правовых актов, методических материалов по ОТ, понимание методов изучения условий труда, умение расследовать несчастные случаи, а также знание основных технических процессов (технологий), характеристик, правил эксплуатации и обслуживания, свободное чтение чертежей и т. д. [2]. Поэтому перед нами стоит задача подготовить специалиста, владеющего технологией безопасных строительных процессов. И здесь важно выявить взаимосвязь между учебными дисциплинами, учесть их профессиональную направленность и связать воедино практические знания студентов логически связанных между собой дисциплин. Каждая дисциплина занимает определенное место в общем составе учебных циклов и может существовать изолированно от другой, но была бы полезной их связанность. В условиях многопредметности циклов обучения необходима выработка единого подхода к осуществлению связи между основными родственными дисциплинами.

Для решения данной задачи предлагаю рассмотреть структурно-логическую схему межпредметной интеграции трех дисциплин: технологические процессы в строительстве, организация охраны труда в строительной отрасли и организация управления безопасностью труда в строительстве.



Продуктом такой связи будет являться курсовой проект («проект»), который должен объединить в себе практические решения логически связанных между собой дисциплин. Иными словами, переносить действия проекта от одной дисциплины к другой с целью его дальнейшего развития. В результате, обучить студентов вопросам теории и практики организации управления безопасностью труда для предупреждения аварийных ситуаций на основе ранее рассмотренных методов и способов выполнения технологических процессов в строительстве.

Условием такой межпредметной интеграции должна стать согласованность на уровне методических комиссий факультетов, рабочих программ данных дисциплин с совместной разработкой заданий на курсовое проектирование. Возможно и перерастание курсового проекта в выпускную квалификационную работу, что позволит студенту видеть целостную картину изучаемой науки. Использование межпредметных связей в процессе

обучения побуждает преподавателей к взаимодействию, а студентов комплексно изучать разные науки одного и того же объекта.

Закончить статью хочется одним из толкований самого понятия межпредметные связи – это установление согласованности учебных программ и учебного материала на основе «взаимопроникновения наук» [3].

Литература

1. Трудовой кодекс Российской Федерации от 30 декабря 2001 г. № 197-ФЗ (ТК РФ).
2. Портал SuperJob: сайт по поиску работы и подбору сотрудников. – URL: <http://www.superjob.ru/> (дата обращения: 10.03.2015).
3. Академик: сайт словари и энциклопедии на Академике. – URL: <http://www.dik.academic.ru/> (дата обращения: 10.03.2015).

УДК 614.894.3

Владимир Васильевич Милохов, кандидат техн. наук, доцент (Санкт-Петербургский государственный университет)

Виталий Васильевич Цаплин, кандидат военных наук, доцент (Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет)
E-mail: milohov@mail.ru, vtzaplin@yandex.ru

Vladimir Vasilievich Milokhov, PhD of Tech. Sci., Associate Professor (Saint Petersburg State University)

Vitaly Vasilievich Tsaplin, PhD of Mil. Sci., Associate Professor (Saint Petersburg State University of Architecture and Civil Engineering)
E-mail: milohov@mail.ru, vtzaplin@yandex.ru

ЭКСПЛУАТАЦИЯ СРЕДСТВ ЗАЩИТЫ ОРГАНОВ ДЫХАНИЯ ПРИ НИЗКОЙ ТЕМПЕРАТУРЕ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ

USAGE OF A RESPIRATORY PROTECTIVE DEVICE AT LOW ENVIRONMENTAL TEMPERATURE

В статье представлены результаты анализа причин низкой эффективности эксплуатации средств индивидуальной защиты органов дыхания (СИЗОД) от аэрозолей при использовании их в условиях низких температур окружающего воздуха. В результате исследований эксплуатационных характеристик СИЗОД с фильтрующей полумаской выявлено влияние процессов конденсации влаги выдыхаемого воздуха на ухудшение показателей эффективности защиты от ингаляционного воздействия вредных веществ и на изменение сопротивления дыханию. Указанные изменения эксплуатационных характеристик фильтрующих СИЗОД, особенно при отрицательных температурах воздуха окружающей среды, препятствуют использованию их в качестве средств защиты работника и являются причиной увеличения риска неблагоприятного воздействия условий труда.

Ключевые слова: средства индивидуальной защиты органов дыхания (СИЗОД), низкие и отрицательные температуры, влаговыделение, защита, разгерметизация, сопротивление, дыхание, риск условий труда.

The article presents the results analysis of the causes of low efficiency of operation of respiratory protective device of aerosol when used at low temperatures ambient air. As a result of studies performance RPD with filtering half masks the influence of the processes of condensation of exhaled air deterioration in the effectiveness of protection against inhalation exposure to harmful substances and changes in breathing resistance. These changes the performance of filtering RPD, especially at low ambient air temperatures, prevent their use as a means to protect workers and is responsible for increasing the risk of adverse effects of working conditions.

Keywords: respiratory protective device (RPD), low and negative temperatures, water generation, protection, venting, resistance, breathing, labour conditions hazard.

Одной из серьезных проблем нормализации условий труда на большинстве предприятий РФ является осуществление защиты работников от воздействия аэрозолей с целью предотвратить развитие профессиональных легочных заболеваний (пневмокониозов, хронических бронхитов, обтурационных заболеваний легких и др.). Особенно остро эта проблема стоит при выполнении работ в условиях низких температур воздуха на нестационарных рабочих местах, изменяющих свое местоположение во времени. Например,

на горных работах, на большинстве технологических операций строительства, несмотря на использование средств коллективной защиты от воздействия пыли, имеет место высокий уровень загрязнения воздуха рабочего места мелкодисперсной пылью. Как известно, в ситуации, когда средства коллективной защиты непригодны в силу низкой эффективности или их отсутствия для использования в конкретной технологии, а также при незавершенном их создании, разрешено использование СИЗОД [3, п. 6.3 и п. 6.5]. По этой причине значительное место как конечное звено в комплексе инженерных средств нормализации условий труда занимают СИЗОД.

Практика эксплуатации СИЗОД в специфичных климатических условиях горных предприятий Северо-Востока РФ, Якутии и результаты испытаний эффективности фильтрующих СИЗОД в различных подразделениях строительной отрасли, при их использовании в переходный и холодный периоды года, свидетельствуют о невысоких показателях их защитных характеристик. Особенно это характерно для эксплуатации СИЗОД в условиях низких и отрицательных температур воздуха. В этом случае основными недостатками при эксплуатации фильтрующих СИЗОД являются: быстрый рост сопротивления дыханию, снижение защитных свойств (разгерметизация), снижение эффективности очистки вдыхаемого воздуха от пыли. Кроме того, в перечне ухудшения эргономических показателей имеет место деионизация вдыхаемого воздуха в процессе его движения через фильтр, а также развитие заболеваний кожи лица в местах ее увлажнения конденсатом влаги выдыхаемого воздуха.

В настоящее время накоплен большой опыт по определению эксплуатационных показателей СИЗОД, что позволило разработать и официально утвердить стандартизированные требования и руководства к выбору элементов СИЗОД, их эксплуатации и оценки эффективности [1; 2; 4]. В тоже время, процессы, приводящие к интенсивному выделению влаги из выдыхаемого воздуха при движении вдыхаемого и выдыхаемого воздуха через полумаску СИЗОД, на данном этапе изучены недостаточно. Это явилось причиной того, что до настоящего времени отсутствуют надежные рекомендации, позволяющие устранить недостатки, сопровождающие работу фильтрующих СИЗОД в условиях низких и отрицательных температур окружающей среды, и повысить эффективность их эксплуатации.

Нами были проведены теоретические и натурные исследования составляющих тепломассообменных процессов, сопровождающих движение вдыхаемого и выдыхаемого воздуха через фильтрующую полумаску СИЗОД (с клапаном и без клапана). Результаты работ подтвердили, что при отрицательных температурах процессы конденсации влаги выдыхаемого воздуха в объеме подмасочного пространства, на внутренней поверхности полумаски, при движении выдыхаемого воздуха через фильтр, на клапанах вдоха (выдоха) являются основной причиной ухудшения эксплуатационных характеристик выпускаемых промышленностью СИЗОД с фильтрующей полумаской.

Для практического расчетов была предложена методика, которая, несмотря на принятые допущения, позволяет с допустимой погрешностью осуществлять расчеты интенсивности влаговыделения из выдыхаемого воздуха при различных условиях эксплуатации СИЗОД. Методика предусматривает оценку изменения влагосодержания выдыхаемого воздуха от момента выдоха до поступления его за пределы полумаски СИЗОД, что и позволяет оценить максимально возможное выделение конденсата влаги в полумаске. Располагая расчетными значениями, откорректированными результатами, полученными в процессе натурных исследований интенсивности выделения влаги при различных температурных условиях, возможно прогнозирование ожидаемого сопротивления дыханию, оказываемого увлажненной фильтрующей полумаской различных СИЗОД.

В условиях отрицательных температур окружающей среды выделение влаги D во внутреннем объеме полумаски СИЗОД можно определить по упрощенной формуле:

$$D = \frac{n}{\tau} VK \left[1,14 \frac{d_{37}}{1 + d_{37} \times 10^{-7}} \left(\frac{P_0}{760} - 0,236 \right) - 1,293 d_1 \frac{273}{T_1} \times \frac{P_0}{760} \right], \text{ г/сек}$$

где n – число циклов выдоха; τ – продолжительность всех циклов выдоха, сек; V – объем воздуха выдыхаемый за один цикл, м^3 ; K – поправочный коэффициент, учитывающий тип полумаски СИЗОД (определяется экспериментально); d_{37} – влагосодержание насыщенного воздуха при температуре $+37$ °С; P_6 – барометрическое давление; d_i – влагосодержание насыщенного воздуха при температуре t_i в зоне клапана выдоха или внутренней поверхности полумаски; T_i – температура воздуха окружающей среды, °К.

Рост сопротивления фильтрующих СИЗОД при низких температурах окружающей среды, наряду с загрязнением уловленными аэрозолями, в основном обусловлен увлажнением фильтра в результате конденсации паров выдыхаемого воздуха на внутренней поверхности фильтрующей полумаски с клапаном или за счет улавливания конденсата фильтром при движении выдыхаемого воздуха через фильтрующую полумаску без клапана.

Изменение сопротивления дыханию современных СИЗОД, в том числе с фильтрующими полумасками (серии респираторов «Юлия», «Алина», «Нева», «Лепесток» и др.), в зависимости от времени эксплуатации и степени загрязнения фильтрующих полумасок в настоящее время в значительной степени изучено, и информация о его величине приведена в технической документации. Методика оценки эксплуатационных характеристик строго регламентирована и в основном предусматривает стендовые исследования [1]. В тоже время, в перечне установленных для исследования эксплуатационных характеристик фильтрующих СИЗОД не предусмотрена оценка сопротивления дыханию при их эксплуатации в условиях низких и отрицательных температур окружающей среды, т. е. отсутствует процедура оценки изменения сопротивления за счет увлажнения фильтрующей полумаски сконденсировавшейся влагой выдыхаемого воздуха. На наш взгляд, это является серьезным недостатком существующей процедуры при оценке качества эксплуатационных характеристик фильтрующих полумасок. Отсутствие информации о величине сопротивления дыханию при увлажнении фильтрующей полумаски служит препятствием для принятия решения о приемлемости использования конкретного вида фильтрующего СИЗОД в условиях низких и отрицательных температур воздуха. Как известно, значимость информации о величине сопротивления дыханию несомненна, так как физиологические изменения внешнего дыхания при высоких значениях сопротивления СИЗОД, особенно при выполнении физической работы средней и тяжелой категории тяжести, не позволят обеспечить легочную вентиляцию на приемлемом уровне. Как следствие, происходит насыщение альвеолярного воздуха углекислым газом и уменьшение кислорода в артериальной крови, вызывающее развитие симптомов асфиксии.

Стендовые и натурные испытания процессов выделения влаги из выдыхаемого воздуха, при его движении через фильтрующую полумаску, выполненные в СПбГУ и СПбГАСУ, подтвердили приемлемость и надежность результатов расчета по упрощенной методике оценки интенсивности выделения влаги при различных температурах окружающей среды. В тоже время, определение величины сопротивления дыханию увлажненной фильтрующей полумаски при стендовых и натурных испытаниях (респиратор «Лепесток-200») не позволило получить однозначного ответа, свидетельствующего об общей закономерности увеличения сопротивления дыханию по мере увеличения интенсивности выделения влаги и понижения температуры окружающей среды. Увеличение сопротивления дыханию фильтрующих СИЗОД («Лепесток-200», Ф-62Ш, РУ-60М) стабильно отмечается при понижении температуры окружающего воздуха от 4 °С до -10 °С. При дальнейшем уменьшении температуры в фильтрующих полумасках с клапаном возможно примерзание лепестка клапана к седловине, и, в конечном итоге, образуются щели между лепестком и седловиной клапана. В результате, резко снижается сопротивление дыханию, так как вдыхаемый загрязненный воздух поступает к органам дыхания минуя фильтр. Таким образом, происходит разгерметизация СИЗОД и полная потеря его защитных свойств. Аналогичная потеря защитных свойств фильтрующих СИЗОД возможна в процессе значительного увлажнения фильтрующей полумаски без клапана выдоха, сопровождающего

ся «пробоем» фильтра, т. е. образованием в фильтрующей поверхности отверстий значительного размера, через которые загрязненный воздух поступает к органам дыхания. В тоже время, по мере накопления влаги в фильтрующей полумаске без клапана, не исключено обмерзание значительных участков фильтра, в конечном итоге приводящее к полному обмерзанию фильтрующей поверхности. По мере увеличения площади обмерзшей поверхности фильтра, сопротивление дыханию резко возрастает до величин, превышающих допустимые значения в несколько раз [1]. Особенно характерна эта ситуация при перерывах в использовании респиратора в период рабочей смены в указанных условиях, что приводит его в полную непригодность к эксплуатации в результате замерзания сконденсировавшейся влаги.

Приведенная краткая информация о результатах исследования эксплуатационных характеристик фильтрующих СИЗОД при их использовании в условиях низких температур воздуха свидетельствует, что они не обеспечивают надежную защиту от воздействия вредных веществ, так как имеет место разгерметизация полумаски. В ряде ситуаций (увлажнение и обмерзание фильтров) возможно повышение сопротивления дыханию, уровень которого превышает допустимые значения для фильтрующих СИЗОД. Таким образом, фильтрующие СИЗОД не отвечают требованиям стандарта [3], который предписывает, что «*после внешних воздействий СИЗОД должны сохранять свои защитные и эргономические характеристики*», и при эксплуатации в условиях низкой температуры воздуха являются устройствами, повышающими риск неблагоприятных воздействий на работника.

Литература

1. ГОСТ Р 12.4.191-2011. Система стандартов безопасности труда. Средства индивидуальной защиты органов дыхания. Полумаски фильтрующие для защиты от аэрозолей. Общие технические условия / Росстандарт. – М.: Стандартинформ, 2013. – 24 с.
2. ГОСТ Р 12.4.233-2007. Система стандартов безопасности труда. Средства индивидуальной защиты органов дыхания. Термины и определения / Росстандарт. – М.: Стандартинформ, 2007. – 11 с.
3. ГОСТ Р 12.4.267-2012. Система стандартов безопасности труда. Средства индивидуальной защиты органов дыхания. Эксплуатационные требования / Росстандарт. – М.: Стандартинформ, 2014. – 6 с.
4. ГОСТ Р 12.4.279-2012. Система стандартов безопасности труда. Средства индивидуальной защиты органов дыхания. Рекомендации по выбору, применению и техническому обслуживанию / Росстандарт. – М.: Стандартинформ, 2014. – 70 с.

УДК 378

Сергей Николаевич Савин, доктор техн. наук,
профессор
(Санкт-Петербургский государственный
архитектурно-строительный университет)
Виталий Васильевич Цаплин, кандидат военных
наук, доцент
(Санкт-Петербургский государственный
архитектурно-строительный университет)
E-mail: savinsn@gmail.com, vtzaplin@yandex.ru

Sergey Nikolaevich Savin, Dr of Tech. Sci.,
Associate Professor
(Saint Petersburg State University of Architecture and
Civil Engineering)
Vitaly Vasilievich Tsaplin, PhD of Mil. Sci.,
Associate Professor
(Saint Petersburg State University of Architecture and
Civil Engineering)
E-mail: savinsn@gmail.com, vtzaplin@yandex.ru

ФОРМИРОВАНИЕ ТРЕБОВАНИЙ В ОБЛАСТИ БЕЗОПАСНОСТИ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ У СТУДЕНТОВ НЕПРОФИЛЬНЫХ СПЕЦИАЛЬНОСТЕЙ СТРОИТЕЛЬНОГО УНИВЕРСИТЕТА

**BUILDING REQUIREMENTS IN THE AREA OF LIFE SAFETY OF STUDENTS
NON-CORE SPECIALTIES CONSTRUCTION UNIVERSITY**

В статье рассмотрены проблемы обучения дисциплине «Безопасность жизнедеятельности» в СПбГАСУ. Указывается, что в Университете за последние годы наблюдается тенденция по сокращению времени занятий, отведенных на изучение дисциплины под видом оптимизации учебного процесса. В статье приводятся материалы, доказывающие, что разработка отдельных разделов строительного проекта невозможна без знаний и компетенций, реализуемых в рамках дисциплины «Безопасность жизнедеятельности». Предлагаются меры, направленные на углубление умений и повышение качества подготовки специалистов строительных факультетов в высших учебных заведениях, способных профессионально выполнять соответствующие разделы проектной документации.

Ключевые слова: специальные разделы проекта, мероприятия по гражданской обороне, мероприятия по предупреждению чрезвычайных ситуаций, мониторинг, сейсмобезопасность.

The article considers the problems of training in the discipline and Safety in SPSUACE. Indicates that the University in recent years there has been a trend towards reduction in training time allotted for study subjects under the guise of optimization of educational process. The article presents the materials, proving that the development of separate sections of a construction project is not possible without knowledge and competences implemented in the framework of discipline and Safety. Measures aimed at enhancing skills and improving the quality of training engineering faculties in higher education institutions, able to professionally implement the relevant sections of the project documentation.

Keywords: special sections of the project, measures for civil defense, emergency prevention, monitoring, safety against earthquakes.

Последние десятилетия ознаменовались усилением внимания со стороны государства, научной общественности, производства и Минобрнауки к проблемам обеспечения безопасности, в частности к вопросам обеспечения безопасности проектных решений, процесса строительства и самих строительных объектов (зданий и сооружений). Федеральные законы о промышленной безопасности (№ 116-ФЗ), о безопасности зданий и сооружений (№ 384-ФЗ) и о пожарной безопасности (№ 123-ФЗ) в прямых и однозначных формулировках предписывают защищать человека во всех сферах жизнедеятельности: на производстве, в окружающей среде, в зонах возможных чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера. Естественно, что в таком контексте становится весьма высокой потребность в высших профессиональных кадрах, обеспечивающих эту безопасность.

Однако на деле все обстоит несколько иначе. Используя тот факт, что примерная программа дисциплины («Безопасность жизнедеятельности») носит рекомендательный характер [1], многие руководители сводят к минимуму трудоемкость дисциплины и даже пытаются исключить соответствующий раздел из выпускной квалификационной работы студента. Возможно, этому способствует и отсутствие системного подхода к формированию вышеуказанных теоретических знаний при подготовке студентов на самих кафедрах соответствующего профиля. Свидетельством этому также являются и факты планирования дисциплины в первых семестрах обучения, когда студенты еще не освоили основы химии, физики, высшей математики, статистики и теории вероятности. Освоение дисциплины ими в этот период затрудняется также отсутствием элементарных знаний и навыков в области избранной профессии, а отсюда – и необходимости задумываться над проблемами мер обеспечения безопасности в своих решениях и проектах.

Влияние знаний и практических навыков, получаемых студентами в ходе изучения материалов дисциплины «Безопасность жизнедеятельности», сказывается и на очень важном этапе – разработке выпускной квалификационной работы (далее ВКР). Очевидно, что содержание ВКР студентов строительного вуза должно соответствовать форме и содержанию проектной документации, отражая в той или иной форме, в зависимости от профиля обучающегося, требования, предъявляемые к ней, изложенные в соответствующих законодательных и нормативных документах. Представления о такой структуре ВКР и объеме знаний, получаемых студентами всех специальностей в области безопасности, реализуется преподавателями кафедры как в ходе преподавания дисциплины «Безопасность жизнедеятельности», так и в ходе консультирования по содержанию дипломных проектов и бакалаврских работ. Имеющиеся факты отказа факультетов от консультирования дипломников по вопросам безопасности жизнедеятельности приводят к тому, что очевидные положи-

тельные моменты, которые должны быть использованы кафедрами университета, в должной мере не реализуются. Такой практике неоднократно давалась отрицательная оценка на различного рода форумах и конференциях [2]. Учитывая важность этого аспекта в подготовке высокопрофессиональных кадров, выпускаемых из университета, дадим более подробное пояснение нашей позиции и нашей деятельности по его реализации.

Обратимся к фактическому материалу, а в частности к Постановлению Правительства РФ от 16 февраля 2008 г. № 87 «О составе разделов проектной документации и требованиях к их содержанию» [3]. В этом постановлении содержатся однозначные требования по разработке перечня мероприятий:

– направленных на предотвращение несанкционированного доступа на объект физических лиц, транспортных средств и грузов – для объектов производственного назначения (п. 22, п. 1 Технологические решения);

– направленных на обнаружение взрывных устройств, оружия, боеприпасов (п. 22, п. 2 «Технологические решения») [3].

В разделе «Проект организации строительства» в пп. с), т), ф) должны содержаться описания мероприятий по охране труда, мониторингу объектов в зоне влияния строительства, охране объектов в процессе строительства. Разделы «Перечень мероприятий по охране окружающей среды» и «Мероприятия по обеспечению пожарной безопасности» также в большой степени являются прерогативой кафедры безопасности жизнедеятельности. Если же проектируется технически сложное или уникальное сооружение, социальные последствия, разрушения которого могут быть весьма значительными, то в составе разделов проектной документации в обязательном порядке требуется разработка перечня мероприятий по гражданской обороне и мероприятий по предотвращению чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера [4].

Следует отметить еще один раздел выпускной квалификационной работы, наполнение которого также должно быть рассмотрено в ходе занятий на кафедре безопасности жизнедеятельности: это раздел, описывающий мероприятия по предотвращению аварийных ситуаций при проектировании здания или сооружения повышенного уровня ответственности. В Федеральном Законе, техническом регламенте № 384 есть требования по необходимости учета также аварийной ситуации, имеющей «малую вероятность возникновения и небольшую продолжительность», но являющейся «важной с точки зрения последствий достижения предельных состояний, которые могут возникнуть при этой ситуации

(в том числе предельных состояний при ситуации, возникающей в связи со взрывом, столкновением, с аварией, пожаром, а также непосредственно после отказа одной из несущих строительных конструкций)» [5].

И наконец, в нашей стране существует проблема обеспечения сейсмобезопасности зданий и территорий, а в конечном итоге, человека, и она, по нашему мнению, должна найти свое отражение в материалах учебной дисциплины «Безопасность жизнедеятельности». Ибо, несмотря на высокую актуальность и большой спрос квалифицированных специалистов для России, во многих строительных вузах этой дисциплине не уделяется должного внимания.

В настоящее время на кафедре безопасности жизнедеятельности Архитектурно-строительного университета в составе учебных программ мы изучаем средства и методы проведения мониторинга строительных конструкций зданий и сооружений, методы определения динамических параметров объектов, вопросы сейсморайонирования территорий, паспортизации жилого фонда, специальные методы испытания и усиления строительных конструкций, основы расчета на сейсмическую нагрузку и методы управления техносферной безопасностью.

Соблюдение этих требований позволит более определенно ориентировать обучающихся на содержание соответствующих разделов проектной документации, полное учи-

тывать требования специальных разделов и активнее реализовывать требования федеральных законов, ориентированных на вопросы обеспечения безопасности.

Как вывод, констатируем, что для достижения цели подготовки учащихся строительных специальностей высших учебных заведений в области техносферной безопасности (промышленной безопасности и безопасности труда в строительстве) нельзя отказываться от консультирования специалистами кафедры безопасности жизнедеятельности выпускных квалификационных работ студентов. Следует обязательно выполнять требования и рекомендации Федеральных законов, стандартов и программ в части назначения объемов содержания и сроков преподавания дисциплины на старших курсах.

Литература

1. Девисилов В. А. Обучение безопасности жизнедеятельности в российских вузах: состояние, проблемы, задачи / В. А. Девисилов // ОБЖ. Основы безопасности жизни. – 2014. – № 5. – С. 25–28.
2. Ефремов С. В. Государственные требования к подготовке студентов по безопасности жизнедеятельности / С. В. Ефремов // Материалы II Всероссийской научно-методической конференции «Безопасность труда в строительстве», СПбГАСУ, 28–29 ноября 2013 г. – СПб., 2013. – С. 17–20.
3. О составе разделов проектной документации и требованиях к их содержанию: постановление Правительства РФ от 16 февраля 2008 г. № 87 // Собрание законодательства РФ. – 2008. – 25 февраля. – № 8. – ст. 744.
4. ГОСТ Р 55201–2012. Безопасность в чрезвычайных ситуациях. Порядок разработки перечня мероприятий по гражданской обороне, мероприятий по предупреждению чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера при проектировании объектов капитального строительства / Росстандарт. – М.: Стандартинформ, 2013. – 36 с.
5. Федеральный закон № 384 Технический регламент о безопасности зданий и сооружений // Строительная газета. – 2010. – №№ 3, 4, 5.

УДК 613.62

Сергей Андреевич Фаустов, канд. мед. наук,
доцент
(Санкт-Петербургский политехнический
университет Петра Великого)
Виталий Васильевич Цаплин, канд. воен. наук,
доцент
(Санкт-Петербургский государственный
архитектурно-строительный университет)
E-mail: faustov-sa@mail.ru, vtzaplin@yandex.ru

Sergey Andreevich Faustov, PhD of Med. Sci.,
Associate Professor
(Peter the Great Saint Petersburg Polytechnic
University)
Vitaly Vasilievich Tsaplin, PhD of Mil. Sci.,
Associate Professor
(Saint Petersburg State University of Architecture and
Civil Engineering)
E-mail: faustov-sa@mail.ru vtzaplin@yandex.ru

СНИЖЕНИЕ КЛАССА УСЛОВИЙ ТРУДА ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ СРЕДСТВ ИНДИВИДУАЛЬНОЙ ЗАЩИТЫ В СПЕЦИАЛЬНОЙ ОЦЕНКЕ УСЛОВИЙ ТРУДА

CHANGE OF CLASS OF WORKING CONDITIONS IN CASE OF USE OF PERSONAL PROTECTIVE EQUIPMENT IN SPECIAL ASSESSMENT OF WORKING CONDITIONS.

Статья содержит критику идеи формального улучшения условий труда при применении средств индивидуальной защиты (СИЗ) и критику методики определения их эффективности, принятой Минтрудом России. Приведены данные по методу разработки программы респираторной защиты – более адекватному и полному документу, позволяющему действительно оценить правильность выбора и применения средств индивидуальной защиты органов дыхания. Предложенная методика оценки эффективности СИЗ не учитывает современные представления об их надежности, влиянии на человека и особенностях выбора и применения. Использование сертифицированного изделия на практике может сопровождаться проявлением таких свойств, которые невозможно учесть при оценке соответствия. В статье обосновывается необходимость доработки методики проведения специальной оценки условий труда при использовании работниками средств индивидуальной защиты

Ключевые слова: классы специальной оценки условий труда, индивидуальные средства защиты, специальные средства органов защиты дыхания, индикация защитных свойств средств защиты дыхания, программы респираторной защиты.

The article contains criticism of idea of improvement of working conditions by use of personal protective equipment (PPE) and criticism of method of definition of its effectiveness adopted by the Ministry of Labour of the Russian Federation. The method of development of the program of respiratory protection is more full document, which can appreciate choice and using of respiratory protective devises. The proposed method of assessing the effectiveness of PPE does not take into account modern views about their reliability, the impact on the person and characteristics of selection and application. The use of certified products in practice may be accompanied by the manifestation of such properties that cannot be taken into account when assessing compliance. The article substantiates the need to refine the methodology for the conduct of special assessment of working conditions with the use of PPE.

Keywords: class of conditions of work, personal protection equipment, special marc of working conditions, indication of the protective properties of respiratory protection, respiratory protection program.

Федеральный закон «О специальной оценке условий труда» [1] предусматривает снижение класса условий труда при использовании на рабочем месте «эффективных» средств индивидуальной защиты. В развитие закона принят Приказ Минтруда России от 05.12.2014 № 976н «Об утверждении методики снижения класса (подкласса) условий труда при применении работниками, занятыми на рабочих местах с вредными условиями труда, эффективных средств индивидуальной защиты, прошедших обязательную сертификацию в порядке, установленном соответствующим техническим регламентом». Методика предусматривает, что снижение класса условий труда при применении СИЗ, прошедших обязательную сертификацию в порядке, установленном техническим регламентом Таможенного союза «О безопасности средств индивидуальной защиты» (Р ТС 019/2011), осуществляется в ходе проведения специальной оценки условий труда и состоит из следующих процедур:

- оценка соответствия наименования СИЗ и нормы их выдачи предусмотренным типовыми нормами;
- оценка наличия документов, подтверждающих соответствие СИЗ требованиям Технического регламента;
- оценка комплектности СИЗ и наличия эксплуатационной документации и маркировки СИЗ, соответствующих требованиям технического регламента;
- оценка эффективности выбора СИЗ;
- оценка эффективности применения СИЗ.

Реализация данных процедур осуществляется экспертом организации, проводящей специальную оценку условий труда, в отношении каждого работника, занятого на рабочем месте [2].

Авторы идеи о снижении класса условий труда, то есть формального улучшения условий труда при использовании СИЗ, не учли следующие аргументы.

Во-первых, не существует никаких научно обоснованных предпосылок для вывода об улучшении условий труда при применении средств индивидуальной защиты. Это все равно, что считать безногого инвалида вполне здоровым на том основании, что у него есть протез. Все средства индивидуальной защиты в большей или меньшей степени отягощают трудовую деятельность, вызывая дополнительное напряжение функциональных систем организма. Особенно это характерно для средств индивидуальной защиты органов дыхания (СИЗОД), обладающих сопротивлением дыханию, снижающих поле зрения, оказывающих влияние на голову массой и давлением лицевой части, а также заставляющих вдыхать очищенный воздух (в случае применения фильтрующего СИЗОД) с повышенным содержанием в нем диоксида углерода. Применение изолирующих автономных СИЗОД на химически связанном кислороде заставляют пользователя вдыхать воздух повышенной температуры, зачастую весьма длительное время.

Во-вторых, средства индивидуальной защиты органов дыхания, особенно дыхательные аппараты, СИЗ для защиты от шума, вибрации, электромагнитных полей, являясь более или менее сложными техническими устройствами, не могут обеспечить стопроцентную надежность своего функционирования. Всегда есть опасность каких-то непола-

док, снижающих защитные свойства или даже сводящих их на нет. Это особенно важно, если учесть, что отраслевые нормы выдачи спецодежды, спецобуви и других средств индивидуальной защиты содержат положение о необходимости использовать некоторые СИЗ «до износа». Это относится к защитным очкам, лицевым щиткам и т. д. Ни в одном документе нет указаний на то, что считать износом: износ можно представить в виде небольшого дефекта, а можно в виде полного разрушения изделия. Совершенно очевидно, что незаметное отверстие в очках, защитном щитке или в маске (полумаске) респиратора делает их непригодным для использования в силу резкого снижения защитных свойств, хотя по методике Минтруда еще вчера они могли быть оценены как «эффективные» СИЗ.

В-третьих, авторы методики не учли, что такие средства индивидуальной защиты, как фильтрующие СИЗОД, в реальных условиях их применения проявляют гораздо более низкие защитные свойства, чем те, которые они показали в стандартных условиях лабораторных испытаний, в том числе для целей сертификации.

В-четвертых, следует помнить, что упомянутая в методике снижения класса условий труда оценка правильности выбора СИЗ зачастую недоступна лицу, не обладающему специальными знаниями в области выбора средств индивидуальной защиты. В отраслевых нормах обеспечения спецодеждой, спецобувью и другими средствами индивидуальной защиты содержатся виды СИЗОД без указания на их марки и защитные свойства. Например, в нормах указана необходимость выдачи противогазовых СИЗОД без указания на их марку и степень защиты. Это означает, что формальное следование отраслевым нормам совсем не обязательно приводит к адекватному выбору СИЗОД. На практике очень непросто выбрать СИЗОД с необходимыми защитными свойствами в полном соответствии с имеющейся концентрацией вредных веществ в воздухе рабочей зоны и учетом характера трудовой деятельности.

Рассмотрим более подробно некоторые из приведенных аргументов.

Основным документом, регламентирующим набор средств индивидуальной защиты, являются отраслевые нормы обеспечения работников спецодеждой, спецобувью и другими СИЗ. Эти нормы имеют несколько существенных недостатков, затрудняющих адекватный выбор средств защиты. Первый недостаток: приведение наименований изделий без указания на их защитные свойства. Например, наименование «защитный щиток» не содержит указаний на его марку и на то, какими защитными свойствами он должен обладать. Второй недостаток: до сих пор в нормах указывается количество изделий, которые следует выдавать на год. При более щедром снабжении средствами защиты, чем предусматривают нормы, предприятие оплачивает их приобретение из прибыли. Из этого следует, что на многих предприятиях работники не обеспечиваются СИЗ в необходимом количестве, поскольку затруднена их поставка сверх норм.

Документ об оценке соответствия свидетельствует только об одном: СИЗ имеет защитные и иные свойства, укладываемые в требования Технического регламента. Использование сертифицированного изделия на практике может сопровождаться проявлением таких свойств, которые невозможно учесть при оценке соответствия. Например, промышленный противогаз с безукоризненными защитными свойствами, имеющий высокое сопротивление воздушному потоку и значительное давление лицевой части на мягкие ткани лица и головы вызывает негативное отношение пользователя. Отечественные нормативные документы на СИЗОД требуют разработки специальных режимов труда и отдыха, если сопротивление воздушному потоку на вдохе превышает 100 Па. Совершенно очевидно, что предприятие, даже если и захочет выполнить упомянутое требование, будет не в состоянии это сделать без помощи сторонних специалистов.

Научные данные, приведенные в статье Л. Янсена, Т. Нельсона и К. Кута [3], свидетельствуют, что реальные защитные свойства противопылевых респираторов, определенные в производственных условиях при высокой концентрации пыли (сотни ПДК), соответствовали номинальной защите только в 2% случаев. Паро- и газообразные вредные

вещества, сорбированные фильтром, при хранении противогАЗа между рабочими сменами скапливались у его выходного отверстия и попадали во вдыхаемый воздух при использовании изделия в очередную смену [4]. Доказано, что реальные условия эксплуатации респиратора, как правило, сопровождаются изменением его положения на лице пользователя (сползанием) и приводят к резкому снижению защитных свойств за счет подсоса загрязненного воздуха через полосу обтюрации [5].

Большой проблемой до сих пор остается индикация снижения защитных свойств СИЗОД по мере отработки фильтра. Например, если вредное вещество не имеет вкуса, цвета и запаха, какой-либо визуальный или иной органолептический признак отработки обычных фильтров применить не удастся. Поэтому всегда остается опасность использования СИЗОД с несоответствующими защитными свойствами. Существующие фильтры с индикацией их отработки за счет изменения цвета сорбента, к сожалению, не могут найти широкого применения из-за очень ограниченной номенклатуры таких сорбентов. Фильтр СИЗОД для защиты от монооксида углерода для оценки сохранения защитных свойств должен подвергаться взвешиванию до начала смены и по ее окончании. Совершенно очевидно, что подобные манипуляции не всегда скрупулезно выполняются.

Негативное влияние средств индивидуальной защиты на пользователя может быть очень выраженным. Например, испытания в лабораторных условиях противогАЗов с сопротивлением воздушному потоку на входе 274 Па при физической нагрузке вызвало у половины испытуемых такие изменения функционального состояния организма, которые привели к невозможности продолжать эксперимент, то есть к отказу пользователей от применения противогАЗов. Их резервы адаптации к физической нагрузке, отягощенной применением противогАЗов, оказались исчерпанными на четвертом часу работы [6]. Между тем, в реальных условиях значительные физические нагрузки весьма характерны для условий загрязнения воздушной среды, особенно в условиях ликвидации аварий и катастроф.

Таким образом, применение СИЗ никак не гарантирует стопроцентную защиту работника и оказывает на него негативное воздействие.

С 1 декабря 2013 года в России действует ГОСТ Р 12.4.279–2012 «ССБТ. СИЗОД. Рекомендации по выбору, применению и техническому обслуживанию» [7]. Разумеется, авторы методики снижения класса условий труда не имеют о нем никакого представления. Между тем, этот стандарт предлагает новый подход к организации обеспечения и использования средств индивидуальной защиты органов дыхания. Он содержит рекомендации по разработке на предприятии, где применяются СИЗОД, так называемой программы респираторной защиты (ПРЗ). Под этим подразумевается локальный нормативный акт, регламентирующий применение средств индивидуальной защиты органов дыхания. Составные части программы:

- идентификация и оценка вредных и опасных производственных факторов;
- оценка рисков в соответствии с действующими документами по гигиене и охране труда;
- выбор адекватных и применимых СИЗОД;
- обучение пользователей СИЗОД и лиц, имеющих отношение к программе респираторной защиты;
- обслуживание СИЗОД согласно инструкциям изготовителя и действующей нормативной и технической документации;
- ведение документации, отражающей принципы респираторной защиты (порядок разработки и внедрения ПРЗ, оценка рисков, адекватность и применимость СИЗОД, обучение и инструктаж персонала, правила ухода за СИЗОД);
- порядок аудиторской проверки исполнения ПРЗ;
- административное управление выполнением ПРЗ [7].

Предусмотрены следующие принципы Программы респираторной защиты:

- ответственные за респираторную защиту лица разрабатывают и документально оформляют ее принципы и цели;
- принципы и цели ПРЗ направлены на защиту здоровья и жизни работников и адекватны существующим угрозам;
- принципы ПРЗ должны быть понятны всем, на кого она распространяется;
- при необходимости работодатель может привлечь к созданию ПРЗ разработчиков СИЗОД;
- работодатель несет ответственность за правильный выбор, обслуживание и предоставление СИЗОД нуждающимся в них работникам, а также за организацию и руководство обучением правильному применению на рабочих местах в соответствии с инструкцией по их эксплуатации;
- ответственные лица должны иметь документ, подтверждающий, что они обладают соответствующими знаниями, опытом и профессиональной подготовкой для создания и выполнения ПРЗ;
- работодатель должен регулярно или по мере необходимости проверять исполнение ПРЗ и достижение поставленных перед ней целей;
- контроль исполнения ПРЗ осуществляют не реже одного раза в год. Ответственное лицо должно разработать график проверки исполнения ПРЗ на всех уровнях организации в пределах ответственности администрации;
- в соответствии с ПРЗ работодатель обязан бесплатно обеспечить персонал СИЗОД, прошедшими в установленном порядке сертификацию;
- пользователи, участвующие в ПРЗ, соблюдают все установленные процедуры и несут ответственность за ее выполнение в пределах своей компетенции;
- пользователи применяют СИЗОД в строгом соответствии с инструкциями изготовителя, включая их проверку перед началом работы;
- пользователи обязаны сообщать руководителю работ обо всех неисправностях и проблемах, с которыми они сталкиваются при ношении или использовании СИЗОД [7].

Программа предусматривает, что работодатель организует оценку рисков при наличии опасных веществ в производственной среде или возможном появлении угроз для здоровья и жизни. Для этого учитывается природа вредного или опасного фактора, источники и уровень его воздействия, состояние производственной среды и производственных сооружений, квалификация персонала, наличие и эффективность принятых или планируемых превентивных мер, обеспеченность пользователей СИЗОД, а также возможные последствия при непринятии защитных мер.

Важной особенностью Программы является учет возможного формирования так называемой атмосферы, мгновенно опасной для жизни. При этом работодатель должен включить в ПРЗ мероприятия, предусматривающие использование СИЗОД, обеспечивающих адекватную защиту, например, изолирующих самоспасателей. Результаты оформляют документально и пересматривают через определенные интервалы времени, но не менее одного раза в год, или сразу после изменения технологического процесса или получения свидетельств того, что результаты оценки рисков утратили достоверность [7].

При планировании использования СИЗОД предусматривается процедура оценки рисков, учитывающая следующие факторы:

- токсичность и возможное время воздействия вредных и опасных веществ, присутствующих в воздухе рабочей зоны;
- величину объемной доли кислорода в атмосфере в течение всего времени выполнения работ или воздействия вредного (опасного) фактора;
- содержание вредных и опасных веществ, присутствующих в воздухе рабочей зоны, а также их физические и химические свойства;

- агрегатное состояние и форму, в которой присутствуют вредные и опасные факторы в воздухе: аэрозоли, микроорганизмы, газы, пары, радиоактивные вещества;
- принцип воздействия вредных веществ на организм;
- максимальное значение концентраций вредных и опасных веществ, которое может образовываться в воздухе;
- значения ПДК вредных и опасных веществ;
- наличие других вредных и опасных производственных факторов, связанных с данным технологическим процессом и влияющих на выбор СИЗОД.

Важным этапом разработки программы респираторной защиты является определение адекватности и применимости СИЗОД.

- СИЗОД считают адекватным, если оно способно снизить воздействие вредного и/или опасного фактора до уровня ПДК или концентрации, указанной в нормативной документации для конкретного случая и марки СИЗОД;
- СИЗОД, которое применяют в атмосфере, представляющей мгновенную опасность для жизни или здоровья, должно быть укомплектовано аварийным дыхательным устройством, обеспечивающим требуемый уровень защиты в течение времени, достаточного для того, чтобы пользователь при необходимости мог покинуть опасную зону;
- для оценки адекватности СИЗОД определяется возможность защиты при максимальной величине вредных и/или опасных веществ в атмосфере на рабочем месте.

Применимость СИЗОД характеризуется их пригодностью для предполагаемых целей и способностью обеспечивать требуемый уровень защиты пользователей в течение всего времени использования. При оценке применимости учитываются:

- наименование изготовителя, торговая марка или другая информация для идентификации изготовителя или поставщика;
- соответствие СИЗОД требованиям нормативной документации;
- адекватность СИЗОД;
- соответствие назначения СИЗОД производственной среде, выполняемой в нем работе и индивидуальным особенностям пользователя;
- совместимость СИЗОД с другими используемыми СИЗ.

Выбранное СИЗОД должно быть пригодно для использования в конкретных условиях на рабочем месте. При оценке применимости СИЗОД учитывают влияние следующих факторов:

- дефицит или избыток кислорода в воздушной среде;
- присутствие или вероятность внезапного появления опасных веществ и их возможных концентраций;
- наличие атмосферы, представляющей мгновенную опасность для здоровья и жизни;
- взрывоопасность атмосферы или возможность ее возникновения;
- коррозионную активность атмосферы или возможность ее возникновения;
- проникающую способность загрязняющих веществ (например, через фильтры или фильтрующую полумаску);
- агрегатное состояние вредных и опасных веществ (газы, пары, аэрозоли);
- наличие веществ, ухудшающих эксплуатационные характеристики СИЗОД (например, пыли, забивающей фильтры и, соответственно, повышающей сопротивление дыханию);
- температуру и влажность воздуха;
- гарантийные сроки хранения и эксплуатации;
- объем воздуха (кислорода), поступающего в зону дыхания.

При оценке применимости СИЗОД должна быть учтена зависимость эффективности защиты от характеристик окружающей среды, например, от температуры.

Выбранное СИЗОД должно быть пригодно для применения в производственных операциях, выполняемых пользователем, в том числе при различных нагрузках. Для этого учитываются следующие факторы:

- габаритные размеры и масса;
- температура вдыхаемой газовой смеси;
- относительная влажность и газовый состав вдыхаемой газовой смеси (воздуха);
- степень ограничения слуха, зрения и речи;
- механическое давление на мягкие ткани головы, в том числе при различных физических нагрузках;
- интенсивность работы;
- требования к видимости;
- требования к подвижности, включая пространственные параметры рабочей среды;
- требования к поддержанию речевой коммуникации между пользователями СИЗОД в процессе выполнения рабочего задания;
- тепловая нагрузка на пользователя СИЗОД;
- используемый в работе инструмент;
- другие средства индивидуальной защиты, применяемые помимо СИЗОД;
- время продолжительности использования СИЗОД.

Выбранное СИЗОД должно быть пригодно для персонала предприятий, для чего необходимо учесть влияние следующих факторов:

- физическое состояние пользователя по медицинским показателям;
- соответствие антропометрическим данным пользователя;
- возможность для пользователя осуществлять свою деятельность;
- характерные особенности лица пользователя (включая наличие волосяного покрова, бороды или длинной прически);
- физические особенности пользователя;
- ношение очков и контактных линз;
- оценка плотности прилегания СИЗОД к лицу пользователя.

Как видно из изложенного, программа респираторной защиты представляет собой сложный документ, учитывающий все возможные аспекты применения средств индивидуальной защиты органов дыхания. Методика же определения эффективности СИЗ Минтруда не отличается ни полнотой, ни адекватностью и основана на административном подходе к оценке.

Мы ограничились примерами в отношении только тех средств, использование которых оценивается при специальной оценке условий труда. Многочисленные СИЗ для защиты от травм (костюмы, рукавицы, перчатки, ботинки, щитки, каски, СИЗ от падения с высоты и т. д.), а также изолирующие костюмы в данной статье не принимаются во внимание из-за того, что процедура специальной оценки условий труда не оценивает этот важный аспект условий труда. Между тем, применение таких СИЗ во многих случаях очень серьезно отражается на состоянии пользователя. Достаточно упомянуть крайне выраженное напряжение тепловой регуляции при применении изолирующих костюмов и костюмов для защиты от термического воздействия электрической дуги в теплое время года.

Вывод: идея о формальном улучшении условий труда при использовании средств индивидуальной защиты выдвинута без достаточных оснований, а методика оценки эффективности СИЗ не учитывает современные представления об их надежности, влиянии на человека и особенностях выбора и применения.

Литература

1. О специальной оценке условий труда [Электронный ресурс]: Федеральный закон от 28.12.2013 г. № 426-ФЗ. – Доступ из справ.-правовой системы «Консультант Плюс».

2. Об утверждении методики снижения класса (подкласса) условий труда при применении работниками, занятыми на рабочих местах с вредными условиями труда, эффективных средств индивидуальной защиты, прошедших обязательную сертификацию в порядке, установленном соответствующим техническим регламентом [Электронный ресурс]: приказ Минтруда России от 05.12.2014 г. № 976н. – Доступ из справ.-правовой системы «Консультант Плюс».

3. Цит. по: Кириллов В. Ф. О средствах индивидуальной защиты органов дыхания от пыли / В. Ф. Кириллов, А. В. Чиркин // Медицина труда и промышленная экология. – 2011. – № 8. – С. 36–39.

4. Цит. по: Капцов В. А. Правильное использование противогазов в профилактике профзаболеваний / В. А. Капцов, А. В. Чиркин // Гигиена и санитария. – 2013. – № 3. – С. 42–45.

5. Чиркин А. В. Снижение вредного воздействия загрязненного воздуха на рабочих с помощью СИЗ органов дыхания / А. В. Чиркин // Материалы XII Всероссийского конгресса «Профессия и здоровье». – М., 2013. – С. 67–74.

6. Фаустов С. А. Возможность разработки режима труда и отдыха при использовании тяжелых средств индивидуальной защиты органов дыхания / С. А. Фаустов, К. А. Андреев. // Медицина труда и промышленная экология. – 1999. – № 3. – С. 24–28.

7. ГОСТ Р 12.4.279–2012. Система стандартов безопасности труда. Средства индивидуальной защиты органов дыхания. Рекомендации по выбору, применению и техническому обслуживанию / Росстандарт. – М.: Стандартинформ, 2014. – 70 с.

УДК 621.6

Дмитрий Михайлович Цимберов, канд. воен. наук,
доцент
(Пермский военный институт внутренних войск
МВД России)

Сергей Николаевич Панов, канд. воен. наук,
доцент
(Санкт-Петербургский государственный
архитектурно-строительный университет)

E-mail: katana6@yandex.ru, panovsn-73@yandex.ru

Dmitriy Mikhailovich Tsimberov, PhD of Mil. Sci.,
Associate Professor
(Perm Military Institute of Internal Troops of
the Ministry of the Interior)

Sergei Nikolaevich Panov, PhD of Mil. Sci.,
Associate Professor
(Saint Petersburg State University of Architecture and
Civil Engineering)

E-mail: katana6@yandex.ru, panovsn-73@yandex.ru

К ВОПРОСУ МОДЕЛИРОВАНИЯ ОЦЕНКИ ФУНКЦИОНАЛЬНОЙ БЕЗОПАСНОСТИ ПЕРЕКАЧИВАЮЩИХ АГРЕГАТОВ

THE PROBLEM OF MODELING OF THE FUNCTIONAL SAFETY ASSESSMENT OF PUMPING UNITS

В статье рассмотрен процесс соблюдения функциональной безопасности технологического процесса установки и работы газоперекачивающего агрегата. Рассматривается работа на всех этапах жизненного цикла, возможные причины отказа и факторы, влияющие на работу данного изделия.

Ключевые слова: функциональная безопасность, газоперекачивающий агрегат, доставка газа, процесс, износ.

The article describes the process of compliance with the functional safety of the technological process of installation and operation of gas compressor unit, considers the work at all stages of the life cycle, possible causes of failure and the factors affecting the performance of this product.

Keywords: functional safety, compressor unit, gas delivery, process, wear.

Доставка газа до потребителя, активно развивающаяся область. И техническое обслуживание, и ремонт турбоагрегатов, на всей территории постсоветского пространства, является направлением, в котором не решен ряд задач.

Функциональная безопасность – свойство объекта транспорта (в нашем случае трубопроводного), связанного с безопасностью, выполнять требуемые функции безопасности при всех предусмотренных условиях в течение заданного периода времени (по аналогии с железнодорожным транспортом) [1].

Функция безопасности – функция реализуемая объектом транспорта и его составными частями, которая предназначена для поддержания безопасного состояния по отношению к конкретному опасному событию [1].

Конструкция высокоскоростного газоперекачивающего агрегата, на всех этапах жизненного цикла изделия, может дать отказ в работе. Одной из причин будет являться разрушение узлов и их недопустимая техническими условиями деформация, а также нарушение точности монтажа, в конечном итоге, это тоже нарушение свойства объекта, которым является функциональная безопасность.

Применительно к турбоагрегатам, на функциональную безопасность будет влиять точность монтажа, то есть выполнения технических условий определенных конструкторской документацией.

Элементом обеспечения точности монтажа турбоагрегатов, является теоретическое обоснования технологии процессов технического обслуживания и ремонта с учетом влияния ряда факторов.

В общем виде, процесс управления будет выглядеть следующим образом:

- получение информации технологом о точности совпадения балансировочных и рабочих осей роторов L_i , где i – элемент сборочной единицы и занесение в базу данных;

- в результате процессов технического обслуживания и ремонта появляется сверхнормативная деформация и досрочное разрушение гибких пластинчатых элементов и другие изменения, влияющие на небаланс роторов, то есть накапливается в базе конструктивно-эксплуатационная информация Y_i ;

- проводится анализ полученной информации и выработка решений (конструкторами и технологами) по устранению нарушений имеющихся параметров, а если уже есть пути устранения причины, то система автоматически дает команду на устранение неисправностей или иные действия;

- проводится изменение параметров технического обслуживания и ремонта газоперекачивающего турбоагрегата.

В таком случае, управляющие воздействия U_i будут иметь вид:

$$U_i(t) = F_y[Y_i(t-1), I_i, \xi], \quad (1)$$

где, F_y – закон управления функциональной безопасности технического обслуживания и ремонта; t – момент времени; I_i – дисбаланс i -ой сборочной единицы; ξ – внешние факторы, влияющие на цикл эксплуатации газоперекачивающего агрегата.

Предлагаемый процесс управления имеет ряд существенных задач таких как: обеспечение эксплуатационной функциональности газоперекачивающего агрегата; обеспечение точности сборки; материально-техническое сопровождение.

Проблематика задач обеспечения динамической устойчивости турбоагрегата достаточно описана, а выход его из строя сопровождается следующими последствиями: вибронормализация форм вала и установленных элементов, особенно в направлениях повышенных напряжений, приработка поверхностей в узлах трения и нарушения режима эксплуатации турбоагрегата.

Анализ этого процесса, говорит о том, что на вышеназванную точность влияют следующие факторы:

1 группа: отклонения размеров сборки магнитных подшипников при прокрутке ротора в диапазоне частот вращения установленного программой испытания; отклонения размеров при монтаже запорно-регулирующей арматуры, центровки валов двигателя и компрессора.

2 группа: влияние упругих деформаций на все узлы турбоагрегатов.

3 группа: технологически неизбежные отклонения в размерах и формах деталей, характерной особенностью этой группы является сложение погрешностей в системе станок – приспособление – инструмент, приводящее к дисбалансу.

4 группа: смещение звеньев механизма турбоагрегатов за счет неправильной работы масляных насосов, недостаточное поступление масла ко всем смазываемым точкам исходя из показаний контрольных маслоуказателей, ослабления разъемных соединений.

Представленные факторы влияют на точность при вводе агрегата в эксплуатацию на предприятии, но важно сохранить эту точность при эксплуатации турбоагрегатов в условиях влияния на них климатических условий.

И при влиянии климатических условий на первый план встают такие факторы как:

– износ трущихся поверхностей за счет абразивного изнашивания в процессе попадания пыли, песка, влаги, недостаточного поступления смазки в связи с низкими температурами;

– остаточные деформации блоков воздухозаборной системы, в том числе и возможность закрытия двери, крепежных деталей, сварных швов в тракте воздухозаборной системы, системы концевых уплотнений с гидравлическим зазором, что в сложных условиях приводит к нарушению технических условий перепада давления между уплотняемым газом и затворной средой.

Как правило, проводятся: механические испытания компрессора, агрегата, установки, станции и термогазодинамические испытания компрессора. На этих двух этапах и могут выявиться предельные состояния параметров конструкции.

Анализ трудов в области технологического обеспечения точности показывает, что в этой области существует ряд нерешенных задач: разработка методов контроля точности состояния поверхностного слоя после обработки [2], контроль сборки прецизионных элементов [3], технологические расчеты учитывающие точность сборки при массовом производстве [5], исполнение технологической дисциплины [6], организация технологического обеспечения роторов [8], – и существует известный математический аппарат для их описания [4; 7].

Определенные трудности возникают при определении, на каком из этих этапов испытаний совокупность параметров, предъявляемых к турбоагрегатам станет критичной. Поэтому в общем случае, функциональность турбоагрегата – это вероятность того, что во время использования по назначению не произойдет нарушений точности монтажа или нарушений, установленных техническими условиями параметров.

Определим условие точности монтажа:

$$R - N = u > 0, \quad (2)$$

где R – точность монтажа; N – эксплуатационная нагрузка.

Условие отсутствия нарушений параметров установленных техническими условиями:

$$Q - S = u > 0, \quad (3)$$

где Q – способность конструкции к деформации; S – эксплуатационная нагрузка.

При монтаже турбоагрегатов очень часто нарушается качество изготовления и сборки компрессора, неправильно выбираются зазоры, предохраняющие от задевания элементов ротора об элементы статора. До сих пор до конца не отработаны методические основы сборки узлов, элементами которых являются магнитные подшипники, да и уплотнения системы смазывания недостаточно хорошо проверяются при сборке. Требуется комплексного подхода проверка динамической устойчивости систем «подшипник – ротор», правильности посадки муфт и центровки соединяемых валов. Особо хочется выделить недопустимые уровни вибрации роторов и корпуса компрессора, агрегата, установки.

Выявленные в ходе исследования недостатки турбоагрегатов говорят о том, что работоспособность турбоагрегатов является случайной величиной. И нагрузки, которые ис-

пытывает турбоагрегат, которые зачастую, зависят от местных условий ввода турбоагрегатов в эксплуатацию, также являются случайными функциями.

В анализируемом состоянии процесса монтажа турбоагрегата R, N, Q, S будут случайными величинами. Поэтому критерий надежности турбоагрегатов будет следующим:

$$P = \text{Вер}(u > 0, v > 0) = \int_0^{\infty} \int_0^{\infty} \varphi(u, v) du dv, \quad (4)$$

где $\varphi(u, v)$ – плотность вероятности совместного распределения величин u и v .

Для определения закона $\varphi(u, v)$ необходимо знать распределение величин R, N, Q, S .

Одной из задач повышения точности сборки турбоагрегатов является устранение виброперемещений, вызванных дисбалансом трансмиссий. Проводился анализ испытаний турбоагрегатов по методике ТКМ-16/5300/1.0000-000ПМ за 2011 год на испытательном стенде. Для контроля виброперемещений использовался комплект контрольной аппаратуры МКС.

Анализируя величины R, N, Q, S , можно прийти к выводу, что эти величины независимы, а законы их распределения нормальны. Тогда справедливо выражение:

$$P = \int_0^{\infty} \varphi_u(u) du \int_0^{\infty} \varphi_v(v) dv = \frac{1}{2\pi\sigma_u\sigma_v} \int_0^{\infty} \exp\left[-\frac{(u-m_u)^2}{2\sigma_u^2}\right] du \int_0^{\infty} \exp\left[-\frac{(v-m_v)^2}{2\sigma_v^2}\right] dv, \quad (5)$$

где $\varphi_u(u)$ и $\varphi_v(v)$ – законы распределения случайных величин u и v ; σ_u и σ_v – средние квадратичные отклонения величин u и v ; m_u и m_v – математическое ожидание величин u и v .

С учетом того, что интегралы, входящие в выражение имеют числовое значение и известны, решением задачи будет определение математических ожиданий и дисперсий величин u и v .

Таким образом, математические ожидания будут иметь вид:

$$\begin{aligned} m_u &= m_R - m_N, \\ m_v &= m_Q - m_S, \end{aligned} \quad (6)$$

где m_R, m_N, m_Q, m_S – математические ожидания R, N, Q, S .

Если считать величины R и N , а так же Q и S некоррелированными, то средние квадратичные отклонения вычисляются следующим образом:

$$\sigma_u = \sqrt{\sigma_R^2 + \sigma_N^2}; \quad \sigma_v = \sqrt{\sigma_Q^2 + \sigma_S^2}, \quad (7)$$

где $\sigma_R^2, \sigma_N^2, \sigma_Q^2, \sigma_S^2$ – дисперсии величин R, N, Q, S .

Таким образом, полученные результаты свидетельствуют, что точность монтажа значительно влияет на функциональную безопасность турбоагрегатов. Обеспечение точности монтажа обеспечивает значительное увеличение ресурса. Это позволяет прогнозировать качество ввода газоперекачивающих агрегатов в эксплуатацию, осуществлять выбор вариантов формирования сервисного обслуживания.

Литература

1. ГОСТ Р 54504-2011. Безопасность функциональная. Политика, программа обеспечения безопасности. Доказательство безопасности объектов железнодорожного транспорта / Росстандарт. – М.: Стандартинформ, 2013. – 24 с.

2. Безъязычный В. Ф. Автоматизированный метод контроля состояния поверхностного слоя после механической обработки / В. Ф. Безъязычный, Б. М. Драпкин, Р. В. Любимов, И. Н. Аверьянов // Проблемы повышения качества промышленной продукции: сб. тр. 3-й Междунар. науч.-техн. конф. – Брянск, 1998. – С. 251.
3. Белобородов С. М. Методика миниметрического и гидродинамического контроля узлов прецизионных элементов / С. М. Белобородов, А. М. Козин, Д. М. Цимберов, П. В. Боровцов // Информация, инновации, инвестиции: мат. 6 Всеросс. науч.-техн. конф. – Пермь: ЦНТИ, 2005. – С. 145–147.
4. Варфоломеев В. И. Проектирование и испытание баллистических ракет / В. И. Варфоломеев, М. И. Копытов. – М.: Воениздат, 1970. – 592 с.
5. Колесов И. М. Основы технологии машиностроения / И. М. Колесов. – М.: Машиностроение, 1997. – 592 с.
6. РТМ 1.4.775-80. Сборка и балансировка роторов ГТД: Руководящий технологический материал / НИАТ. – М.: Изд-во НИАТ, 1981. – 125 с.
7. Смирнов Н. В. Курс теории вероятностей и математической статистики / Н. В. Смирнов, И. В. Дунин-Барковский. – Минск: Народная асвета, 1991. – 292 с.
8. Meldal A. Auswuchten elastischer Rotoren / A. Meldal. // ZAMM. – 1954. – Bd. 34. – № 8/9.

СЕКЦИЯ ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИКИ И ЭЛЕКТРОТЕХНИКИ

УДК 621.3.084

Валентин Петрович Демидов, канд. техн. наук,
доцент

(Санкт-Петербургский государственный
архитектурно-строительный университет)

Георгий Валентинович Демидов,
инженер-программист

(НПК Пеленгатор)

E-mail: dvp52@mail.ru, kimuriell@gmail.com

Valentin Petrovich Demidov, PhD of Tech. Sci.,
Associate Professor

(Saint Petersburg State University of Architecture and
Civil Engineering)

Georgy Valentinovich Demidov,
software engineer

(NPK Pelengator)

E-mail: dvp52@mail.ru, kimuriell@gmail.com

ОСОБЕННОСТИ ИЗМЕРЕНИЙ МОЩНОСТИ И ЭНЕРГИИ ПРИ НЕСИНУСОИДАЛЬНОМ ХАРАКТЕРЕ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ ВЕЛИЧИН

POWER AND ENERGY MEASUREMENT FEATURES WITH NONSINUSOIDAL ELECTRICAL QUANTITIES CHARACTER

При анализе потерь мощности и энергии в электрических сетях возникает проблема погрешности измерений. Существующие приборы контроля и учета электроэнергии созданы на основе методов измерений, не учитывающих некоторые имеющиеся факторы. Совершенствование методов измерений, позволяющих повысить достоверность измерений, может быть осуществлено на основе анализа существующих методов, выявления их недостатков и разработки новых или использования более подходящих известных методов. В статье рассмотрены основные составляющие погрешности приборов, измеряющих мощность и расход энергии. Эти погрешности не учитывают ошибки в определении активной энергии и мощности современными приборами, обусловленные пониженным качеством электроэнергии и имеющие значительную величину. Рост указанных потерь очевиден, поскольку меняется характер потребителей электроэнергии, предпочитающих все больше импульсный отбор мощности (вторичные источники питания, управляемые электроприводы, тяговые подстанции и т. п.), то есть спектральный состав активных мощностей потребления неуклонно смещается в сторону высших гармонических. Предложены мероприятия по совершенствованию технического учета электрической энергии при несинусоидальном характере напряжения и тока.

Ключевые слова: качество электроэнергии, несинусоидальность напряжения и тока, погрешность измерения мощности и энергии, гармоника, электросчетчик, коэффициент мощности.

In analysis of power and energy losses in electrical network problem of the measurement error arises. Existing instruments for monitoring and metering of electricity are based on the measurement methods, not taking into account some available factors. Improved measurement methods that increase the measurement accuracy can be carried out based on an analysis of existing methods, detection of its disadvantages and development of new methods or use of more appropriate known ones. The article describes the error basic components of devices measuring the power and energy consumption. These errors do not account for errors in the determination of the active power and energy caused by reduced power quality and having a significant value. The growth of these losses is obvious,

since the nature of electricity consumers changed to more pulsed power takeoff (secondary power supply, controlled electric drives, traction substations, etc.), i.e., spectral composition of the active power consumption is steadily shifting towards higher harmonic. The measures to improve the technical accounting of electric energy at nonsinusoidal nature of voltage and current are offered.

Keywords: quality of electric energy, voltage and current nonsinusoidality, power and energy measurement error, harmonic, electric meter, power factor.

Существует мнение, что следующие проблемы, имеющие много общих аспектов, необходимо рассматривать вместе:

1. Потери электроэнергии.
2. Компенсация реактивной мощности.
3. Качество электроэнергии.

Потери электроэнергии, в частности, при ее транспортировке от мест производства до мест потребления являются одним из важных технико-экономических показателей электрических сетей. Установка средств компенсации реактивной мощности во многом производится с целью снижения потерь. В то же время практически все технические средства повышения качества электроэнергии содержат реактивные элементы индуктивного или емкостного характера и, следовательно, влияют на баланс реактивной мощности в сети. С другой стороны, показатели качества электроэнергии зависят от наличия или отсутствия в сети компенсирующих устройств [1].

Задача снижения погрешности измерений мощности и повышения достоверности учета электроэнергии, рассматриваемая в данной работе, возникает, в частности, при анализе потерь мощности и энергии в электрических сетях. Существующие приборы контроля и учета электроэнергии имеют значительные недостатки, устранение которых связано

с решением следующих проблем:

1. Снижение погрешности приборов.
2. Совершенствование методов измерений, позволяющих повысить достоверность измерений.

Первая проблема частично решается заменой устаревших счетчиков на счетчики новых типов. Однако данная мера в принципе не влияет на повышение погрешности измерения мощности и энергии при пониженном качестве электрической энергии, как это будет показано ниже. Совершенствование методов измерений, позволяющих повысить достоверность измерений, осуществляется на основе анализа существующих методов, выявления их недостатков и разработки новых или использования более подходящих известных методов. Эти проблемы взаимосвязаны, поскольку правильно выбранный метод измерения позволяет создать или использовать приборы, имеющие меньшую погрешность.

Рассмотрим основные источники погрешности, влияющие на коммерческие потери электроэнергии. В общем случае составляющие коммерческих потерь электроэнергии можно разбить на три группы [2]:

1. Обусловленные погрешностями измерений электроэнергии, отпущенной в сеть и полезно отпущенной потребителям.
2. Обусловленные занижением полезного отпуска из-за недостатков энергосбытовой деятельности и хищений электроэнергии.
3. Обусловленные задолженностью по оплате за электроэнергию.

Последние две группы погрешностей в данной работе не рассматриваются.

К наиболее значимым составляющим погрешностей измерительных комплексов, в которые могут входить трансформатор тока, трансформатор напряжения, счетчик электроэнергии, линия присоединения счетчика электроэнергии к трансформатору напряжения, относятся:

1. Погрешности измерений электроэнергии в нормальных условиях работы измерительного комплекса, определяемые классами точности трансформатора тока, трансфор-

матора напряжения и счетчика электроэнергии (допустимые метрологические потери электроэнергии).

2. Дополнительные погрешности измерений электроэнергии в реальных ненормированных условиях эксплуатации измерительных комплексов, обусловленные:

- заниженным против нормативного коэффициентом мощности нагрузки (дополнительной угловой погрешностью для индукционных счетчиков);
- влиянием на счетчик электроэнергии магнитных и электромагнитных полей различной частоты;
- недогрузкой и перегрузкой трансформатора тока, трансформатора напряжения и счетчика электроэнергии;
- несимметрией и уровнем подведенного к измерительному комплексу напряжения;
- работой счетчика электроэнергии в неотопляемых помещениях с недопустимо низкой температурой;
- недостаточной чувствительностью счетчиков электроэнергии при их малых нагрузках, особенно в ночные часы.

3. Систематические погрешности, обусловленные сверхнормативными сроками службы измерительного комплекса.

Данный перечень погрешностей является неполным, в нем отсутствует по крайней мере одна составляющая, связанная с тем, что в сложных электроэнергетических системах зависимость электрических величин от времени часто отличается от синусоидальных и даже от периодических функций [3], что снижает достоверность измерений. Ошибки в определении активной энергии и мощности современными счетчиками в условиях пониженного качества электроэнергии могут составлять значительную величину, и их следует относить к коммерческим потерям. Рост указанных потерь очевиден, поскольку меняется характер потребителей электроэнергии, предпочитающих все больше импульсный отбор мощности (вторичные источники питания, управляемые электроприводы, тяговые подстанции и т. п.), то есть спектральный состав активных мощностей потребления неуклонно смещается в сторону высших гармонических.

Появление гармоник тока обуславливается, главным образом, наличием в цепи нагрузки нелинейных элементов, число которых в настоящее время постоянно возрастает. В связи с этим существенным образом увеличилась «засоренность» электрических сетей высшими гармониками, что приводит к необходимости измерения мощности в цепях с искаженной формой тока [4]. При измерении мощности в таких цепях возникают два вопроса:

1. Какая мощность должна быть измерена (только создаваемая основной частотой или же суммарная, включающая мощность отдельных гармоник)?

2. Какая мощность может быть измерена (с учетом возможностей электроизмерительных приборов)?

В большинстве случаев, при измерении мощности установки, потребляющей несинусоидальный ток, стремятся определить полную активную мощность, потребляемую установкой от сети (от генератора). Это вызвано тем, что гармоники создают в установках дополнительные потери активной мощности, покрываемые энергией питающего генератора.

При несинусоидальном токе форма кривой напряжения, действующего в той же цепи в общем случае, когда цепь содержит, кроме активного сопротивления, индуктивность и емкость, тоже несинусоидальна, но отличается от формы тока за счет различных амплитуд и фазовых сдвигов отдельных составляющих гармоник, определяемых параметрами цепи. Это определяется тем, что индуктивное сопротивление прямо пропорционально частоте, а емкостное – обратно пропорционально, то есть с увеличением частоты увеличивается и фазовый сдвиг в цепи для данной гармоники по сравнению с основной частотой.

В частном случае, при активной нелинейной нагрузке (например, дуга) форма тока и напряжения одинакова. При питании установки от мощной электрической системы со-

противление цепи с первичной стороны трансформатора, питающего нелинейную нагрузку, пренебрежимо мало, вследствие чего при несинусоидальном токе нагрузки форма первичного напряжения практически синусоидальна.

Все измерительные приборы переменного тока (амперметры, вольтметры, ваттметры) градуируются в действующих значениях синусоидального тока. При несинусоидальной форме кривой тока показания приборов, в зависимости от принципа их действия, могут отличаться от показаний при синусоидальной форме тока.

При измерении расхода электроэнергии в цепях с несинусоидальными напряжениями и токами возникают вопросы, аналогичные вопросам, возникающим при измерении мощности:

1. Какой расход должен быть измерен (только создаваемый основной частотой или же суммарный, включающий расход по отдельным гармоникам)?

2. Какой расход может быть измерен (с учетом возможностей электроизмерительных приборов, то есть счетчиков электроэнергии)?

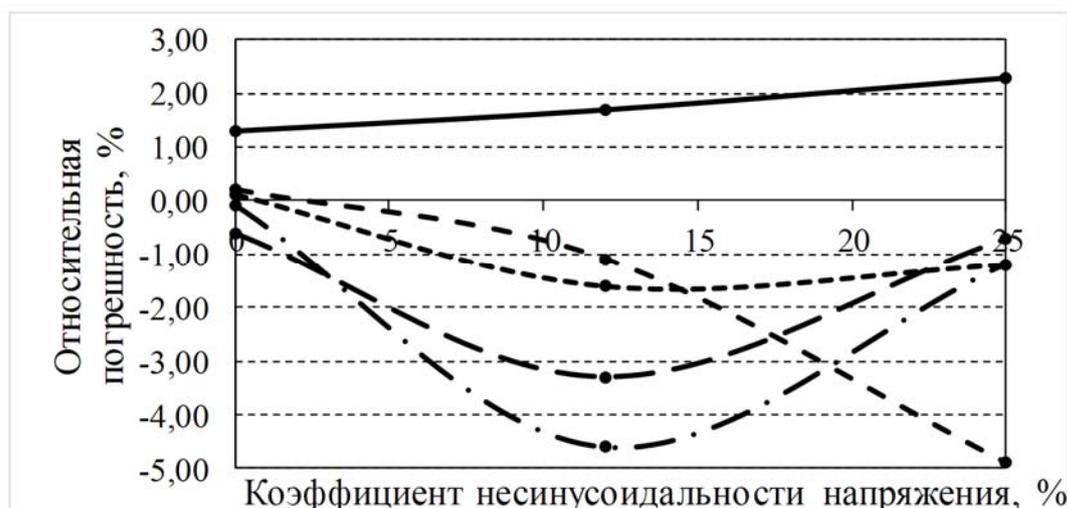
В энергетике гармоники выше 13-го порядка обычно не рассматриваются. 13-й гармонике соответствует частота $13 \times 50 = 650$ Гц, следовательно, все приборы, работающие в цепях несинусоидальных токов, должны измерять без погрешностей переменный ток с частотой до 650 Гц [5]. Однако согласно ГОСТу [6], стандартными значениями номинальных частот для счетчиков являются 50 и 60 Гц. Соответственно, большинство счетчиков, зарегистрированных в «Государственном реестре средств измерений» определяют расход электроэнергии по первой гармонике.

Авторы работы [7], проанализировав зависимости погрешности учета активной мощности и энергии от различных показателей качества электроэнергии, сделали следующие выводы:

1. Погрешность счетчиков электроэнергии существенно зависит от качества измеряемой энергии и реального коэффициента мощности нагрузки. При этом ошибки могут не только достигать значений 10–20 %, как правило, в сторону недоучета, но и приводить к отказам в работе счетчиков.

2. Для оптимального выбора счетчика кроме сведений о работе конкретного типа счетчика в условиях низкого качества энергии и низкого коэффициента нагрузки необходимо располагать информацией о качестве энергии в точке коммерческого учета.

На рисунке представлены погрешности учета активной мощности и энергии в зависимости от величины коэффициентов несинусоидальности напряжения.



Зависимость погрешности учета активной мощности и энергии от коэффициентов несинусоидальности напряжения и тока при наличии в составе нечетных (кратных трем) гармоник для различных типов счетчиков

Имеется ряд работ, в которых рассматриваются вопросы повышения точности измерения расхода электроэнергии в условиях наличия в кривой питающего напряжения или тока нагрузки высших гармоник [8; 9; 10]. В этих работах предлагается производить коррекцию показаний счетчиков. При этом погрешность показаний из-за высших гармоник рассматривается либо как постоянная систематическая, либо как переменная, зависящая от гармонического состава электрических сигналов. В последнем случае, естественно, необходимо осуществлять гармонический анализ сигналов.

В настоящее время появляются принципиально новые типы счетчиков – интеллектуальные [11], в которых заложены функции гармонического анализа и коррекции. По имеющейся информации трудно судить об эффективности их работы, однако очевидно, что они существенно сложнее и дороже обычных счетчиков, к тому же их использование в массовых масштабах на данный момент невозможно из-за вопросов сертификации и недостаточной исследованности.

Счетчики электроэнергии подразделяются на расчетные счетчики и счетчики для технического учета. Очевидно, что любое вмешательство в работу расчетных счетчиков недопустимо, а коррекция работы касается приборов технического учета. В связи с вышесказанным, для определения правильности расчета потребленной электроэнергии в каждом конкретном случае необходимо совершенствовать технический учет. Для этого можно предложить ряд мероприятий:

1. Разработка, сертификация и внедрение новых счетчиков энергии, позволяющих осуществлять измерение с учетом высших гармоник, причем на первом этапе внедрения счетчики могут использоваться в исследовательских целях.

2. При использовании существующих счетчиков необходимо выполнить хотя бы одно из следующих мероприятий:

- фильтрация напряжения на входе;
- разработка и внедрение методики обработки результатов измерения израсходованной электрической энергии;
- коррекция показаний счетчиков с учетом анализа гармонического состава напряжения и тока.

3. Технические и организационные мероприятия по улучшению гармонического состава электрических показателей.

Литература

1. Железко Ю. С. Потери электроэнергии. Реактивная мощность. Качество электроэнергии: руководство для практических расчетов / Ю. С. Железко. – М.: ЭНАС, 2009. – 456 с.
2. Воротницкий В. Э. Расчет, нормирование и снижение потерь электроэнергии в электрических сетях: учебно-методическое пособие / В. Э. Воротницкий, М. А. Калинкина. – М.: ИПК госслужбы, 2002. – 64 с.
3. Супронович Г. Улучшение коэффициента мощности преобразовательных установок / пер. с польск. – М.: Энергоатомиздат, 1985. – 136 с.
4. Минин Г. П. Измерение мощности / Г. П. Минин. – М.: Энергия, 1963. – 96 с.
5. Минин Г. П. Несинусоидальные токи и их измерение / Г. П. Минин. – М.: Энергия, 1979. – 112 с.
6. ГОСТ 31818.11–2012. Аппаратура для измерения электрической энергии переменного тока. Общие требования Испытания и условия испытаний. Часть 11. Счетчики электрической энергии / Росстандарт. – М.: Стандартинформ, 2013. – 41 с.
7. Соколов В. С. Работа электросчетчиков в условиях пониженного качества электроэнергии / В. С. Соколов, А. А. Созыкин, Р. В. Коровкин. // Новое в Российской электроэнергетике: электронный журнал. – 2005. – № 3. – URL: http://www.rao-ees.ru/ru/news/news/magazin/show.cgi?03_05.htm (дата обращения: 15.03.2015).
8. Кириллов С. В. Снижение погрешности учета электрической энергии в системах электроснабжения с преобладающей нелинейной нагрузкой: автореф. дис. ... канд. техн. наук: 05.09.03 / С. В. Кириллов. – Саратов, 2006. – 23 с.

9. Сидоренков В. А. Повышение точности учета электрической энергии в системе электроснабжения сельскохозяйственных потребителей с нелинейной нагрузкой: автореф. дис. ... канд. техн. наук / В. А. Сидоренков. – Челябинск, 2013. – 28 с.

10. Асет Асхат. Автоматизация систем учета электроэнергии в цепях с нелинейными нагрузками: автореф. дис. ... канд. техн. наук / Асхат Асет. – Бишкек, 2011. – 25 с.

11. Васильева О. А. Применение интеллектуальных счетчиков «BINOM₃» для контроля и управления качеством электрической энергии / О. А. Васильева // Управление качеством электрической энергии: Сб. трудов Междунар. научно-практической конф. (Москва, 26–28 ноября 2014 г.). – М.: ООО Центр полиграфических услуг «Радуга», 2014. – С. 69–78.

УДК 62.52:621.9.06

Александр Евгеньевич Епишкин, канд. техн. наук,
доцент
(Санкт-Петербургский государственный
архитектурно-строительный университет)
E-mail: epishkin@mail.ru

Aleksandr Evgenievich Epishkin, PhD of Tech. Sci.,
Associate Professor
(Saint Petersburg State University of Architecture and
Civil Engineering)
E-mail: epishkin@mail.ru

**РАЗРАБОТКА И ИССЛЕДОВАНИЕ ЧАСТОТНО-ФАЗОВОЙ СИСТЕМЫ
СТАБИЛИЗАЦИИ КОЛЕБАНИЙ ТРЕХРОТОРНОЙ ВИБРАЦИОННОЙ
УСТАНОВКИ**

**RESEARCH AND DEVELOPMENT OF THE FREQUENCY-PHASE OSCILLATION
STABILIZATION SYSTEM FOR THREE-ROTOR VIBRATING MACHINE**

В статье рассмотрены принципы разработки частотно-фазовой системы стабилизации колебаний для экспериментальной трехроторной вибрационной установки при изменении нагрузки на виброплатформу. Выполнено построение системы управления исследуемой виброустановки, оптимизация динамики электромеханической системы с применением систем подчиненного регулирования и наложенного управления и имитационное моделирование предлагаемого варианта. Результаты исследований, представленные в виде графиков переходных процессов при возмущающем воздействии, полученных с помощью компьютерного моделирования в программной среде MATLAB Simulink, подтверждают теоретические предположения.

Ключевые слова: вибрационные установки, электромеханические системы, математические модели, синтез законов управления, имитационное моделирование.

The article describes the design principles of frequency-phase oscillation stabilization system for experimental three-rotor vibrating machine while changing the load on the vibration platform. The designing of vibrating machine control system is completed, optimization of electromechanical systems dynamics with the use of slave control systems and superimposed control and simulation of the proposed system are done. The results are presented in graphs transients in response to a stimulus, the graphs are obtained by computer simulation in the MATLAB Simulink, the results confirm theoretical assumptions.

Keywords: vibrating machines, electromechanical systems, mathematical models, synthesis of control laws, simulation.

Электромеханические вибрационные установки (ВУ) широко применяются в строительстве и в ряде отраслей промышленности [1]. Одним из путей их развития является применение новых кинематических структур, в частности увеличение количества дебалансных роторов, позволяющих расширить спектр колебательных режимов. Целью данной статьи является разработка системы автоматического управления трехроторной ВУ, обеспечивающей стабилизированные по амплитуде колебания при вариации массы на виброплатформе.

Исследуемая кинематическая структура ВУ показана на рис. 1 и представляет собой виброплатформу на четырех пружинных виброизоляторах, с тремя дебалансными роторами (ДР), оси которых расположены по координатам X , Y , Z , причем ротор 1 генерирует колебания в плоскости XU , ротор 2 – в плоскости XZ , а ротор 3 – в плоскости YZ . Управляя скоростью и взаимным расположением дебалансов, можно получить широкий спектр пространственных колебаний виброплатформы $x_{Пmin} < x_{П} < x_{Пmax}$; $u_{Пmin} < u_{П} < u_{Пmax}$; $z_{Пmin} < z_{П} < z_{Пmax}$; причем $x_{Пmin}$, $u_{Пmin}$, $z_{Пmin}$ достигаются при противофазном движении роторов по соответствующим координатам, а $x_{Пmax}$, $u_{Пmax}$, $z_{Пmax}$ – при синфазном движении.

Минимальные амплитуды колебаний могут приближаться к нулю, а максимальные амплитуды – к удвоенным значениям по отношению к однороторным виброустановкам.

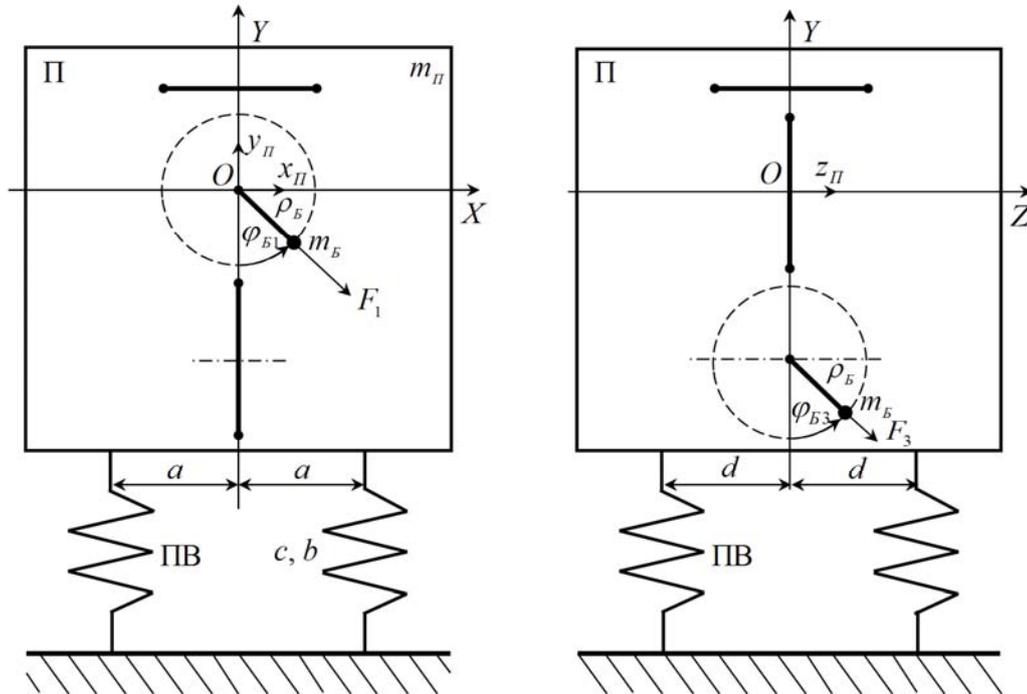


Рис. 1. Кинематические схемы трехроторной вибрационной установки

При построении системы электропривода (СЭП) трехроторной ВУ использована предложенная концепция построения взаимосвязанной СЭП многороторных ВУ, которая для трехроторной ВУ состоит в выборе 1-го привода в качестве ведущего, регулируемого по скорости (САРС) с контурами тока и скорости, а 2-го и 3-го приводов – как ведомых, регулируемых по положению относительно 1-го привода, с контурами тока, скорости и положения (РП) [2].

Предлагаемый способ управления и стабилизации амплитуды колебаний виброплатформы заключается в регулировании скорости вращения ДР в дорезонансной области электромеханической системы на склоне резонансного пика [3]. С этой целью на ведущий привод наложено управление от контура линейных колебаний, состоящего из датчика (ДЛК), блока выделения модуля сигнала (БВМ) и регулятора (РЛК) с управлением от датчика амплитуды (ЗЛК).

Выполним синтез структуры и параметров РЛК₁. Передаточная функция разомкнутого контура линейных колебаний платформы будет

$$W_{p0}(p) \approx W_{РЛК}(p) \cdot \frac{m_Б \rho_Б k_{ОЛК} \omega_c (4T_{\Sigma 1} p + 1)(T_{ДС} p + 1)}{c_Y k_{ОС} (2T_{\Sigma 1} p + 1)(4T_{\Sigma 1}^2 p^2 + 2T_{\Sigma 1} p + 1)(T_Y^2 p^2 + T_{dY} p + 1)(T_{ДЛК} p + 1)}, \quad (1)$$

где $\omega_c = (0,7 \dots 0,9) \cdot \omega_{уп}$ – скорость роторов в статике; $m_Б$, $\rho_Б$ – масса и радиусы инерции дебалансов; $k_{ОЛК}$ – коэффициент обратной связи контура линейных колебаний; c_Y – жесткость пружинных виброизоляторов; $k_{ОС}$ – коэффициент обратной связи контура скорости; $T_Y = 1/\omega_{уп} = \sqrt{m_0/c_Y}$ – постоянная времени упругих колебаний платформы; $T_{dY} = b_Y/c_Y$ – постоянная времени демпфирования пружинных виброизоляторов; $T_{\Sigma 1}$ – суммарная малая постоянная времени контура скорости.

Для придания системе астатизма по управлению необходимо выбрать ПИ-регулятор, параметры которого при настройке, близкой к «оптимуму по модулю» будут

$$\beta_0 = \frac{k_0 c_y k_{OC}}{m_B \rho_B k_{OB} \omega_C}; \quad \tau_0 = (10 \dots 20) T_{\Sigma 0}; \quad T_{\Sigma 0} = T_{ДЛК} + 2T_{\Sigma 1}; \quad (2)$$

где $k_0 = 0,1 \dots 0,2$ – коэффициент, учитывающий нелинейность характеристик механической части ВУ. Частота среза контура линейных колебаний будет $\omega_{C0} \approx k_0 / T_{\Sigma 0}$.

Для стабилизации колебаний по остальным координатам аналогичным способом настраиваются и ПИ-регуляторы для контуров угловых колебаний РЛК₂ и РЛК₃, параметры которых будут

$$\beta_0 = \frac{k_{02} k_{ФД} k_{PC}}{m_B \rho_B r k_{ОЛК} \omega_C^2}; \quad \tau_0 = T_{\Sigma ЛК}; \quad T_{\Sigma ЛК} = T_{ДЛК} + 2T_{\Sigma 0}; \quad (3)$$

где $k_{02} = 0,05 \dots 0,1$; $T_{\Sigma ЛК}$ – суммарная малая постоянная времени контура угловых колебаний. Частота среза контура будет $\omega_{C0ЛК} \approx k_{02} / T_{\Sigma ЛК}$.

На рис. 2 представлены результаты моделирования системы в MATLAB Simulink.

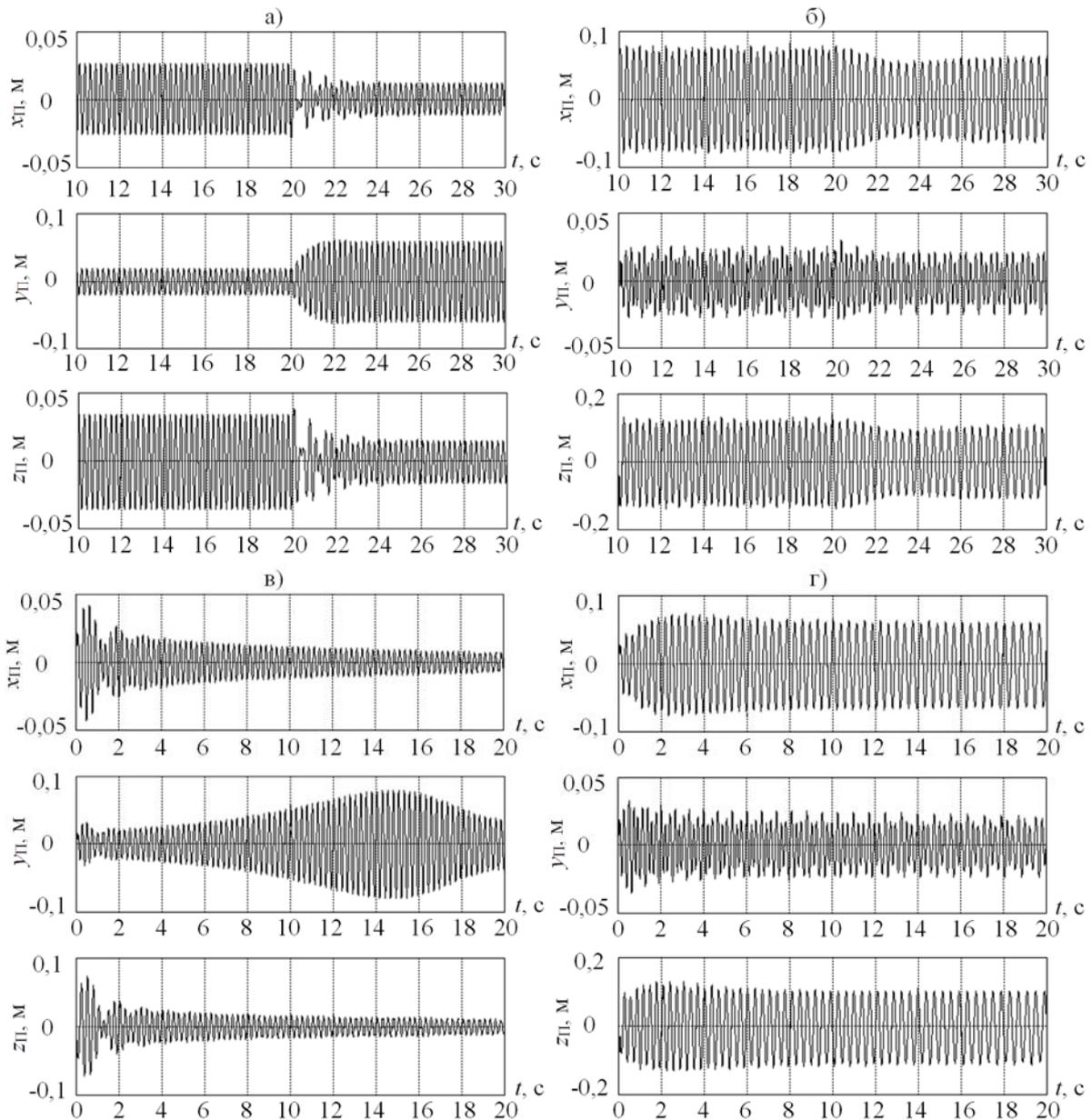


Рис. 2. Результаты моделирования системы в среде MATLAB Simulink

Колебания платформы по координатам X , Y , Z без системы стабилизации при ступенчатом набросе нагрузки на 20-й секунде и при плавном ее нагружении представлены на рис. 2(а) и 2(в) соответственно. Из рисунков видно, что нагрузка достаточно сильно влияет на динамику ВУ. При введении контура линейных колебаний для указанных видов нагрузки (рис. 2(б) и 2(г)) наблюдается существенная стабилизация колебаний виброплатформы по всем координатам, что подтверждает эффективность предложенного способа.

Литература

1. Управление мехатронными вибрационными установками / под ред. И. И. Блехмана и А. Л. Фрадкова. – СПб.: Наука, 2001. – 278 с.
2. Шестаков В. М. Динамика автоматизированных электромеханических систем многороторных вибрационных установок / В. М. Шестаков, А. Е. Епишкин, О. П. Томчина; под общ. ред. проф. В. М. Шестакова. – СПб.: Изд-во Политехн. ун-та, 2014. – 108 с.
3. Базаров Н. Х. Теоретические аспекты создания автоматизированных виброэлектроприводов / Н. Х. Базаров // Автоматизированный электропривод; под общ. ред. Н. Ф. Ильинского, М. Г. Юнькова. – М.: Энергоатомиздат, 1986. – С. 35–40.

УДК 628.16

Владимир Васильевич Кузнецов, канд. техн. наук,
доцент
(Санкт-Петербургский государственный
архитектурно-строительный университет)
Николай Иванович Рукобратский, канд. техн. наук,
доцент
(Санкт-Петербургский государственный
архитектурно-строительный университет)
E-mail: kuznetsov_v_v@inbox.ru,
rukobratsky@mail.ru

Vladimir Vasilievich Kuznetsov, PhD of Tech. Sci.,
Associate Professor
(Saint Petersburg State University of Architecture and
Civil Engineering)
Nikolay Ivanovich Rukobratsky, PhD of Tech. Sci.,
Associate Professor
(Saint Petersburg State University of Architecture and
Civil Engineering)
E-mail: kuznetsov_v_v@inbox.ru,
rukobratsky@mail.ru

К ВОПРОСУ АВТОМАТИЗАЦИИ ПОВЫСИТЕЛЬНЫХ НАСОСНЫХ СТАНЦИЙ С ФИЛЬТРАМИ ДООЧИСТКИ ВОДЫ

TO THE AUTOMATION OF BOOSTER PUMPING STATIONS WITH WATER PURIFICATION FILTERS

В процессе составления технологической схемы автоматизации работы и промывки фильтров необходимо учитывать особенности эксплуатации станций при наличии повышенного давления, реакции всех элементов установки, в том числе обратной связи, на резкие изменения давления при смене режима работы фильтров, на изменения их гидравлического сопротивления. Все эти воздействия на систему регулирования влияют на динамические характеристики переходного процесса изменения давления, длительности и величины амплитуды колебаний. При сочетании неблагоприятных факторов воздействия резкие колебания и гидравлические удары могут привести к разрушению установки. В статье приводятся сведения об опыте конструирования, пусконаладочных работ и эксплуатации фильтров доочистки воды в составе повысительных насосных станций.

Ключевые слова: водоснабжение, автоматизация, стабилизация давления воды, очистка воды, повысительные насосы, гидроаккумулятор, фильтры.

In developing the scheme of automation technology and washing of filters one should take into account stations operating in the presence of increased pressure, the reaction of all components of the apparatus, including the feedback, on the abrupt pressure change when changing the mode of the filters operation, on the changes in their flow resistance. All of these effects on the control system affect dynamic response to transient pressure variations in the amplitude and duration of oscillations. With the combination of adverse influencing factors, the sharp fluctuations and pressure surges can lead to destruction of the installation. The article provides information about the experience of designing, commissioning and operation of water purification filters as part of booster pumping stations.

Keywords: water supply, automation, stabilization of water pressure, water treatment, booster pumps, hydraulic accumulator, filters.

Качественная работа систем автоматического регулирования во многом зависит от выбора элементов, входящих в технологическую схему регулируемого процесса, в том числе электрооборудования [1; 2]. В системах водоснабжения такими элементами являются: насосы с электродвигателями, регуляторы расхода воды с электроприводами, датчики-преобразователи параметров процесса, входящие в цепь обратной связи, усилители, элементы сравнения заданного параметра и реального, а также гидравлические аккумуляторы и т. д.

Каждый из элементов, входящих в структурную цепь системы регулирования, имеет свою передаточную функцию, которая характеризует поведение этого звена при изменении внешнего воздействия на него, а также изменения параметров работы всей технологической цепи или отдельных ее элементов.

Повысительные насосные станции устанавливаются для увеличения напора при подаче воды на верхние этажи зданий повышенной этажности. Работа этих насосов достаточно хорошо изучена и отработана как для внутриквартальных станций, так и для отдельных зданий, в которых повысительные насосы устанавливаются в подвальных помещениях. Однако, в ряде случаев, одновременно с установкой насосов повышения давления в технологическую цепь включаются фильтры доочистки воды от загрязнений различного характера. Эти фильтры вносят значительное влияние на работу системы стабилизации давления на заданном уровне.

При выведении части фильтров по мере их загрязнения на промывку, уменьшается давление воды, подаваемой в сеть, так как при сокращении количества оставшихся в работе фильтров увеличивается общее гидравлическое сопротивление, а также часть очищаемой воды уходит на промывку фильтров. При этом системы автоматического регулирования давления в переходном режиме могут характеризоваться по-разному. Давление воды на выходе в зависимости от способа регулирования, качества работы системы, от правильного подбора элементов и состава технологического оборудования может меняться либо по экспоненциальному закону с плавным приближением к заданному, либо колебательному.

При колебательном затухающем режиме изменения параметра первый выброс положительной амплитуды колебания, который характеризуется относительным коэффициентом перерегулирования в процентах от заданного, либо абсолютным значением по величине, может превышать допустимое значение, что особенно важно в системах стабилизации с высоким давлением.

Переходный процесс может длиться от нескольких секунд до нескольких минут в разных установках в зависимости от правильного подбора типа элементов технологической цепи и их передаточной функции.

Основным изменяемым параметром их работы является постоянная времени T , то есть способность быстро реагировать при изменении внешнего воздействия на систему. Например, при удалении элемента регулирования от места, где должен регулироваться параметр, включается звено запаздывания, время которого будет зависеть от длины и диаметра трубопровода. Таким образом, тщательный подбор и согласование работы всех элементов цепи будут влиять на качество регулирования.

Неправильный подбор емкости гидроаккумулятора и внутреннего его давления, неправильный выбор точки его подключения в технологической цепи, а также подключения отрицательной обратной связи в виде реле давления, особенно в сочетании с вышеперечисленными недостатками, могут вызвать незатухающие колебания давления, имитирующие положительную обратную связь вплоть до резонансных механических явлений, что может привести к разрушению трубопроводов и нарушению герметичности напорных фильтров и других устройств. В ряде случаев эти колебания могут вызываться циклическим включением-отключением насосов, электромагнитных клапанов и другой запорной арматуры, что приводит к гидравлическим ударам с соответствующими последствиями.

Причем эти явления могут проявиться со временем по мере износа и загрязнения установки, если не учтены правила «запаса прочности».

Литература

1. Веселов Ю. С. Водоочистное оборудование / Ю. С. Веселов, И. С. Лавров, Н. И. Рукобратский. – Л: Машиностроение, Лен-е отд-е, 1985. – 232 с.
2. СНиП 2.04.02-84. Насосные станции, электрооборудование, технологический контроль, автоматизация и системы управления / Министерство строительства Российской Федерации. – М., 2002. – 160 с.

УДК 699.887.2

Николай Иванович Рукобратский, канд.техн. наук,
доцент

(Санкт-Петербургский государственный
архитектурно-строительный университет)

Алексей Игоревич Федоров, инженер
(ООО «ДЕН РУС»)

Егор Алексеевич Голованов, инженер
(ООО «ДЕН РУС»)

*E-mail: rukobratsky@mail.ru, a.fedorov@dehn-
ru.com, egolovanov@yahoo.com*

Nikolay Ivanovich Rukobratsky, PhD of Tech. Sci.,
Associate Professor

(Saint Petersburg State University of Architecture and
Civil Engineering)

Alexey Igorevich Fedorov, Engineer
(OOO “DEHN RUS”)

Egor Alexeevich Golovanov, Engineer
(OOO “DEHN RUS”)

*E-mail: rukobratsky@mail.ru, a.fedorov@dehn-
ru.com, egolovanov@yahoo.com*

МОЛНИЕЗАЩИТА ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ

LIGHTNING AND SURGE PROTECTION IN CIVIL ENGINEERING

Попадание молнии в здание или сооружение может вызвать пожар, причинить значительный материальный ущерб и привести к человеческим жертвам. Импульсное перенапряжение, вызванное током молнии, может вызывать повреждение электрического и электронного оборудования, что также приводит к материальным затратам. Молниезащита зданий и сооружений позволяет решить указанные проблемы и сэкономить значительные материальные средства собственнику здания. Под молниезащитой здания понимается комплекс технических решений, состоящий из внешней молниезащиты и системы защиты от импульсных перенапряжений. Внешняя система молниезащиты в общем случае состоит из молниеприемников, токоотводов и заземлителей, а для защиты электрооборудования применяются устройства защиты от импульсных перенапряжений (УЗИП).

Ключевые слова: молния, молниезащита, внешняя молниезащита, импульсное перенапряжение, устройство защиты от импульсных перенапряжений.

Lightning discharge may cause fire, sufficient financial losses or even cause human casualties. Impulse surge caused by lightning current may cause damages in electrical and electronic equipment. This also leads to financial losses. Lightning protection of buildings and surge protection of electrical equipment helps to avoid all these problems. Accordingly, these measures will save financial and material resources for the owner of the building. Lightning protection of the building is a set of technical solutions, which consists of external lightning protection systems and surge protection. External lightning protection system generally consists of air terminals, shunts and earthing. Surge protection devices (SPD) are used to protect electrical equipment.

Keywords: lightning, lightning protection, external lightning protection, impulse surge, surge arrester.

В 1750 году американский ученый Бенджамин Франклин доказал электрическую природу молнии, а в 1752 году предложил проект молниеотвода. В «Альманахе бедного Ричарда» Франклин писал: «Возьмите тонкий железный стержень длиной достаточною для того, чтобы три-четыре фута одного конца опустить во влажную землю, а шесть-семь другого поднять над самой высокою частью здания. К верхнему концу стержня прикрепите медную проволоку. Стержень можно прикрепить к стене дома бечевой (шнуром). На высоком доме или амбаре можно поставить два стержня, по одному на каждом конце, и соединить их протянутой под коньками крыши проволокой. Дому, защищенному таким устройством, молния не страшна, так как острие будет притягивать ее к себе и отводить по металлическому стержню в землю, и она уже никому не причинит вреда» [1].

За прошедшие десятилетия средства молниезащиты были усовершенствованы.

В настоящее время в России действуют следующие нормативные документы, касающиеся организации системы молниезащиты:

- Инструкция по устройству молниезащиты зданий и сооружений РД 34.21.122-87.
- Инструкция по устройству молниезащиты зданий, сооружений и промышленных коммуникаций СО 153-34.21.122-2003.

В Европе действует стандарт «Защита от молнии» IEC 62305/EN 62305. На его основе создан российский ГОСТ Р МЭК 62305. Также действует стандарт EN 50164 «Компоненты системы молниезащиты», принятие которого в России постоянно откладывается.

Специалисты компании DEHN+SÖNNE активно работают в комитетах международных и национальных стандартов различных стран в течение многих десятилетий.

Под молниезащитой здания сейчас понимается комплекс технических решений, состоящий из внешней молниезащиты и системы защиты от импульсных перенапряжений. Под внешней системой молниезащиты здания понимается комплекс мероприятий по защите объекта от прямых ударов молнии, в общем случае состоящий из молниеприемников, токоотводов и заземлителей [2].

Надежность защиты определяется как $(1-P)$, где P – допустимая вероятность прорыва молнии. Уровень защиты от прямых ударов молнии соответствует уровню надежности внешней молниезащитной системы.

Уровни защиты от прямых ударов молнии

Уровень защиты	Надежность защиты от прямых ударов молнии
I	0,98
II	0,95
III	0,90
IV	0,80

Молниеприемник – это часть внешней системы молниезащиты, предназначенная для перехвата молнии. Молниеприемники из произвольной комбинации стержней (мачт) – стержневые молниеприемники, замкнутых проводов (тросов) – тросовые молниеприемники, и соединенных между собой проводников, образующих замкнутые ячейки (молниезащитные сетки) – сетчатые молниеприемники.

Согласно СО-153-34.21.122-2003, для обычных объектов наиболее целесообразно применять следующие методы расчета:

- метод защитного угла – для простых по форме сооружений или для маленьких частей больших сооружений;
- метод фиктивной сферы – для сооружений сложной формы;
- метод молниезащитной сетки – для плоских поверхностей и кровель с углом уклона 1/10.

Также данный стандарт указывает требования к минимальным сечениям молниеприемников 35 мм² для меди, 50 мм² для стали и 70 мм² для алюминия. Иногда в качестве молниеприемника применяют элементы конструкции самого здания, например, крест, являющийся самой высокой точкой церкви.

Токоотводы (опуски) – это часть внешней системы молниезащиты, предназначенная для отвода тока молнии от молниеприемника к заземлителю. В целях снижения вероятности возникновения опасного искрения, токоотводы должны располагаться таким образом, чтобы между точкой удара молнии (молниеприемником) и землей [3]:

- ток растекался по нескольким параллельным путям;
- длина этих путей была ограничена до минимума.

В продуктовой линейке компании DEHN+SÖNNE можно найти токоотвод CUI с высоковольтной изоляцией из сетчатого полиэтилена, который обеспечивает защиту от напряжения прикосновения. Такое решение рационально, когда токоотвод проходит мимо окон или других мест, доступных для человека [4].

Заземлитель – проводящая часть или совокупность соединенных между собой проводящих частей, находящихся в электрическом контакте с землей непосредственно или через промежуточную проводящую среду [3].

Устройства защиты от импульсных перенапряжений

Импульсные перенапряжения, возникающие во время грозы, вызваны прямыми или удаленными ударами молнии. Прямые или близкие удары молнии являются ударами молнии в здание, его окружение или проводящие электрический ток коммуникации, входящие в здание (например, линии электропитания низкого напряжения, телекоммуникационные линии). Результирующие импульсные токи и импульсные напряжения, а также связанное с ними электромагнитное поле особенно опасны для устройств, подлежащих защите, своими амплитудой и энергоемкостью. В случае прямого или близкого удара молнии, импульсные перенапряжения вызываются падением напряжения на условном импедансе заземления и результирующем росте потенциала здания относительно удаленной земли. Это означает высочайшую нагрузку на электрические коммуникации в зданиях. Характерные параметры присутствующего импульсного тока (пиковое значение, скорость нарастания тока, заряд, удельная энергия) могут быть описаны формой волны импульсного тока 10/350 мкс. Они определены в международных, европейских и национальных стандартах как испытательный ток для компонентов и устройств, защищающих от прямых ударов молнии. Дополнительно к падению напряжения на условном импедансе заземления, импульсные перенапряжения генерируются в подключенных электрических установках здания, системах и устройствах благодаря индукционному эффекту электромагнитного поля молнии. Энергия этих индуцированных импульсных перенапряжений и результирующих импульсных токов намного меньше энергии импульсного тока при прямом ударе молнии и описывается формой волны импульсного тока 8/20 мкс. Компоненты и устройства, которые не попадают под действие импульсных токов от прямого удара молнии, поэтому, испытываются импульсным током 8/20 мкс [5].

Удары молнии называются удаленными, если они происходят на удаленном расстоянии от защищаемого объекта, скажем, порядка километра: удары в воздушные линии электропередач среднего напряжения, их окружение или разряды облако-облако. Вероятность появления таких разрядов существенно выше, чем прямых ударов молнии, поэтому их нельзя не учитывать, проектируя молниезащиту, поскольку выход из строя технического оборудования внутри зданий и сооружений дорого обходится и может приводить к неприятным последствиям [5].

Устройства защиты от импульсных перенапряжений для систем электроснабжения. Классификация УЗИП

УЗИП класса I (например, DEHNbloc, DEHNgap) предназначены для защиты от прямых ударов молнии в систему молниезащиты или провода воздушной линии электропередач. Устанавливаются на вводе питания в объект (ГРЩ, ВРУ). Нормируются импульсным током с формой волны 10/350 мкс.

УЗИП класса II (например, DEHNguard) предназначены для защиты распределительных сетей от коммутационных перенапряжений или вторичных наводок, вызванных токами молнии. Устанавливаются в распределительные щиты. Нормируются импульсным током с формой волны 8/20 мкс.

УЗИП класса III (например, DEHNrail) предназначены для защиты оконечных устройств от остаточных бросков напряжения и несимметричных перенапряжений. Уста-

навливаются непосредственно возле потребителей. Нормируются импульсным током с формой волны 8/20 мкс [6; 7].

Комбинированное УЗИП-УЗИП, сочетающее в себе функции нескольких отдельно взятых устройств (обычно, классов I+II или I+II+III) (например, DEHNventil) [7].

Основные функции УЗИП для цепей электроснабжения:

– При отсутствии импульсных перенапряжений УЗИП не должно оказывать заметного влияния на рабочие характеристики системы, в которую оно включено.

– При возникновении импульсных перенапряжений УЗИП должно отвечать на импульсы снижением полного сопротивления и, пропуская импульсный ток через себя, ограничивать напряжение до его защитного уровня.

– После срабатывания под действием импульсных перенапряжений и подавления этих импульсов УЗИП должно восстанавливать состояние высокого полного сопротивления и прерывать любой сопровождающий ток.

Практически любое электронное оборудование, например, системы автоматизации или передачи данных, имеют линию электропитания и одну или несколько информационных линий (сигнальных линий, например, от датчиков, линий передачи данных, линий связи, антенно-фидерных трактов и т. д.).

Общие мероприятия по защите информационно-технического оборудования от вторичных воздействий молнии:

– равномерное размещение токоотводов по периметру здания, а также использование в качестве последних соединенной между собой стальной арматуры железобетонных конструкций;

– раздельная прокладка силовых и информационных кабелей (в разных кабельных лотках, либо в различных секциях одного лотка);

– прокладка информационных кабелей в металлических трубах, либо как альтернатива – применение экранированных кабелей.

Если все вышеприведенные меры (уменьшение шага между токоотводами, рациональная прокладка кабелей, экранирование) не приводят к снижению электромагнитных наводок, то целесообразно использовать устройства защиты от импульсных перенапряжений (например, BLITZDUKTOR).

Основными требованиями к таким УЗИП будут:

– минимум влияния на внешнюю среду;

– минимум влияния за защищаемую цепь.

В заключение стоит отметить, что молниезащита зданий и сооружений, включающая в себя внешнюю молниезащиту и защиту от импульсных перенапряжений, – это единый комплекс связанных друг с другом технических решений и мероприятий. Именно поэтому решение такой технической задачи лучше всего доверить профессионалу, а при выборе оборудования остановить свой выбор на продукции специализированных фирм, имеющих многолетний успешный опыт работы. Компания DEHN+SÖNNE была основана в 1910 году и имеет более чем столетний опыт в разработке и создании систем молниезащиты и защиты от импульсных перенапряжений.

Литература

1. Бенджамин Франклин [Электронный ресурс] // Википедия: свободная энциклопедия. – URL: https://ru.wikipedia.org/wiki/Франклин,_Бенджамин (дата обращения: 02.04.2015).
2. Базелян Э. М. Молниезащита коттеджа / Э. М. Базелян // Новости электротехники. – 2009. – № 5(59). – С. 2–3.
3. Базелян Э. М. Молниезащита коттеджа / Э. М. Базелян // Новости электротехники. – 2009. – № 4(58). – С. 18–19.
4. Молниезащита/заземление. Каталог продукции компании DEHN+SÖNNE.– М., 2014. – 297 с.
5. Базелян Э. М. Осторожно, молния! – М.: Изд-во С&К, 2012. – 220 с.
6. Lightning protection guide. – Neumarkt, DEHN + SÖNNE, 2012. – 328 p.
7. Защита от импульсных перенапряжений. Каталог продукции компании DEHN+SÖNNE. – М., 2014. – 432 с.

УДК 681.5.004.94

Ольга Петровна Томчина, канд. техн. наук,
доцент

(Санкт-Петербургский государственный
архитектурно-строительный университет)

Дмитрий Владимирович Горлатов, аспирант
(Санкт-Петербургский государственный
архитектурно-строительный университет)

*E-mail: otomchina@mail.ru,
dgorlatov@lan.spbgasu.ru*

Olga Petrovna Tomchina, PhD of Tech. Sci.,
Associate Professor

(Saint Petersburg State University of Architecture and
Civil Engineering)

Dmitrii Vladimirovich Gorlatov, post-graduate student
(Saint Petersburg State University of Architecture and
Civil Engineering)

*E-mail: otomchina@mail.ru,
dgorlatov@lan.spbgasu.ru*

**ВЛИЯНИЕ ЭКСЦЕНТРИСИТЕТОВ РОТОРОВ НА ВИБРАЦИОННОЕ ПОЛЕ
ВИБРОУСТАНОВКИ ДЛЯ ТРАНСПОРТИРОВАНИЯ СЫПУЧИХ
СТРОИТЕЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ**

**INFLUENCE OF ROTOR ECCENTRICITY ON OSCILLATION FIELD OF VIBRATION
UNIT FOR TRANSPORTATION OF BULK CONSTRUCTION MATERIALS**

Созданы компьютерная модель двухроторной виброустановки и специальный алгоритм управления кратной синхронизацией неуравновешенных роторов, позволяющие изменять различные параметры дебалансов при сохранении стабильного синхронного режима и исследовать влияние параметров дебалансов и алгоритма управления на вид поля колебаний. В частности, в данной работе изучена зависимость колебаний различных точек платформы виброустановки от изменения эксцентриситетов роторов при задании различного сдвига фаз в алгоритме. Полученные вибрационные поля проанализированы с целью достижения оптимальных параметров колебаний для вибротранспортирования сыпучих строительных материалов. Результаты исследований представлены в виде графиков траекторий платформы в вертикальной плоскости и разности фаз роторов, полученных с помощью компьютерного моделирования в программной среде MATLAB.

Ключевые слова: двухроторная виброустановка, вибрационное поле, алгоритм управления, эксцентриситет ротора, сыпучие стройматериалы.

The two-shafted vibration unit computer model and the special multiple synchronization control algorithm of unbalanced rotors are created, that allow to change various rotor settings while maintaining a stable synchronous mode and investigate the influence of the rotor parameters and of the control algorithm on oscillation field. In particular, this paper studied the dependence of the oscillations of different points of vibration unit platform from changing rotor eccentricities while specifying phase shift in the algorithm. The resulting oscillation fields analyzed in order to achieve optimum vibration parameters for transportation of bulk construction materials. The research results are presented as graphs of platform trajectories in the vertical plane and of the rotor phase difference, obtained by the MATLAB simulation.

Keywords: two-shafted vibration unit, oscillation field, control algorithm, rotor eccentricity, bulk construction materials.

Вибрационные установки (ВУ) используются для перемещения и обработки: измельчения, сортировки, перемешивания, уплотнения и т. д. различных материалов, таких как высокомарочные бетоны, пено- и газобетоны, сухие строительные смеси, асфальтобетоны и т. д., в которых в качестве мелкого заполнителя используется фракционированный строительный песок [1]. ВУ обычно оснащаются электромеханическими вибровозбудителями на базе несбалансированных роторов (дебалансов), вращаемых электроприводом. Вибрационные грохоты, как подвид ВУ, наиболее эффективны в операциях вибрационного транспортирования и разделения сыпучих материалов по фракциям, их основным рабочим органом является подвижная платформа с закрепленной на ней просеивающей поверхностью (ситом) [2–4]. Вибрационные грохоты и вибротранспортеры часто исполняются по схеме с двумя дебалансными вибровозбудителями, что снижает вибрационную нагрузку на подшипники в сравнении с однодебалансной конструкцией и повышает надежность и срок службы машин, а также дает более многообразную картину полей траекторий.

Использование двухдебалансной схемы в транспортно-технологических машинах позволяет задавать различные частоты вращения роторов и осуществлять одновременно вибротранспортирование, возбуждаемое низкой частотой, а также просеивание и раздел сыпучих материалов, осуществляемые за счет большей n -кратной частоты. Кроме того, это повышает качество рабочих процессов за счет увеличения скорости вибротранспортирования и просеивания сыпучих стройматериалов, особенно, если они пропитаны влагой и прилипают к корпусу вибромашины.

Вибрационные поля ВУ, как совокупности траекторий движения различных точек платформы в вертикальной плоскости, изучались в работах [5–7]. Вибрационное поле, имеющее траектории во всех точках платформы, которые описываются уравнениями окружностей или эллипсов с одинаковыми параметрами, является однородным, если же различные точки рабочего органа совершают колебания по неодинаковым траекториям, поле вибраций неоднородно. Неоднородность поля вибраций, дающая более сложные траектории движения различных точек платформы, позволяет получить заметный технологический эффект, в особенности, в работе грохотов, что экспериментально подтверждено в работе [8].

В современных технических системах широко применяются компьютерные технологии. Использование в мехатронных установках компьютеров или контроллеров, в которые загружаются разработанные человеком алгоритмы управления позволяет реализовать новые возможности, такие как простая настройка ВУ под конкретные условия работы и переключение рабочих режимов в реальном времени, что позволяет говорить о появлении вибрационного оборудования нового поколения.

Для экспериментального воспроизведения сложных динамических явлений, характерных для нелинейных колебательных систем, к которым относятся ВУ, предназначенные для вибрационного грохочения и транспортирования, был создан ряд вибрационных стендов [9]. В данной работе за основу для синтеза математической модели двухроторной ВУ взят вибрационный стенд СВ-2 [10], создана его модель в программной среде MATLAB и для нее разработан управляющий алгоритм, позволяющий изменять параметры, влияющие на поле колебаний. В работе [6] показывается, что поле вибраций зависит от координат точек крепления роторов, масс дебалансов и установившейся разности фаз дебалансов при условии их стабильного синхронного вращения. В данной работе изучается зависимость вибрационного поля от изменения эксцентриситетов роторов, что не рассматривалось в [6].

На рис. 1 представлено вибрационное поле для дебалансов, имеющих одинаковые эксцентриситеты. Эллиптические траектории построены для режима вибрационного перемещения в предположении, что левый край платформы является загрузочным, а правый – разгрузочным.

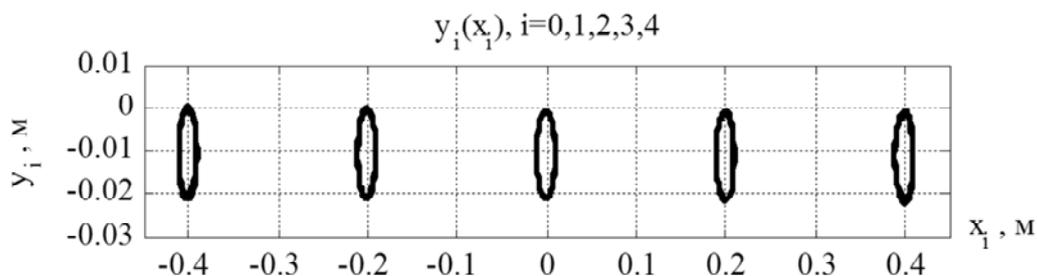


Рис. 1 Результаты моделирования при одинаковых эксцентриситетах роторов

Очевидно, что вибрационное поле, изображенное выше, является однородным, оно плохо подходит для транспортирования, поскольку обеспечивает невысокую скорость пе-

ремещения материала по платформе, но может использоваться для измельчения, сортировки, перемешивания и уплотнения.

На рис. 2 приведены результаты моделирования для роторов с разными эксцентриситетами. На рис. 2(а) представлена разность фаз роторов, которая при управлении с помощью специального алгоритма синхронизации [10] стабилизируется на заданном уровне, что демонстрирует устойчивость синхронного режима вращения роторов ВУ. На рис. 2(б) дан расширенный, по сравнению с рис. 1, вид поля колебаний (траектории движения 10-ти точек платформы), позволяющий более наглядно судить о влиянии эксцентриситетов на динамику ВУ.

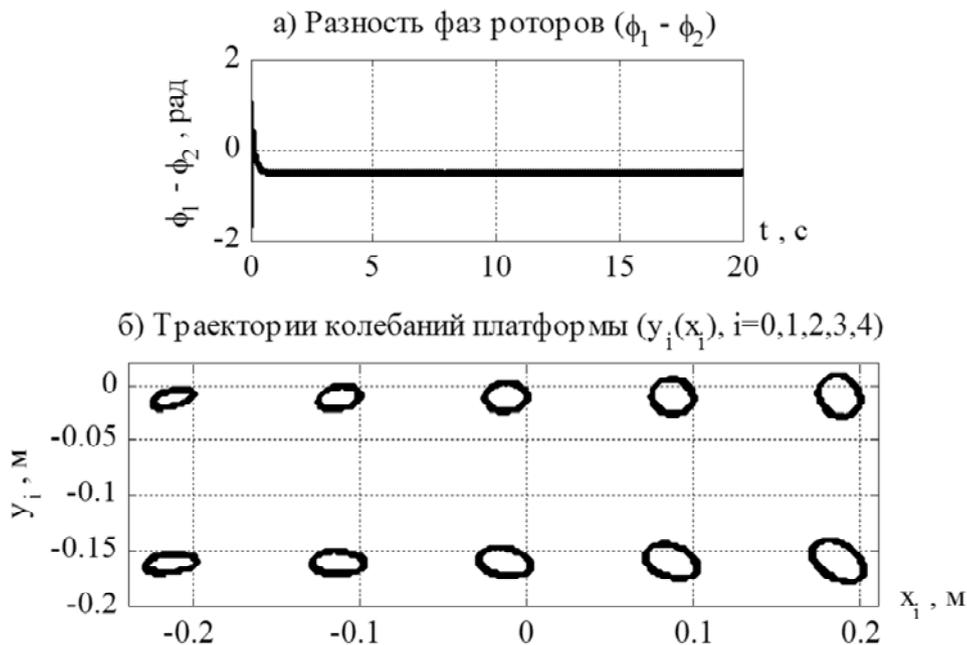


Рис. 2. Результаты моделирования при разных эксцентриситетах роторов

Вибрационное поле, изображенное на рис. 2, позволяет повысить производительность вибротранспортирования. Увеличение вертикальной амплитуды колебаний и наклон траекторий вправо относительно горизонтали на разгрузочном конце платформы способствуют быстрому освобождению платформы от сыпучих материалов и препятствуют образованию заторов. Усложнение форм траекторий в частности и неоднородность вибрационного поля в целом позволяют избежать налипания влажных стройматериалов на корпус установки и повысить скорость их перемещения.

Таким образом, можно говорить об эффективности воздействия на параметры вибрационного поля варьированием эксцентриситетов дебалансов. Разные эксцентриситеты влияют на однородность колебаний, горизонтальную и вертикальную амплитуды и наклон траекторий в разных точках платформы, обеспечивая оптимальные условия для разных режимов работы ВУ, в нашем случае для вибротранспортирования.

Литература

1. Репин С. В. Теоретическое и экспериментальное исследование виброударного грохота для фракционирования песка / С. В. Репин, С. А. Сизиков, А. П. Скрипилов // Вестник гражданских инженеров. – 2013. – № 5(40). – С. 188–193.
2. Бауман В. А. Вибрационные машины и процессы в строительстве / В. А. Бауман, И. И. Быховский. – М.: Высшая школа, 1977. – 255 с.
3. Скрипилов А. П. Теоретические основы создания виброударного грохота / А. П. Скрипилов, С. А. Сизиков // Строительные и дорожные машины. – 2009. – № 12. – С. 42–45.

4. Скрипилов А. П. Экспериментальные исследования классификации строительных песков на виброударном грохоте / А. П. Скрипилов // Строительные и дорожные машины. – 2012. – № 4. – С. 46–50.
5. Блехман И. И. К расчету вибрационных машин с внецентренно расположенным дебалансным вибровозбудителем / И. И. Блехман, А. С. Жгулев // Обогащение руд. – 1974. – № 2. – С. 36–39.
6. Блехман И. И. Определение поля траекторий точек корпуса вибрационной машины с двумя дебалансными вибровозбудителями / И. И. Блехман, Л. А. Вайсберг, А. Д. Фирсова // Обогащение руд. – 2001. – № 2. – С. 39–42.
7. Фирсова А. Д. Вибрационные поля, генерируемые дебалансными вибровозбудителями / А. Д. Фирсова // Сборник докладов 5-й Междунар. конф. «Проблемы колебаний» (ICOVP-2001). – М.: ИМаш, 2002. – С. 487–491.
8. Сортировка минерального сырья и шихт на вибрационных грохотах / А. Д. Учитель [и др.]. – Днепропетровск: Пороги, 1998. – 195 с.
9. Управление мехатронными вибрационными установками / под ред. И. И. Блехмана и А. Л. Фрадкова. – СПб.: Наука, 2001. – 278 с.
10. Кудрявцева И. М. Алгоритм кратной синхронизации для двухроторного вибрационного стенда с нестационарной нагрузкой / И. М. Кудрявцева, О. П. Томчина // Информатика и системы управления. – 2009. – № 3(21). – С. 34–44.

УДК 621.316

Владимир Анатольевич Шаряков, канд. тех. наук,
доцент
(Закрытое акционерное общество «Научно-
производственное предприятие «ЭПРО»)
Ольга Леонидовна Шарякова, канд. тех. наук,
доцент
(Санкт-Петербургский государственный
архитектурно-строительный университет)
E-mail: v_a_shar@mail.ru, o_l_shar@mail.ru

Vladimir Anatolyevich Sharyakov, PhD of Tech. Sci.,
Associate Professor
(Closed Joint-Stock Company “Scientific and
production enterprise EPPO”)
Olga Leonidovna Sharyakova, PhD of Tech. Sci.,
Associate Professor
(Saint Petersburg State University of Architecture and
Civil Engineering)
E-mail: v_a_shar@mail.ru, o_l_shar@mail.ru

ИССЛЕДОВАНИЕ ЭНЕРГОСБЕРЕГАЮЩЕГО АЛГОРИТМА ПУСКА НЕСБАЛАНСИРОВАННОГО РОТОРА В СИСТЕМЕ УПРАВЛЕНИЯ ДВУХКОНТУРНЫМ ЭЛЕКТРОПРИВОДОМ

RESEARCH OF ENERGY-SAVING ALGORITHM FOR STARTING AN UNBALANCED ROTOR IN THE DUAL CIRCUIT ELECTRIC DRIVE CONTROL SYSTEM

Применение современных алгоритмов управления сложными электромеханическими системами, в том числе вибрационными установками с дебалансными вибровозбудителями, позволяет существенно снизить электропотребление и использовать двигатели меньшей мощности в приводе дебалансов. Такие алгоритмы синтезированы на основе метода скоростного градиента и относятся к адаптивным системам управления. Применение принципа раскочки несбалансированного ротора на начальном этапе пуска позволяет в несколько раз снизить необходимый пусковой момент двигателя. Реализация этих алгоритмов возможна в замкнутых системах управления электроприводом, построенных на базе структуры подчиненного регулирования.

Ключевые слова: дебаланс, алгоритм скоростного градиента, энергетический функционал, система подчиненного регулирования, электропривод, энергосбережение.

Application of modern control algorithms of complex electromechanical systems, including vibration units with the unbalanced exciters, can significantly reduce power consumption and to use a smaller size motors in the drive of the eccentric weight. Such algorithms are synthesized on the basis of the speed gradient and relate to adaptive control systems. The application of the principle of the buildup of unbalanced rotor in the initial phase of startup, allows to reduce the required starting torque of the motor. The implementation of these algorithms is possible in closed systems of electric drive control based on the structure of subordinate control.

Keywords: the eccentric weight, the speed gradient algorithm, energy functional, system subordinate regulation, electric power saving.

В настоящее время значительную часть электромеханических систем, совершающих колебательное движение, составляют различные вибрационные установки, оснащенные

ные электромеханическими вибровозбудителями, выполненными на основе несбалансированных роторов (дебалансов) [1], приводимых во вращение электроприводом.

Огромное теоретическое и практическое значение имеет появление установок, основанных на принципе управления колебаниями и введение обратных связей, что позволяет снизить массу, габариты и энергопотребление, а также повысить точность и быстродействие системы. Уменьшение требуемой мощности в таких системах достигается с помощью специальных алгоритмов, которые могут быть использованы на самой начальной стадии разгона, а именно до того, как дебаланс достигнет верхнего вертикального положения и выйдет в режим ротации.

При решении задачи управления колебаниями предлагается подход, основанный на методе скоростного градиента с использованием энергетического целевого функционала. Метод скоростного градиента обладает важным достоинством – обеспечивает для консервативных систем достижение цели с помощью малых управлений [2], что позволяет в стационарном режиме в реальной системе тратить энергию управления только на преодоление трения и, следовательно, достичь минимальных потерь на нагрев.

Синтез алгоритмов управления производится по динамической модели дебаланса, который может быть описан как математический маятник.

Целью управления при пуске виброустановки путем раскачивания неуравновешенного ротора является достижение определенного уровня энергии системы $H(t) = H^*$, где H^* – заданная энергия, определяемая желаемой угловой скоростью дебаланса [3; 4; 5].

Линейный алгоритм скоростного градиента имеет вид:

$$M_d(t) = -\gamma\{H(t) - H^*\}\dot{\varphi}(t), \quad (1)$$

где $M_d(t)$ – требуемый момент двигателя для запуска установки; γ – весовой коэффициент; $\dot{\varphi}(t)$ – угловая скорость дебаланса.

В случае дебаланса полная энергия определяется как $H = 0,5J\omega^2 + mgr(1 - \cos\varphi)$, где φ , ω , m , r и J – угловое положение, скорость, масса, эксцентриситет и момент инерции дебаланса.

Алгоритм пуска дебаланса может быть реализован в двухконтурной структуре подчиненного регулирования электроприводом с двигателем постоянного тока [6].

Контур тока в системах подчиненного регулирования настраивается на наибольшее быстродействие на оптимум по модулю с применением пропорционально-интегрального регулятора тока. Внешний контур скорости настраивается на симметричный оптимум, обеспечивающий высокую точность и нулевую установившуюся ошибку. В качестве регулятора скорости так же применяется пропорционально-интегральный регулятор.

Работоспособность разработанной системы управления исследовалось путем компьютерного моделирования в приложении Simulink пакета MATLAB.

На рис. 1 показаны результаты моделирования при пуске дебаланса без ограничения выходного сигнала управления регулятора скорости (без ограничения пусковых токов) и без применения алгоритма скоростного градиента (1).

Как видно из графиков, дебаланс быстро выходит на заданную среднюю скорость, пусковой ток достигает 1760 А, что является недопустимым, поскольку рабочий ток двигателя составляет 3А. При ограничении выходного сигнала регулятора скорости на уровне 4А также удается осуществить прямой пуск дебаланса (рис. 2). Из графиков видно, что дебаланс разгоняется до заданной скорости за большее время. В установившемся режиме среднее значение тока – 3 А. При ограничении сигнала управления регулятора скорости на уровне 3 А, что соответствует значению тока в установившемся режиме, не удастся осуществить запуск дебаланса во вращение прямым пуском (рис. 3).

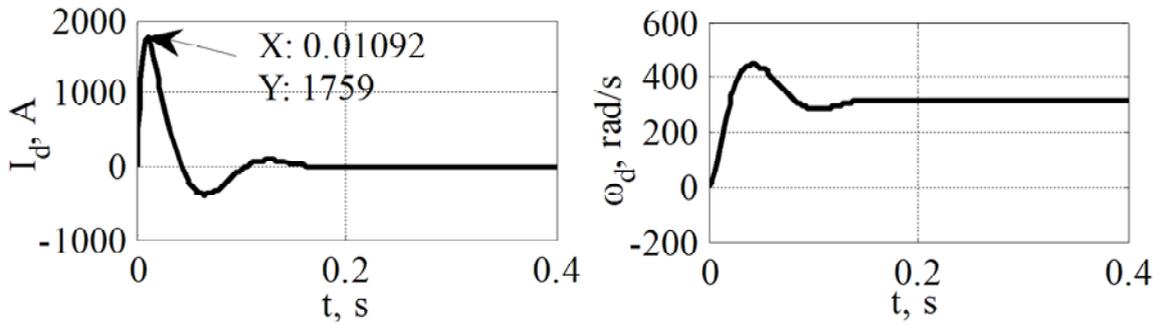


Рис. 1. Переходные процессы тока и скорости дебаланса при прямом пуске

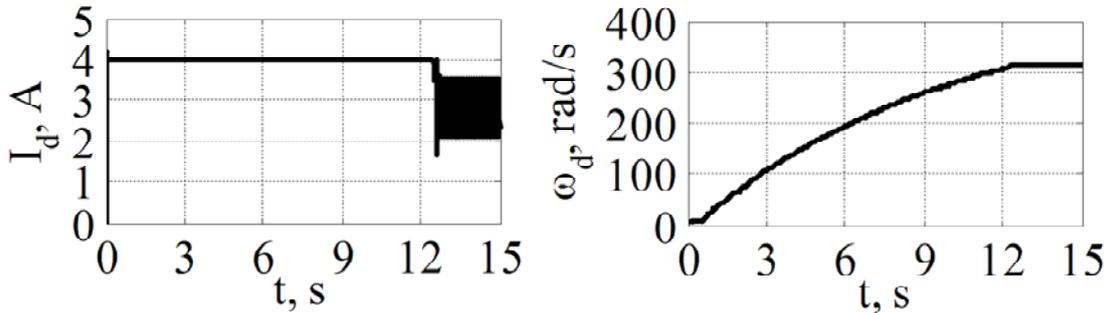


Рис. 2. Переходные процессы тока и скорости дебаланса при ограничении тока 4 А

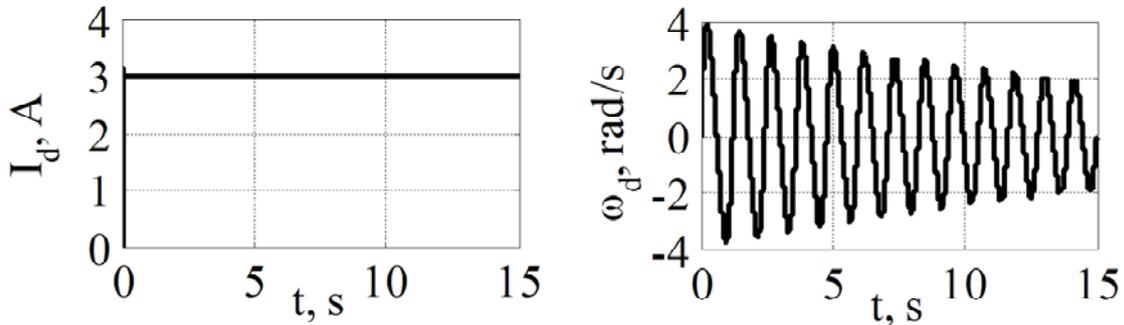


Рис. 3. Переходные процессы тока и скорости при ограничении тока 3 А

Исследование энергосберегающего алгоритма пуска дебаланса (1) проводилось для режимов пуска с предварительной раскачкой дебалансов.

На начальной стадии пуска алгоритм управления обеспечивает раскачку дебаланса до верхнего положения. При этом для достижения цели управления устойчивости объекта не требуется. Более того, замкнутая система должна быть неустойчивой в окрестности начального состояния. Поэтому на первом этапе пуска стабилизирующий контур скорости размыкается, и сигнал управления подается на вход замкнутого контура тока. При $\varphi = \pi$, когда дебаланс занимает верхнее положение, контур скорости замыкается, в работу вступает регулятор скорости. Дальнейший пуск ЭП (разгон до средней скорости) происходит под контролем замкнутого контура скорости. Результаты исследования приведены на рис. 4. Как видно из графиков, в этом случае ток не превышает 3 А (рис. 4), а дебаланс, совершив несколько колебаний, выходит во вращение и достигает средней угловой скорости.

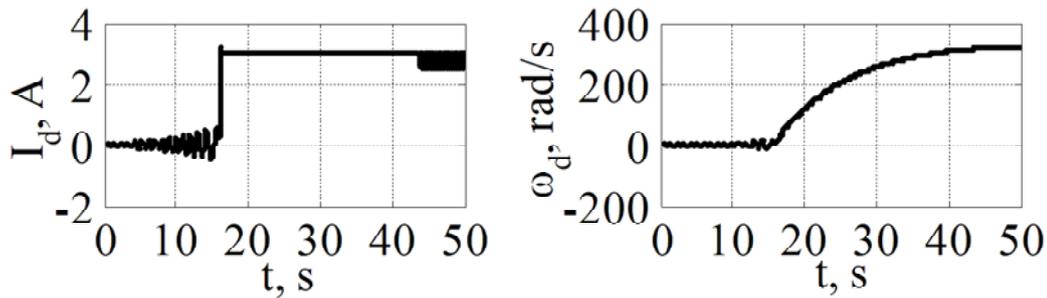


Рис. 4. Переходные процессы тока и скорости при использовании алгоритма раскочки и ограничении тока 3 А

На этапе раскочки максимальный сигнал управления – 0,5 А. Данный уровень ограничения может быть установлен на выходе регулятора скорости. Из графиков (рис. 5) видно, что даже при таком уровне ограничения осуществляется пуск дебаланса во вращение. Однако с учетом уровня сигнала управления, средняя скорость дебаланса значительно меньше, то есть применение алгоритма скоростного градиента позволяет не только осуществлять запуск дебаланса во вращение при сниженном сигнале управления, но и расширить диапазон рабочих частот вращения несбалансированного ротора.

Таким образом, ограничение пусковых токов обеспечивает снижение пусковой, а значит, и установочной мощности приводного двигателя механизма с несбалансированным ротором.

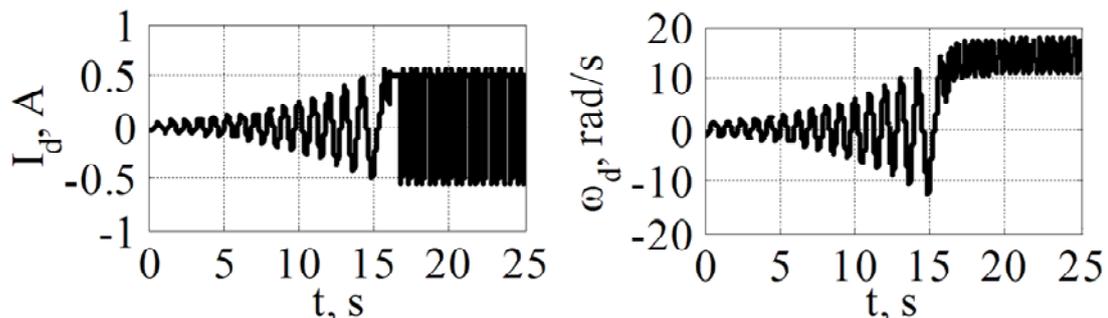


Рис. 5. Переходные процессы тока и скорости при использовании алгоритма раскочки и ограничении тока 0,5 А

Литература

1. Вайсберг Л. А. Проектирование и расчет вибрационных грохотов / Л. А. Вайсберг. – М.: Недра, 1986. – 143 с.
2. Андриевский Б. Р. Управление нелинейными колебаниями механических систем методом скоростного градиента / Б. Р. Андриевский, П. Ю. Гузенко, А. Л. Фрадков // Автоматика и телемеханика. – 1996. – № 4. – С. 4–17.
3. Управление мехатронными вибрационными установками / Б. Р. Андриевский, И. И. Блехман, Ю. А. Борцов и др.; под ред. И. И. Блехмана и А. Л. Фрадкова. – СПб.: Наука, 2001. – 278 с.
4. Blekhman I. I. Control of oscillations in electromechanical systems / I. I. Blekhman, O. L. Nagibina, O. P. Tomchina, K. S. Yakimova // Proc. Intern. Conf. On Informatics and Control. – St-Petersburg, 1997. – P. 972–979.
5. Шаряков В. А. Исследование нелинейного наблюдателя в системе экономичного пуска нестационарной виброустановки / В. А. Шаряков, О. Л. Шарякова. // Инновационные технологии: теория, инструменты, практика: II Международная Интернет-конференция молодых ученых, аспирантов и студентов (InnoTech 2010. 5 с.). – URL: <http://conference.msa.pstu.ru/> (дата обращения: 02.04.2015).
6. Шестаков В. М. Динамика взаимосвязанных электромеханических систем многороторных вибрационных установок / В. М. Шестаков, А. Е. Епишкин, В. А. Шаряков; под общ. ред. проф. В. М. Шестакова. – СПб.: Изд-во Политехн. ун-та, 2009. – 108 с.

Научное издание

АРХИТЕКТУРА – СТРОИТЕЛЬСТВО – ТРАНСПОРТ

Материалы 71-й научной конференции профессоров,
преподавателей, научных работников, инженеров
и аспирантов университета

7–9 октября 2015 г.

Часть II

**ТРАНСПОРТНЫЕ И ИНЖЕНЕРНО-ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ
СИСТЕМЫ**

Компьютерная верстка И. А. Яблоковой

Подписано к печати 20.11.15. Формат 60×84 1/8. Бум. офсетная.

Усл. печ. л. 28,0. Тираж 500 экз. Заказ 154. «С» 81.

Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет.
190005, Санкт-Петербург, 2-я Красноармейская ул., д. 4.

Отпечатано на ризографе. 190005, Санкт-Петербург, 2-я Красноармейская ул., д. 5.

ДЛЯ ЗАПИСЕЙ

ДЛЯ ЗАПИСЕЙ