

АРХИТЕКТУРА – СТРОИТЕЛЬСТВО – ТРАНСПОРТ



Часть II

ТРАНСПОРТНЫЕ И ИНЖЕНЕРНО-ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ СИСТЕМЫ

САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ

АРХИТЕКТУРНО-СТРОИТЕЛЬНЫЙ
УНИВЕРСИТЕТ, 2017

Министерство образования и науки
Российской Федерации

Санкт-Петербургский государственный
архитектурно-строительный университет

АРХИТЕКТУРА – СТРОИТЕЛЬСТВО – ТРАНСПОРТ

Материалы 73-й научной конференции профессоров,
преподавателей, научных работников, инженеров
и аспирантов университета

4–6 октября 2017 г.

Часть II

ТРАНСПОРТНЫЕ И ИНЖЕНЕРНО-ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ СИСТЕМЫ

Санкт-Петербург
2017

УДК 378.1:001.83(063)

Рецензенты:

д-рarchit., зав. кафедрой архитектурного и градостроительного наследия,
декан архитектурного факультета С. В. Семенов (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 73-й научной конференции профессоров, преподавателей, научных работников, инженеров и аспирантов университета. 4–6 октября 2017 г.: [в 3 ч.]. Ч. II. Транспортные и инженерно-экологические системы; СПбГАСУ. – СПб., 2017. – 196 с.

ISBN 978-5-9227-0798-5

ISBN 978-5-9227-0827-2

В сборнике представлены статьи участников 73-й научной конференции ученых Санкт-Петербургского государственного архитектурно-строительного университета.

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. Русанов

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 978-5-9227-0798-5

ISBN 978-5-9227-0827-2

© Коллектив авторов, 2017

© Санкт-Петербургский государственный
архитектурно-строительный университет, 2017

СОДЕРЖАНИЕ

АВТОМОБИЛЬНЫЙ ТРАНСПОРТ И ТРАНСПОРТНЫЕ СИСТЕМЫ

СЕКЦИЯ АВТОМОБИЛЬНЫХ ДОРОГ, МОСТОВ И ТОННЕЛЕЙ

Бирюков Д. В., Денисов В. Н. Обоснование включения объектов незавершенного строительства в инвестиционную деятельность.....	7
Бирюков Д. В., Денисов В. Н. Устранение дефектов конструкций при возобновлении строительства.....	11
Бирюков Ю. А. Создание специализированных организаций для выполнения восстановительных работ в зонах ликвидации последствий вооруженных конфликтов.....	14
Карапетов Э. С., Белый А. А., Цыганкова Е. С. Долговечность железобетонных мостов и деградационные факторы, влияющие на их техническое состояние.....	17
Квитко А. В., Петров К. В., Матвеев А. В. О техническом состоянии несущих конструкций здания Спасской башни в г. Великий Новгород.....	21
Симонова А. С., Квитко А. В., Карпов Б. Н. К разработке методических рекомендаций по горячей регенерации асфальтобетонных покрытий.....	23
Квитко А. В., Шендрик В. А. Испытания стеклопластиковой трубчатой конструкции на горизонтальную нагрузку.....	27

СЕКЦИЯ НАЗЕМНЫХ ТРАНСПОРТНО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ МАШИН

Алферников Г. О., Ефремов Б. Д., Чужмар И. Е. Выявление основных причин дорожно-транспортных происшествий.....	31
Белехов А. А. Проверка безопасности конструкции транспортного средства с внесенными изменениями как элемент контроля технического состояния.....	35
Бобобеков О. К. Формирование парка дорожных и коммунальных машин города Душанбе.....	38
Голиков В. М., Репин С. В. Новая виброударная мельница для измельчения строительных материалов.....	47
Гордиенко В. Е., Новиков В. И., Абросимова А. А. Магнитный мониторинг зон концентрации напряжений в сварных соединениях металлических конструкций.....	51
Гордиенко В. Е., Трунова Е. В., Корнеева Е. А., Щербаков А. П. К оценке влияния воздействия коррозионной среды на надежность сварных металлоконструкций.....	53
Ефремов Б. Д., Чужмар И. Е. Квалификация водителей – основа безопасности дорожного движения.....	55
Куракина Е. В. О возможностях проведения дорожно-транспортного исследования неразрушающим контактным методом.....	59
Сизиков В. С. Обогащение зернистых материалов методами оттирки и механоактивации способами виброобъемного деформирования.....	64
Чмиль В. П. Силовая установка с двигателем внутреннего сгорания.....	68

СЕКЦИЯ ТЕХНИЧЕСКОЙ ЭКСПЛУАТАЦИИ ТРАНСПОРТНЫХ СРЕДСТВ

Давыдов Н. А., Назаркин В. Г., Шлапоберский А. А. Методика выбора рациональных способов восстановления деталей.....	71
Мешечко Т. А. Методические аспекты подготовки водителей АТС.....	75
Попов А. В. Фактор, влияющий на увод колес автомобиля с передним приводом.....	80
Торосян Л. Е. Анализ системы энергообеспечения процесса движения автомобиля.....	84

СЕКЦИЯ ТРАНСПОРТНЫХ СИСТЕМ

Атаев П. Г. Актуальные проблемы разработки проектов организации дорожного движения.....	89
Белов А. В. Анализ тенденций развития систем автоматизации управления автомобилем и их влияния на управление транспортными потоками.....	92
Горев А. Э., Попова О. В. Архитектура сервисов интеллектуальной транспортной системы в области управления процессами перевозок пассажиров.....	99
Котиков Ю. Г. Об оценке энергоэффективности перевозки на основе единицы «Тран».....	104
Солодкий А. И. Ключевые условия успеха реализации проекта «Безопасные и качественные дороги».....	109

СЕКЦИЯ ФИЗИЧЕСКОГО ВОСПИТАНИЯ

Вольский В. В. Изучение требований к физической подготовленности студентов, обучающихся по программе военной подготовки, и обоснование модели физической подготовки студентов.....	115
Вольский В. В. Исследование взаимосвязи успеваемости студентов по отдельным учебным дисциплинам программы обучения с уровнем их физической подготовленности.....	119
Вольский В. В. Исследование функционального состояния, физического развития и физической подготовленности студентов, обучающихся по программам военной подготовки солдат (матросов) и сержантов запаса.....	124
Вольский В. В., Логинов Ю. И. Сравнительный анализ силовых возможностей борцов вольного стиля различного уровня подготовки.....	129

ИНЖЕНЕРНО-ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ СИСТЕМЫ

СЕКЦИЯ ВОДОПОЛЬЗОВАНИЯ И ЭКОЛОГИИ

Иваненко И. И. Исследование особенностей дыхания бактерий.....	134
Макарова С. В., Барышникова Т. Н. К вопросу об эффективности экологического образования....	137
Федоров С. В., Столбихин Ю. В. К вопросу о реконструкции очистных сооружений поверхностного стока.....	141

СЕКЦИЯ ГОРОДСКОГО ХОЗЯЙСТВА, ГЕОДЕЗИИ, ЗЕМЛЕУСТРОЙСТВА И КАДАСТРОВ

Волков Н. В., Волкова Т. Н. К вопросу контроля за вертикальными деформациями строящегося сооружения в случае утери осадочной марки.....	145
Манацкова О. А. Предложения по ревалоризации городской среды с сакральными сооружениями в контексте архитектурно-пространственной среды современных городов Западной Сибири.....	148

СЕКЦИЯ ТЕПЛОГАЗОСНАБЖЕНИЯ И ВЕНТИЛЯЦИИ

Иванова А. В., Баишева Л. М. Повышение эффективности рекуперации воздуха путем использования систем охлаждения многолетнемерзлых грунтов под зданиями.....	152
Рябев Г. А. Математическое моделирование теплообмена через наружные строительные конструкции.....	157

СЕКЦИЯ ТЕХНОСФЕРНОЙ БЕЗОПАСНОСТИ

Георгиади В. В. Эксплуатация МКД и пожарная безопасность.....	161
Нам Г. Е. Технические средства поиска каналов утечки информации.....	166
Савин С. Н., Смирнова Е. Э. Совершенствование требований ТСН 50-302-2004 по обеспечению безопасности конструкций зданий при динамических нагрузках в условиях уплотнительной застройки.....	169

Смирнова Е. Э., Ларин Д. В. Совершенствование мероприятий, направленных на обеспечение безопасности при проведении строительного-монтажных работ на высоте.....	172
Субботина Н. А., Цаплин В. В. Создание новой среды обучения образовательной организации по программам производственной безопасности и охраны труда.....	175

СЕКЦИЯ ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИКИ И ЭЛЕКТРОТЕХНИКИ

Воронков Б. Н., Михайлов Е. В. Автоматическая система прерывистой подачи пара при тепловой обработке строительных изделий.....	177
Демидов В. П., Демидов Г. В. Искажение синусоидальности сетевого напряжения при работе электрооборудования строительных объектов.....	179
Епишкин А. Е. Исследование системы запуска вибрационной установки с рассогласованием дебалансов.....	182
Резниченко В. В., Шаряков В. А., Шарякова О. Л. Комбинированный накопитель энергии для троллейбусов с увеличенным автономным ходом.....	186
Томчина О. П., Горлатов Д. В. Фракционирование сыпучего материала с помощью вибрационного грохота.....	189
Шаряков В. А., Баруздин Р. Э. Применение накопителя энергии в качестве стабилизатора напряжения на тяговых подстанциях.....	193

АВТОМОБИЛЬНЫЙ ТРАНСПОРТ И ТРАНСПОРТНЫЕ СИСТЕМЫ

СЕКЦИЯ АВТОМОБИЛЬНЫХ ДОРОГ, МОСТОВ И ТОННЕЛЕЙ

УДК 69.003.12

Дмитрий Владимирович Бiryukov, соискатель
Виктор Николаевич Денисов, канд. техн. наук,
доцент
(Военная академия материально-технического
обеспечения им. генерала армии А. В. Хрулёва)
E-mail: *b_d_v0402@mail.ru*, *dvn.007@mail.ru*

Dmitry Vladimirovich Biryukov, external PhD student
Viktor Nikolaevich Denisov, PhD of Tech. Sci.,
Associate Professor
(Military Academy of Logistics Named after
General of the Army A. V. Khrulyov)
E-mail: *b_d_v0402@mail.ru*, *dvn.007@mail.ru*

ОБОСНОВАНИЕ ВКЛЮЧЕНИЯ ОБЪЕКТОВ НЕЗАВЕРШЕННОГО СТРОИТЕЛЬСТВА В ИНВЕСТИЦИОННУЮ ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ

JUSTIFICATION OF THE INTRODUCTION OF FACILITIES UNDER CONSTRUCTION IN INVESTMENT ACTIVITIES

В статье представлены результаты исследования вопросов реализации объектов незавершенного строительства. Авторами приведен анализ приоритетов земельных участков и площади жилых помещений, получаемых по итогам инвестиционного проекта, который позволяет более эффективно реализовать планы получения жилищного фонда. Приведены рекомендации по включению объектов незавершенного строительства в инвестиционную деятельность. Правообладатель, планирующий вовлечение в инвестиционную деятельность земельного участка, проводит предварительный анализ наилучшего и наиболее эффективного использования земельного участка и находящихся на них объектов недвижимости исходя из состояния рынка недвижимости в регионе, в результате определяется оптимальный вариант использования объекта незавершенного строительства и земельного участка.

Ключевые слова: незавершенное строительство, недвижимость, анализ приоритетов, земельные участки, инвестиционный проект, оценка эффективности.

The article presents results of studying the disposal of facilities under construction. A priority analysis regarding land plots and floor area according to the investment project results, which allows implementing housing plans more efficiently, is given. Recommendations for the introduction of facilities under construction in investment activities are provided. A titleholder planning to include a land plot in investment activities shall carry out a preliminary analysis of the optimum and most effective use of the land plot and real estate assets located on such land plot based on the condition of the real estate market in the region. As a result, the optimum option of using the facility under construction and land plot is determined.

Keywords: facilities under construction, real estate, priority analysis, land plots, investment project, efficiency assessment.

Понятие «наилучшее и наиболее эффективное использование» подразумевает такое использование, которое из всех возможных, физически осуществимых, финансово приемлемых и юридически допустимых видов использования может принести правообладателю и потенциальному инвестору наибольшую выгоду от реализации инвестиционного проекта [1].

Исходя из этого, определяется тип инвестиционного объекта по функциональному назначению, который возможно построить на данном земельном участке. Так как основной целью инвестиционной деятельности является получение жилья, а также учитывая высокую ликвидность данного типа недвижимости, предварительная оценка инвестиционной привлекательности определяется исходя из доходности строительства жилых зданий.

Общая площадь предполагаемого к строительству жилья $S_{\text{жил}}$ рассчитывается формулам [2]:

$$S_{\text{жил}} = S_{\text{уч}} \times N_{\text{пл}}^{\text{чел/га}} \times O_{\text{жил}} ;$$

$$S_{\text{жил}} = S_{\text{уч}} \times N_{\text{пл}}^{\text{чел/га}} \times O_{\text{жил}} ,$$

где $S_{\text{уч}}$ – площадь земельного участка, планируемого к вовлечению в инвестиционную деятельность, га; $N_{\text{пл}}^{\text{чел/га}}$, $N_{\text{пл}}^{\text{кв.м/га}}$ – норматив плотности застройки; $O_{\text{жил}}$ – средняя жилищная обеспеченность.

После определения $S_{\text{жил}}$ подбираются типовые жилые дома, характерные для окружающей застройки, и определяется нормативный срок строительства $S_{\text{жил}}$ указанных объектов [3; 4]. Для более достоверного отражения моделируемых процессов используется прогнозный период $T_{\text{пр}}$, который должен охватывать весь жизненный цикл разработки и реализации инвестиционного проекта вплоть до его прекращения. При строительстве жилых зданий $T_{\text{пр}}$ приравнивается к $T_{\text{норм}}$ с учетом округления до целого количества шагов.

Далее определяется общий объем инвестиций $I_{\text{общ}}$, необходимых для создания инвестиционных объектов, путем суммирования инвестиций в каждом k -м расчетном периоде I_k по формуле:

$$I_{\text{общ}} = \sum_{k=1}^n I_k = \sum_{k=1}^n [(C_{\text{зам}} \times V_{\text{инв.к}} + C_{\text{ту}} \times V_{\text{ту.к}} + C_{\text{гор}} \times V_{\text{гор.к}}) \times (1 + i_{\text{уд.стр}})^k],$$

где I_k – объем инвестиций в расчетном периоде, $k = 1, \dots, n$, где n – количество расчетных периодов; $C_{\text{зам}}$ – сумма затрат на создание аналогичного объекта в рыночных ценах на дату проведения расчетов; $C_{\text{ту}}$ – затраты на выполнение технических условий строительства и др.; $C_{\text{гор}}$ – сумма денежной компенсации инвестором городу за социальную, инженерную и транспортную инфраструктуры, определяется местными органами власти; $V_{\text{инв.к}}$, $V_{\text{гор.к}}$, $V_{\text{гор.к}}$ – доли, соответственно, освоения инвестиций, выполнения технических условий и перечисления платежей городу от всего объема в расчетном периоде; $i_{\text{уд.стр}}$ – средний коэффициент удорожания стоимости строительства за расчетный период, %.

Стоимость замещения $C_{\text{зам}}$ может быть определена по формуле [5]:

$$C_{\text{зам}} = V \times C_{\text{ед}} \times K_{69-84} \times K_{2001} \times K_{\text{тек}} \times K_{\text{ндс}} \times K_{\text{косв}}^{\text{ср}} \times K_{\text{инв}}^{\text{ср}} ,$$

где: $C_{\text{зам}}$ – полная стоимость замещения инвестиционного объекта на текущую дату; V – строительный объем инвестиционного объекта, м³, м², п/м; $C_{\text{ед}}$ – стоимость единицы измерения строительного объема объекта-аналога; K_{69-84} – коэффициент перехода от сметных норм и цен 1969 г. к введенным с 01.01.1984 г.; K_{2001} – коэффициент перехода от сметных цен предшествующего периода к ценам нормативной базы 2001 г.; $K_{\text{тек}}$ – коэффициент перехода от цен 2001 г. в текущий уровень цен, с учетом территориального расположения и конструктивной системы инвестиционного объекта; $K_{\text{ндс}}$ – коэффициент, учитывающий налог на добавленную стоимость. $K_{\text{ндс}} = 1,18$; $K_{\text{косв}}^{\text{ср}}$ – коэффициент, учитывающий непредвиденные затраты (косвенные издержки). Величина косвенных из-

держек на покрытие дополнительных технических условий принята на основе среднего значения таких издержек при строительстве аналогичных объектов в регионе, в среднем составляет 10 %. $K_{\text{косв}}^{\text{cp}} = 1,1$; $K_{\text{инв}}^{\text{cp}}$ – коэффициент, учитывающий прибыль инвестора, определяется отношением чистого дохода к вложенным средствам и принимается исходя из среднего значения доходности при строительстве аналогичных объектов в данном регионе, в среднем составляет 30 %. $K_{\text{инв}}^{\text{cp}} = 1,3$.

Определение дохода от предполагаемого к строительству объекта основывается на определении его инвестиционной стоимости при помощи доходного подхода. Учитывая то обстоятельство, что инвестиционный объект предполагается к строительству, его доходность необходимо определять по методу дисконтирования денежных потоков (ДДП). Для расчета ДДП необходимы данные:

длительность прогнозного периода $T_{\text{пр}}$;

прогнозные величины денежных потоков ДП_k ;

ставка дисконтирования Y .

Основная формула метода ДДП выглядит следующим образом:

$$\text{ЧДД} = \sum_{k=1}^n \text{ДП}_k = \sum_{k=1}^n \frac{(\text{ПВД}_k + \text{И}_k)}{(1+Y)^k},$$

где ЧДД – чистый дисконтированный доход при реализации инвестиционного проекта; ДП_k – текущая стоимость k -го денежного потока; ПВД_k – потенциальный валовый доход, получаемый инвестором в k -м периоде; Y – ставка дисконтирования, $\frac{1}{(1+Y)^k}$ – коэффициент дисконтирования; n – количество прогнозных периодов.

Общий потенциальный валовый доход $\text{ПВД}_{\text{общ}}$ определяется, исходя из сложившихся в данном регионе цен на продажу жилых помещений, с учетом прогноза их удорожания путем суммирования потенциального валового дохода в каждом k -м расчетном периоде ПВД_k по следующей формуле:

$$\text{ПВД}_{\text{общ}} = \sum_{k=1}^n \text{ПВД}_k = \sum_{k=1}^n [S_{\text{кв}} \times V_{\text{прод.}k} \times C_{\text{кв.м}} \times (1+i_{\text{уд.кв}})^k],$$

где $S_{\text{кв}}$ – общая площадь жилых помещений (квартир) в инвестиционном объекте, кв. м; $V_{\text{прод.}k}$ – доля реализации инвестиционного объекта (продажи жилых помещений) в k -м расчетном периоде; $C_{\text{кв.м}}$ – средняя рыночная стоимость продажи 1 кв. м жилых помещений, сложившаяся в данном регионе на момент проведения расчетов; $i_{\text{уд.кв}}$ – средний коэффициент удорожания стоимости квартир за расчетный период, %, как правило, $i_{\text{уд.кв}} \geq i_{\text{уд.стр}}$.

Средняя рыночная стоимость продажи 1 кв. м жилых помещений, сложившаяся в данном регионе на момент проведения расчетов $C_{\text{кв.м}}$ определяется по объектам-аналогам, путем нахождения средней величины:

$$C_{\text{кв.м}} = \frac{\sum_{i=1}^m C_{\text{кв.м}i}}{m},$$

где $C_{\text{кв.м}i}$ – стоимость продажи 1 кв. м жилых помещений i -го объекта-аналога, $i = 1, \dots, m$; m – количество объектов-аналогов, используемое в расчетах, как правило, $m \geq 5$.

Ставка дисконтирования Y применяется для учета рисков, присущих каждому конкретному объекту недвижимости, и определяется методом кумулятивного построения по следующей формуле:

$$Y = Y_{\text{бр}} + N_{\text{ликв}} + N_{\text{упр}} + R_{\text{инв}},$$

где $Y_{\text{бр}}$ – безрисковая ставка (%); $N_{\text{ликв}}$ – надбавка на низкую ликвидность; $N_{\text{упр}}$ – надбавка за необходимость управления, принимаемая на основании процентных ставок; $R_{\text{инв}}$ – надбавка за риск инвестирования в рассматриваемый тип объекта недвижимости по сравнению с риском инвестирования в государственные ценные бумаги в прогнозный период, состоит из риска на рынке недвижимости – $r_{\text{недв}}$, риска на сегменте рынка – $r_{\text{сегм}}$, риска конкретного объекта оценки $r_{\text{об}}$, принимаемых не более 3 %.

Если в результате расчетов $\text{ЧДД} \geq 0$, то инвестиционный проект является инвестиционно привлекательным и обеспечивает прибыль инвестора, не меньше среднего значения доходности при строительстве аналогичных объектов в данном регионе $K_{\text{инв}}^{\text{расч}} \geq K_{\text{инв}}^{\text{ср}}$.

Если $\text{ЧДД} < 0$, но при этом $0 < K_{\text{инв}}^{\text{расч}} < K_{\text{инв}}^{\text{ср}}$, то инвестиционный проект может быть реализован, но является менее привлекательным.

Общая площадь жилых помещений, которая может быть получена в результате реализации инвестиционного проекта, определяется по формуле [6]:

$$S_{\text{кв}}^{\text{общ}} = \frac{\text{ЧДД} - C_{\text{ту}}}{\text{ПДВ}_{\text{общ}}} \times S_{\text{кв}}.$$

Оценка экономической эффективности вовлечения в инвестиционную деятельность земельного участка и находящихся на них объектов недвижимости проверяется по следующему условию:

$$D_{\text{кв}}^{\text{общ}} = \frac{\text{ЧДД} - C_{\text{ту}}}{\text{ПДВ}} \times 100\% \geq D_{\text{МОРФ, \%}}^{\text{рын}}.$$

При выполнении данного условия вовлечение земельного участка и находящихся на нем объектов незавершенного строительства является эффективным, при невыполнении данного условия – нерациональным.

Если, исходя из анализа рынка недвижимости данного региона, а также анализа наилучшего и наиболее эффективного использования, установлено, что доходность строительства на земельном участке других типов недвижимости по функциональному использованию выше, чем жилой, то соответствующая оценка реализуемости инвестиционного проекта проводится аналогично по выбранному для строительства типу недвижимости.

Литература

1. Бирюков А. Н., Маругин В. М. Расчеты цены и стоимости строительного объекта по существующим нормам: монография. Изд-е 2-е, испр. и доп. СПб.: Политехника-сервис, 2013. 80 с.
2. СП 42.13330.2011. Градостроительство. Планировка и застройка городских и сельских поселений [Электронный ресурс]: актуализированная редакция СНиП 2.07.01-89* (утв. Минрегиона РФ от 28.12.2010 № 820). URL: <http://docs.cntd.ru/document/1200084712> (дата обращения: 26.03.2017).
3. Городнова Н. В., Байковская А. В. Методический подход к оценке сроков завершения строительства объектов государственно-частными партнерствами // Стратегический управленческий анализ. 2011. № 3. С. 15–25.
4. СНиП 1.04.03-85*. Нормы продолжительности строительства и задела в строительстве предприятий, зданий и сооружений [Электронный ресурс]. URL: <http://docs.cntd.ru/document/1200000622> (дата обращения: 26.03.2017).
5. УПБС-2001. Укрупненные показатели базисной стоимости строительства по объектам-аналогам / Башкатов В. С., Башкатов В. В.; под общ. ред. В. С. Башкатова. Издание 2-е, переработанное и дополненное. СПб.: РЦЦС СПб, 2009. 863 с. URL: <https://smetnoedelo.ru/docs/167> (дата обращения: 26.03.2017).
6. Бирюков Д. В. Проблема окупаемости затрат строительных предприятий, осуществляющих реконструкцию // Инновационные материалы, технологии и социально-экономические аспекты развития экономики и обороноспособности Российской Федерации: сборник научных трудов XXXVIII научно-практической конференции. Балашиха: Изд-во ВТУ МО РФ, 2013. С. 125–127.

УДК 699.88

Дмитрий Владимирович Бирюков, соискатель
Виктор Николаевич Денисов, канд. техн. наук,
доцент
(Военная академия материально-технического
обеспечения им. генерала армии А. В. Хрулёва)
E-mail: b_d_v0402@mail.ru, dvn.007@mail.ru

Dmitry Vladimirovich Biryukov, external PhD student
Viktor Nikolaevich Denisov, PhD of Tech. Sci.,
Associate Professor
(Military Academy of Logistics Named after
General of the Army A. V. Khrulyov)
E-mail: b_d_v0402@mail.ru, dvn.007@mail.ru

УСТРАНЕНИЕ ДЕФЕКТОВ КОНСТРУКЦИЙ ПРИ ВОЗОБНОВЛЕНИИ СТРОИТЕЛЬСТВА

ELIMINATION OF STRUCTURAL DEFECTS UPON CONSTRUCTION RENEWAL

В статье представлены результаты исследования технологии и организации работ по возобновлению строительства незавершенных объектов. Авторами приводятся основные дефекты конструкций и элементов зданий и сооружений, возникающие при воздействии неблагоприятных условий окружающей среды. Рассматриваются дефекты, возникающие на различных этапах незавершенного строительства: при работах нулевого цикла и устройстве фундамента, при возведении надземных, несущих и ограждающих конструкций. Приведены меры по устранению неблагоприятных последствий, описываются работы по обеспечению сохранности конструкций и элементов, устранению дефектов с целью возобновления строительства.

Ключевые слова: дефекты, конструкции зданий, незавершенное строительство, мероприятия по устранению, возобновление строительства.

The article presents results of studying standard operating procedures and work management upon construction renewal. Main defects of structures and components of buildings and constructions, appearing due to adverse environmental conditions, are specified. Defects appearing at various stages of construction in progress are considered (during earthworks and foundation works, during construction of elevated, load-bearing and enclosing structures). Remedial actions for elimination of adverse consequences are given, works on protection of structures and components, elimination of defects for purposes of construction renewal are described.

Keywords: defects, building structures, construction in progress, remedial actions, construction renewal.

Дефекты строительных конструкций могут проявляться в несоответствии конструкций проекту и нормативным требованиям по внешнему виду, размерам, форме и положению, технологическим свойствам, физико-механическим характеристикам. Явные дефекты проявляются также в виде физического износа, повреждений, деформаций, разрушений.

Неблагоприятное воздействие окружающей среды проявляется в избыточном увлажнении, промерзании или оттаивании, температурных деформациях при нагреве и охлаждении. Конструкции, не рассчитанные на такие воздействия, получают различные повреждения. При возобновлении работ на объектах, строительство или реконструкция которых были прекращены, возникает ряд сложных проблем [1]. К ним относятся:

- изменение свойств грунтов основания при воздействии дождевых и талых вод, промерзание грунтов и возникновение неравномерных деформаций фундаментов и надземных частей зданий и сооружений;
- снижение качественных показателей конструкций;
- отсутствие части или всей проектной документации на объект;
- изменение назначения объекта после перерыва в строительстве.

После приостановки земляных работ на объектах незавершенного строительства в котлованах и траншеях остаются не полностью выполненными элементы для отвода поверхностных ливневых вод и защиты выемки от подтопления, а также элементы для отвода грунтовых вод. Это приводит к заполнению выемок грунтовыми и поверхностными водами, замачиванию и промерзанию грунта, необходимости в последующем его замены (рис. 1).



Рис. 1. Примеры заполнения выемок грунтовыми и поверхностными водами, замачивания грунта

Если котлован был отрыт не на полную глубину и произошло недопустимое ухудшение свойств грунтового основания на большую глубину, чем проектная, то котлован можно углубить до грунтов с ненарушенными естественными свойствами, выполнить песчаную или щебеночную подушку до проектной отметки. Вместо углубления котлована ниже проектной отметки можно произвести закрепление грунтов основания с помощью цементации, силикатизации, нагнетания синтетических смол.

Если котлован был отрыт полностью, то при возобновлении работ можно углубить его до грунтов, свойства которых не нарушились. Если углубление котлована по грунтовым условиям сделать нельзя, целесообразно использовать закрепление грунтов основания [2].

После приостановки работ по устройству железобетонных фундаментов мелкого заложения под действием природно-климатических факторов могут возникать следующие дефекты: трещины в конструкциях, вывалы бетона, каверны, раковины, повреждения арматуры, сварных швов, отклонения фактических размеров от проектных, дефекты гидроизоляции (рис. 2).

Незаконченные фундаменты, стены и колонны подвалов также оказываются в затопленном водой котловане, что приводит к интенсивному разрушению бетона и железобетона, особенно в зимний период (рис. 3).

При устройстве свайных фундаментов после приостановки свайных работ могут иметь место следующие дефекты: несоответствия нормативным требованиям и проекту несущей способности свай, расположения свай в плане, по высоте и направлению установки.

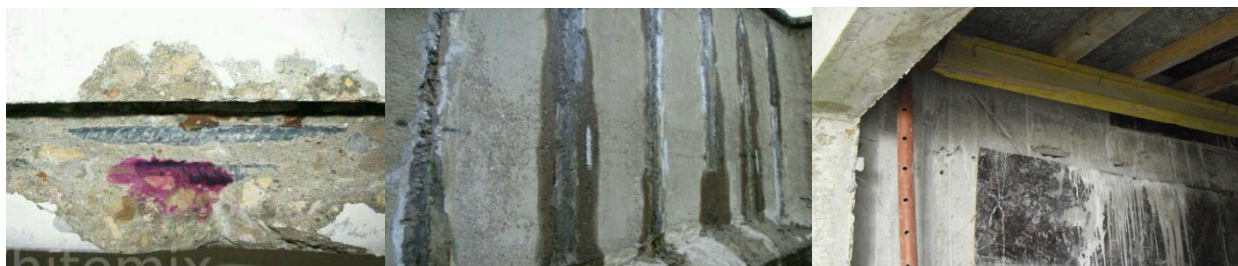


Рис. 2. Дефекты железобетонных фундаментов под действием природно-климатических факторов

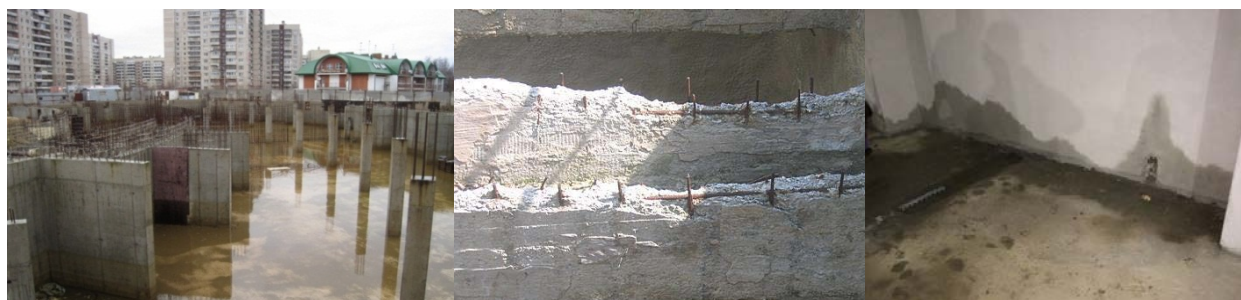


Рис. 3. Разрушение бетона и железобетона

Фундаменты неглубокого заложения и свайные подвержены повреждениям от ухудшения свойств грунтового основания, если до этого они не были загружены надземными конструкциями. В ряде случаев целесообразно усилить фундаменты с помощью буроналивочных свай. Если в конструкциях фундаментов имеются трещины, вызванные неравномерной осадкой основания и силами морозного пучения, то рекомендуется устройство железобетонного распределительного пояса по верху фундаментов на всю ширину высотой сечения 5–6 см из армированного бетона. Если при устройстве фундамента были забиты только сваи без устройства по ним ростверка, целесообразно осуществить добивку свай до полного отказа. Если до перерыва в работах был возведен свайный ростверк и стены на нем, то сваи, поднятые касательными силами морозного пучения, можно дожать в грунт с помощью домкратов. Бетонный фундамент недостаточной прочности можно усилить с помощью железобетонной обоймы. Железобетонный ростверк по сваям, не имеющий требуемой прочности, можно усилить полуобоймами [2].

В целях снижения чувствительности здания к неравномерным осадкам фундаментов можно выполнить по всем стенам армированные пояса в уровне первого (возводимого после возобновления работ) и последнего перекрытия. Это в равной степени касается кирпичных, крупноблочных и крупнопанельных зданий. В трещины кирпичных стен следует произвести инъекцию цементного раствора.

Восстановить пространственную жесткость здания можно с помощью стальных парных и одинарных тяжей, устанавливаемых над или под перекрытиями. Также можно применить анкерку стен, через высверленные скважины. В скважину вставляют стержень диаметром 16–18 мм из арматурной стали и производят нагнетание в нее цементного раствора [3].

Застройщик (заказчик) обязан заблаговременно, но не позднее чем за семь рабочих дней до возобновления строительства (реконструкции) объекта направить в орган, выдавший разрешение на строительство (реконструкцию) объекта, а также в орган государственного строительного надзора в случае, если строительство (реконструкция) объекта подлежит государственному строительному надзору, уведомление о возобновлении строительства (реконструкции) объекта [4].

По результатам технического обследования незавершенного объекта строительства делают вывод об условиях дальнейшей эксплуатации обследованных конструкций и необходимых мероприятиях по обеспечению их надежности и долговечности, принимается решение о необходимости, целесообразности и сроках полного или частичного восстановления.

Объекты, строительство которых возобновляется, заказчик передает подрядчику по акту с указанием технического состояния на день передачи.

Таким образом, в современных условиях развития научно-технического прогресса, инновационных материалов и технологий в строительстве, длительное пребывание объекта незавершенного строительства без мероприятий по консервации при воздействии вредных окружающих факторов не представляется возможным. Это приводит к ускоренному физическому и моральному износу, после которого возобновление строительства объекта является нецелесообразным.

Литература

1. Бирюков Д. В. Повышение свойств ограждающих конструкций при реконструкции и ремонте зданий // Современные направления развития технологии, организации и экономики строительства: сборник научных трудов участников межвузовского научно-практического семинара (16 апреля 2015 г.). СПб.: ВИ(ИТ) ВА МТО, 2015. С. 321–326.
2. Гроздов В. Т. Вопросы строительства зданий после длительного перерыва в производстве строительно-монтажных работ. СПб., 1998. 44 с.
3. Зильберова И. Ю., Петров К. С. Проблемы реконструкции жилых зданий различных периодов застройки // Инженерный вестник Дона. 2012. № 4. URL: <http://www.ivdon.ru/magazine/archive/p4tly2012/1119> (дата обращения: 20.03.2017).
4. Об утверждении правил проведения консервации объекта капитального строительства: постановление Правительства РФ от 30.09.2011 № 802. URL: <http://www.garant.ru/hotlaw/federal/353180/> (дата обращения: 20.03.2017).

УДК 69.009.1

Юрий Александрович Бирюков, канд. техн. наук
(Военная академия материально-технического обеспечения им. генерала армии А. В. Хрулёва)
E-mail: uabiryukov@mail.ru

Yuriy Alexandrovich Biryukov, PhD of Tech. Sci.
(Military Academy of Logistics Named after
General of the Army A. V. Khrulyov)
E-mail: uabiryukov@mail.ru

СОЗДАНИЕ СПЕЦИАЛИЗИРОВАННЫХ ОРГАНИЗАЦИЙ ДЛЯ ВЫПОЛНЕНИЯ ВОССТАНОВИТЕЛЬНЫХ РАБОТ В ЗОНАХ ЛИКВИДАЦИИ ПОСЛЕДСТВИЙ ВООРУЖЕННЫХ КОНФЛИКТОВ

ESTABLISHMENT OF SPECIALIZED ORGANIZATIONS PROVIDING RECOVERY FROM CONSEQUENCES OF ARMED CONFLICTS

В статье представлены результаты исследования особенностей формирования специализированных предприятий для выполнения восстановительных работ в зонах ликвидации последствий вооруженных конфликтов. Автором приводятся основные проблемы и задачи, возникающие при проведении восстановительных работ в зонах ликвидации последствий вооруженных конфликтов. Рассматриваются основные критерии различия и схожести строительных предприятий Министерства обороны Российской Федерации и частных строительных предприятий. Приведены основные цели, задачи и направления деятельности строительных предприятий Министерства обороны Российской Федерации по восстановлению и строительству военной инфраструктуры.

Ключевые слова: вооруженный конфликт, восстановительные работы, восстановительные предприятия, оснащение техникой, оснащение специалистами.

The article presents results of studying specifics of the establishment of specialized organizations providing recovery from consequences of armed conflicts. Main issues and tasks arising, when performing recovery from con-

sequences of armed conflicts, are specified in the article. Main criteria of differences and similarities between construction enterprises of the Ministry of Defense of the Russian Federation and private construction enterprises are considered. Main objectives, tasks and activity areas of construction enterprises of the Ministry of Defense of the Russian Federation for rehabilitation and construction of military infrastructure are given.

Keywords: armed conflict, recovery, rehabilitation enterprises, equipment supply, supply of work resources.

При восстановлении и строительстве объектов и сооружений в районах ликвидации последствий вооруженных конфликтов только экономических и финансовых критериев для привлекаемых к работе строительных предприятий мало.

В условиях ликвидации последствий вооруженных конфликтов строительным предприятиям еще в большей степени приходится приспосабливаться к условиям и среде, в которой им приходится выполнять производственные задачи. О необходимости модификации, видоизменения и вариации организационных структур строительных предприятий в районах ликвидации последствий вооруженных конфликтов говорит анализ опыта восстановления Чеченской республики и республики Южная Осетия [1].

При ликвидации последствий вооруженных конфликтов в регионе большой объем первоочередных работ приходится на восстановление и строительство объектов военной инфраструктуры, жилищного, промышленного назначения, жизнеобеспечения населения, которое включает: обеспечение водой, электроэнергией, теплом, коммунально-бытовое обслуживание и т. д.

Восстановительные работы в больших объемах не могут быть выполнены в сжатые сроки без участия специализированных предприятий. Поэтому возникает необходимость либо иметь силы и средства быстрого развертывания, обладающих соответствующим штатом техники и рабочих, либо сформировывать необходимые штатные структуры из состава строительных предприятий, в основном предназначенных для нового строительства.

Под восстановительным подразделением следует понимать подразделение, создаваемое в соответствующих строительных и монтажных предприятиях, как ведомственных органов исполнительной власти РФ, так и частных предприятиях, в целях выполнения неотложных работ по восстановлению первоочередных объектов жизнеобеспечения в зонах ликвидации последствий вооруженных конфликтов.

Восстановительные подразделения должны создаваться с целью обеспечения быстрого развертывания сил и средств для организации первоочередных восстановительных работ по ликвидации последствий вооруженных конфликтов [2].

Процесс создания, оснащения и подготовки специализированных восстановительных подразделений включает в себя: обеспечение материально-технической базой, оснащение необходимой техникой и имуществом, расчет штат специалистов, переподготовкой людей для работы в экстремальных условиях.

Естественно, в каждом регионе имеются свои особенности, которые следует учитывать при создании и оснащении специализированных восстановительных подразделений, прежде всего прогнозируемые крупные вооруженные конфликты, которые могут привести к выходу из строя объектов жизнеобеспечения населения на значительных территориях. Основные трудности в борьбе с последствиями вооруженных конфликтов связаны с прогнозированием и оперативной оценкой случившегося, на основании чего могут быть приняты эффективные меры и решения по проведению неотложных восстановительных работ.

Военно-экономический анализ показывает, что прогнозирование и оценка последствий вооруженных конфликтов осуществляются по существующим методикам отдельно для различных типов объектов.

Проведенные исследования показывают, что оснащение штатом техники и штатом специалистов восстановительных подразделений происходит на основе анализа задач, возлагаемых на специализированные восстановительные предприятия, количества объектов, их рассредоточенности, сложности и необходимости работы в автономном режиме [3].

В связи с упразднением Спецстроя России, выполнявшего в соответствии с Постановлением Правительства РФ функции генерального подрядчика во время чрезвычайных ситуаций и сохранением всего 8 из 18 ФГУПов в составе Министерства обороны РФ, которые будут строить только специальные объекты Минобороны РФ, повышается важность задачи формирования специализированных предприятий для выполнения восстановительных работ в зонах ликвидации последствий вооруженных конфликтов. Так, в частности, ФГУП «Центр эксплуатации объектов наземной космической инфраструктуры» достраивает стартовый и технический комплексы, а также водозаборные сооружения для обеспечения пусков с космодрома Восточный в 2017 г.

Учитывая, что в Южной Осетии 25,5 % от общего объема работ выполнил собственными силами Спецстрой России, 12,5 % – ГУП республики Южной Осетии, 20 % – ГУП «Дирекция РПНП», 42 % – подрядные организации из ряда регионов РФ (таблица), логично предположить, что в дальнейшем объем работ, выполняемых строительными предприятиями МО РФ, сократится в несколько раз. Доля работ, выполняемых частными строительными предприятиями, увеличится.

Участие подрядных строительных организаций в восстановлении объектов на территории Южной Осетии

№ п/п	Наименование строительной организации	Объем выполненных работ, %
1	Спецстрой России	25,5 %
2	ГУП республики Южной Осетии	12,5 %
3	ГУП «Дирекция РПНП»	20 %
4	Подрядные организации из Москвы, Санкт-Петербурга, Екатеринбурга, Челябинска, Пятигорска, Ставрополя, Краснодара, Сочи, Тюмени, Тамбова, Ингушетии и Чечни и других регионов	42 %

Строительные предприятия МО РФ, имеющие большую маневренность и скорость принятия решений по сравнению с частными строительными предприятиями, теперь будут иметь меньше сил и средств для быстрого развертывания для ликвидации последствий вооруженных конфликтов, что на начальном этапе восстановительных работ уменьшит количество объектов восстановления. Но в тоже время, по мере подключения частных строительных предприятий, это позволит охватить больший объем восстановительных работ.

Вопросы формирования специализированных предприятий для выполнения восстановительных работ всегда будут актуальными. Проверить формирование и адаптивность оргструктур предприятий вполне уже возможно будет при восстановлении сети полярных аэродромов – Нарьян-Мар, Алыкель, Амдерма, Анадырь, Рогачёво, Нагурская и Тикси. Таким образом, Минобороны РФ планирует возвести в Арктике также еще ряд комфортабельных городков.

Следовательно, при восстановлении и строительстве объектов военной инфраструктуры важными вопросами станут, исходя из региональных особенностей, обеспечение водой, электроэнергией, теплом строительных площадок, а также обеспечение материально-технической базой, оснащение необходимой техникой и переподготовка работников для работы в чрезвычайных условиях.

Литература

1. Бирюков Ю. А. Моделирование организационной структуры строительно-демонтажного предприятия // Дефекты зданий и сооружений. Усиление строительных конструкций: Материалы XV научно-методической конференции ВИТИ. СПб.: ВИТИ, 2011. С. 171–172.

2. Бирюков Ю. А. Моделирование организационных мероприятий при выполнении демонтажных работ в ходе ликвидации последствий вооруженного конфликта // Научно-технический сборник. Петродворец.: ВТИ ЖДВ и ВОСО, 2011. № 22. С. 30–35.

3. Бирюков Ю. А. Методика распределения средств механизации для выполнения демонтажных работ на рассредоточенных объектах // Современные направления технологии, организации и экономики строительства: Доклады участников межвузовского научно-практического семинара. СПб.: ВА МТО, 2013. № 16. С. 47–58.

УДК 624.21/.8

Эдуард Степанович Карпетов, канд. техн. наук, профессор

Андрей Анатольевич Белый, канд. техн. наук, доцент

Екатерина Сергеевна Цыганкова, аспирант (Петербургский государственный университет путей сообщения Императора Александра I)
E-mail: *eskar@yandex.ru, andbeliy@mail.ru, rino4ka5@mail.ru*

Eduard Stepanovich Karapetov, PhD of Tech. Sci., Professor

Andrei Anatolievich Belyi, PhD of Tech. Sci., Associate Professor

Ekaterina Sergeevna Tsygankova, post-graduate student (Emperor Alexander I St. Petersburg State Transport University)
E-mail: *eskar@yandex.ru, andbeliy@mail.ru, rino4ka5@mail.ru*

ДОЛГОВЕЧНОСТЬ ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ МОСТОВ И ДЕГРАДАЦИОННЫЕ ФАКТОРЫ, ВЛИЯЮЩИЕ НА ИХ ТЕХНИЧЕСКОЕ СОСТОЯНИЕ

DURABILITY OF REINFORCED-CONCRETE BRIDGES AND DEGRADATION FACTORS AFFECTING THEIR TECHNICAL CONDITION

Строительство объектов транспортной инфраструктуры идет стремительно как по всему миру, так и в нашей стране. Этому способствует технический прогресс в развитии материалов и технологий для строительства. В то же время, повышается роль эксплуатационной стадии жизненного цикла сооружений, длительность которой существенно выше первых двух (проектирование и строительство). В этой связи обеспечение долговечности и надежности мостовых сооружений – насущная и актуальная задача, требующая всестороннего анализа деградационных факторов, оказывающих негативное воздействие на эксплуатируемые объекты. По статистике, большинство из мостовых сооружений на сети дорог России – это объекты, выполненные из железобетона. В связи с этим в статье сделан акцент именно на данный тип конструкций. Проанализированы факторы, описано их негативное воздействие на потребительские свойства мостов. Выполнена группировка по природе их возникновения. Даны некоторые практические рекомендации, а также продекларирована необходимость разработки научно-обоснованной специализированной инженерной методики, которая позволит адекватно оценить техническое состояние моста с последующим прогнозированием.

Ключевые слова: железобетонное мостовое сооружение, долговечность, эксплуатация, деградационные факторы, техническое состояние.

Transport infrastructure facilities are constructed rapidly both worldwide and in our country. Technical advances in the development of construction materials and technologies contribute to such rapid construction. The operation stage of the structure service life, duration of which is considerably longer than that of the first two ones (design and construction stages), is becoming more important. In this regard, ensuring durability and reliability of bridge structures is a pressing task requiring a comprehensive analysis of degradation factors adversely affecting the operated facilities. According to the statistics, most bridge structures in the network of Russian roads are facilities made of reinforced concrete. Therefore, this type of structures is highlighted in the article. The corresponding degradation factors are analyzed, their adverse effect on usability of bridges is described. Classification by nature of their origin is carried out. Several practical recommendations are given. A need for the development of a scientifically based special engineering technique, which will allow for the adequate assessment of the bridge's technical condition and subsequent reliability prediction, is underlined.

Keywords: reinforced-concrete bridge structure, durability, operation, degradation factors, technical condition.

Общемировой технологический прогресс и темпы развития являются причиной стремительного роста объектов и субъектов транспортной инфраструктуры.

Несмотря на отдельные спады (например, по причине политических или экономических кризисов), общее количество транспортных сооружений неуклонно растет. Этот тренд наблюдается и в нашей стране.

При увеличении количества объектов все большее внимание уделяется вопросам обеспечения их надежности и долговечности в рамках мероприятий по эксплуатации. В частности, в сфере мостовых сооружений растет количество научных исследований и практических рекомендаций, касающихся управления их техническим состоянием в процессе жизненного цикла.

Статистика говорит нам о том, что в России почти 95 % мостов и путепроводов выполнены из железобетона или стали [1]. При этом преобладающими являются именно железобетонные объекты.

Во время эксплуатации мостовые сооружения находятся в условиях действия различных нагрузок силового характера, в то же время испытывая одновременное неблагоприятное воздействие окружающей среды. Вследствие этого они оказываются подверженными различным рода разрушениям [2].

Такие критерии оценки мостовых сооружений, как надежность (в том числе долговечность и работоспособность) и качество, а также их отдельных элементов, определяются не только совершенством проекта, адекватным выбором материалов (бетона, арматуры и др.), качественным исполнением технологии производства, учетом условий эксплуатации, но и грамотным анализом и структурированием влияющих факторов и воздействий окружающей среды [3].

Для мостовых сооружений, эксплуатируемых в различных климатических условиях, деградационные факторы, оказывающие негативное воздействие на элементы конструкций, группируются по области «происхождения».

Например, сухой и жаркий климат характеризуется ускоренной гидратацией вяжущего бетона при его твердении, следствием которой является дальнейшее снижение прочности при сжатии и растяжении [1].

Комплексное влияние солнечной радиации и влажности играют доминирующую роль при формировании структуры бетона и представляют повышенный интерес для понимания процессов, происходящих в бетоне.

С другой стороны, области с повышенной влажностью играют неблагоприятную роль для бетона и железобетона. При конденсации влаги в капиллярах и на поверхности бетона происходит процесс растворения различных газов, находящихся в атмосфере. Следствием этого процесса является возникновение различных агрессивных сред, в дальнейшем приводящее к разрыву внутренних связей между компонентами цементного камня. Примером этому могут служить условия Санкт-Петербурга и закономерности, отмеченные в работе [4].

Все газы, присутствующие в той или иной атмосфере, делят на 3 группы взаимодействия с $\text{Ca}(\text{OH})_2$ [5].

Согласно классификации, изложенной в работе [6], к первой группе относятся газы, образующие с $\text{Ca}(\text{OH})_2$ малорастворимые или нерастворимые соли с небольшим объемом продуктов реакции. Это пары плавиковой, уксусной, щавелевой кислот, CO_2 и некоторые другие. Избыточная повышенная концентрация CO_2 может приводить к растворению осадка с образованием растворимого бикарбоната, который, вымываясь из бетона, увеличивает объем пор и снижает его прочность.

Другая опасность при наличии в атмосфере таких газов заключается в том, что может начаться коррозия стальной арматуры и бетон начнет растрескиваться.

Ко второй группе атмосферных газов относятся газы, образующие при взаимодействии с $\text{Ca}(\text{OH})_2$ нерастворимые объемные продукты реакции. Это SO_2 , SO_3 , H_2S .

Получающийся гипс по объему более чем в 2 раза больше, чем $\text{Ca}(\text{OH})_2$, и бетон вначале уплотняется, а затем его поверхностные слои начинают под действием внутренних напряжений отслаиваться от тела бетона и конструкция, в целом, постепенно разрушается. Атмосферы, содержащие такие газы, являются весьма агрессивными по отношению к бетону и железобетону.

Третья группа атмосферных газов – газы, образующие при взаимодействии с $\text{Ca}(\text{OH})_2$ растворимые соли. К таким газам относят галогены и галогенводородные кислоты, некоторые органические летучие кислоты. При взаимодействии с этими газообразными веществами получают растворимые соли, которые вымываются из бетона, при этом увеличивается пористость бетона, снижаются прочностные свойства.

Другим наиболее опасным фактором, оказывающим негативное воздействие на техническое состояние железобетонных мостовых сооружений, является колебание температуры. Наиболее опасны так называемые «переходы через 0», когда наблюдаются циклические замораживания-оттаивания конструкций.

Известно, что под морозостойкостью бетона понимается его способность в насыщенном водой состоянии выдерживать многократное попеременное замораживание и оттаивание.

При многократном замерзании и оттаивании разрушение бетона зависит от количества пор (в основном капиллярных), степени насыщения водой, прочности бетона. Уровень деградации характеризуется степенью водонасыщения бетона и циклической повторяемостью процесса. Чем больше водонасыщенность, тем ниже морозостойкость, тем быстрее разрушается бетон (железобетон). Под влиянием этих воздействий возникают микротрещины, которые, объединяясь («сливаясь»), образуют магистральные трещины [7].

Тонкая пленка воды, покрывающая поверхность пор после превращения воды в лед, вызывает в поровых системах образование парообразной фазы. Это приводит к более сильным повреждениям, чем замораживание на воздухе [8].

Если говорить об учете техногенных факторов, то по данным исследований [9] – многие из транспортных железобетонных сооружений, построенных в 50–80-х гг. XX в., в настоящий момент не в состоянии обеспечить свои «потребительские свойства» – прежде всего, безопасность и грузоподъемность. Причинами явились следующие деградационные факторы:

1. Несоблюдение технологий изготовления и монтажа конструкций.
2. Постепенное ухудшение трудовой дисциплины на предприятиях строительного комплекса.
3. Использование типовых проектов мостов со скрытыми проектными ошибками.
4. Увеличение интенсивности движения в результате быстрого развития тяжелого грузового транспорта.

Стоит отметить, что п. 1–3 в терминологии работы [10] логично именовать «ошибками жизненного цикла».

Как общее к вышеизложенному зафиксируем, что, в общем плане, возможно дать следующую классификацию деградационных факторов, отраженную на рисунке.

Схема, представленная на рисунке, обозначает две основные группы факторов, оказывающих негативное воздействие на эксплуатируемые железобетонные мостовые сооружений. Первая – условно естественная, как результат расположения объекта в конкретных условиях природной среды. Вторая – результат деятельности человека.

Для учета всего многообразия воздействий в трехмерной матрице взаимодействий «факторы – критерии – состояние» необходимы практические и теоретические решения и предложения по совершенствованию.

К действиям практического характера стоит отнести, во-первых, грамотное проектирование с учетом вероятностного прогнозирования, учитывающего факторы, оказывающие воздействие на работу железобетонных конструкций, а также перспективного увеличения нагрузок. Во-вторых, повышение качества строительства, применение современных строительных материалов и технологий сооружения конструкций, в совокупности с беспристрастным техническим надзором. В-третьих, надежная эксплуатация, заключающаяся в адекватном надзоре и содержании и достаточном финансировании отрасли.



Деградационные факторы

В теоретическом аспекте, следует отметить, что указанные выше примеры свидетельствуют о необходимости разработки научно-обоснованных методик оценки и прогнозирования железобетонных объектов транспортной инфраструктуры, базирующихся на современных моделях поведения железобетонных конструкций и ставящих своей целью обеспечить и повысить заданные уровни долговечности сооружений.

Литература

1. Овчинникова Т. С., Маринин А. Н., Овчинников И. Г. Коррозия и антикоррозионная защита железобетонных мостовых конструкций // Наукoведение: Интернет-журнал. 2014. Вып. 5(24). С. 1–23.
2. Камбаров Х. У. Железобетонные конструкции в условиях жаркого климата: автореф. дисс. д-ра техн. наук. Ташкент, 1998. 36 с.
3. Микульский В. Г., Сахаров Г. П. Строительные материалы (Материаловедение. Технология конструктивных материалов). М.: АСВ, 2007. 520 с.
4. Белый А. А. Способ оценки технического состояния железобетонных мостов и путепроводов Санкт-Петербурга // Транспортное строительство. 2009. № 6. С. 10–13.
5. Макаров В. Н., Овсянников С. В., Овчинников И. Г. Антикоррозионная защита мостовых сооружений. Саратов: Издательский центр «Наука», 2007. 192 с.
6. Алексеев С. Н. Коррозия и защита арматуры в бетоне. НИИЖБ Госстроя СССР. М.: Стройиздат, 1968. 233 с.
7. Москвин В. М., Иванов Ф. М., Алексеев С. Н., Гусев Е. А. Коррозия бетона и железобетона, методы их защиты. М.: Стройиздат, 1980. 536 с.
8. Пухонто Л. М. Долговечность железобетонных конструкций инженерных сооружений. – М., 2004. 424 с.
9. Калинин И. С. О состоянии железобетонных мостов на сети автомобильных дорог РФ // Междисциплинарные исследования в науке и образовании. 2012. № 1К. URL: mino.esrae.ru/158-1062 (дата обращения: 23.03.2017).
10. Белый А. А. Методика оценки и прогнозирования технического состояния городских железобетонных мостовых сооружений. Дисс. ... канд. техн. наук. М., 2009. 253 с.

УДК 69.07

Александр Владимирович Квитко,
канд. техн. наук, доцент
(Санкт-Петербургский государственный
архитектурно-строительный университет)
Константин Валентинович Петров,
д-р техн. наук, профессор
(Военная академия материально-технического
обеспечения им. генерала армии А. В. Хрулёва)
Александр Васильевич Матвеев,
д-р техн. наук, профессор
(Военно-транспортный университет
железнодорожных войск)
E-mail: kvitko.67.67@mail.ru, K.Petrov@mail.ru,
A.Matveev@mail.ru

Aleksandr Vladimirovich Kvitko,
PhD of Tech. Sci., Associate Professor
(Saint Petersburg State University
of Architecture and Civil Engineering)
Konstantin Valentinovich Petrov,
PhD of Tech. Sci., Professor
(Military Academy of Logistics Named after
General of the Army A. V. Khrulyov)
Alexander Vasilievich Matveev,
Dr of Tech. Sci., Professor
(Military Transport University
of Railway Troops)
E-mail: kvitko.67.67@mail.ru, K.Petrov@mail.ru,
A.Matveev@mail.ru

**О ТЕХНИЧЕСКОМ СОСТОЯНИИ НЕСУЩИХ КОНСТРУКЦИЙ ЗДАНИЯ
СПАССКОЙ БАШНИ В Г. ВЕЛИКИЙ НОВГОРОД**

**CONCERNING TECHNICAL CONDITION OF LOAD-BEARING STRUCTURES
OF THE SPASSKAYA TOWER (VELIKY NOVGOROD)**

В данной статье рассматривается техническое состояние несущих конструкций Спасской башни, приведена краткая историческая информация о территориальном заложении башни, ее архитектурных особенностях, технологическом состоянии, проводимых облицовочных работах, а также заложении фундамента. Рассказано о габаритах башни, ее размерах в плане и результатах заключения обследования башни, выполненного сотрудниками ООО «СЗРПМ», в рамках которого оценено нынешнее состояние фундамента, конструкции наружных стен, поставлена проблема разрушительных поражений лицевых фасадов сооружения и аналогичных дефектов на наружных стенах. Приведена справка о дальнейшем протекании разрушительных процессов, а также обозначены предложения по ряду рекомендуемых мероприятий по усилению конструкций с целью ликвидации аварийного состояния сооружения.

Ключевые слова: сооружение, аварийность, разрушительные процессы, результаты обследования, проблема поражения конструкции.

The article looks at the technical condition of load-bearing structures of the Spasskaya Tower. Brief historical records on its location, architectural features, technological condition, facing works and foundation laying are provided. Tower dimensions and sizes in plan, as well as results of a tower survey performed by employees of ООО “SZRPM” (“North-West Restoration and Design Workshops”) are given. During the survey, the current condition of the foundation, exterior wall structures was assessed, an issue of destructive damage to the front facades and similar defects on exterior walls was raised. Information on further behavior of destructive processes is provided. Proposals for recommended actions on reinforcement of structures for purposes of recovery from the emergency condition are made.

Keywords: structure, emergency condition, destructive processes, survey results, issue of structural damage.

Спасская проезжая башня Новгородского кремля расположена в его самой южной части и представляет собой сооружение конца XV в. со следами позднейших переделок, капитальных ремонтов и реставрацией. Стены башни сложены из естественного камня (плитняка и булыги) с кирпичной облицовкой, перевязанной с каменной кладкой, на известковом растворе. Фундаменты сложены из валунов крупных размеров на известковом растворе. Общее заглубление 3 м.

В настоящее время Спасская башня в плане являет собой продолговатый прямоугольник (16×8 м) слегка выпуклый ко рву. Ее основные размеры: высота стен с зубцами 19 м, ширина проезда 3 м, толщина стен по второму ярусу 2 м.

В отчете к ремонтно-реставрационным работам 1946 г. по Новгородскому кремлю А. Л. Ратчием указывалось, что при высоте восточного угла башни 15,88 м отклонение башни от вертикали составило 1,07 м, что при малейшем движении в фундаментах может привести за собой падение продольной стены, обращенной ко рву (южной).

Силами ряда организаций было проведено частичное укрепление несущих конструкций здания, однако в полной мере все предлагаемые рекомендации не были реализованы [1].

Обследование, выполненное сотрудниками ООО «СЗРПМ» [1], показало следующее.

Фундаменты несущих стен Спасской башни ленточные, сложены из булыжника с присутствием плитного камня на песчано-известковом растворе с включением глины и грунта. Глубина заложения подошвы фундамента по отношению к уровню покрытия проезда ворот 1,21 м. Ширина подошвы фундамента 3,63 м. Грунтовые воды зафиксированы на отметке 1,51 м.

В каменной кладке фундамента образовались вертикальные и горизонтальные трещины раскрытием до 10 мм. Ввиду неоднородности раствора, из-за включений грунта, суглинка, произошло его расслоение. Появились щели и пустоты в кладке. Имеет место разрушение и вывал камней кладки, что привело к уменьшению границ фундамента. В настоящее время жесткость фундамента утрачена, и несущая способность изменилась.

Результаты расчета показали, что величина нагрузки, действующей по подошве фундамента стены, не превышает расчетного сопротивления несущего слоя грунта, а именно: $R = 229,8 \text{ кПа} > P = 217,0 \text{ кПа}$ [2].

При обеспечении жесткости конструкции фундамента (а он на момент вскрытия шурфов имеет дефекты и повреждения, характеризующие его состояние как *аварийное*) несущая способность основания будет достаточной.

Однако слой суглинка и глины насыпного грунта, в котором залегает подошва и тело фундаментов, обладает ползучестью. При расположении фундамента наружной стены Спасской башни на таком грунте возможен сдвиг в сторону рва, что и подтверждается образованием крена южного фасада башни, а также вывалом прясла крепости в 1994 г., и результатами других исследований.

Наружные стены башни несущие, сооружены из естественного камня с кирпичной облицовкой на известково-цементно-песчаном растворе, толщиной 209 см.

Все лицевые фасады поражены вертикальными и наклонными трещинами. Величина раскрытия трещин достигает (10,0÷15,0) мм с вывалом отдельных кирпичей и камней, утратой раствора из швов. Такие участки проходят под оконными проемами и бойницами, под выступающими декоративными обрамлениями стен и обусловлены воздействием температурно-влажностного фактора.

На внутренней поверхности стен обнаружены аналогичные дефекты и повреждения, однако размеры разрушений более значительны.

Отсутствие перевязки кладок привело к появлению щелей по углам сопряжения стен башни.

Из-за осадочных процессов в кладке образовались пустоты, произошло расслоение кладки по границе: кирпичная – каменная кладка, появились зоны трещиноватости камня и кирпича.

Этот факт подтверждается и результатами исследования кладки над воротами башни. Осмотр стены со стороны проезда ворот показал – кирпичная и каменная кладка имеет глубокие трещины, в ней существуют пустоты, разрушения, вывал камней и утраты раствора [3].

При дальнейшем протекании процессов деформации и ползучести оснований возможен обвал стен внутри башни и обрушение стены «А-А» в сторону рва [3].

Относительный крен продольной стены в осях «А-А» башни по данным измерений 2015 г. составляет 0,0328 и превышает предельно допустимое значение 0,005 по п. 4.1. ТСН50-302-2004 СПб.

$$I = 0,0928 > I_Q = 0,005$$

Отклонение стены от вертикали по данным 1946 г. равно 1,07 м, относительный крен составил $I = 0,0673 > I_Q = 0,005$, и это превышает предельно допустимое значение.

Относительный крен башни за последние 70 лет увеличился в 1,37 раза, что указывает на динамику ползучести насыпного слоя грунта основания, в котором залегают фундаменты стены.

Анализ результатов обследования позволил наметить ряд мероприятий для ликвидации аварийного состояния конструкций, одним из которых является усиление оснований путем цементирования с созданием единого техногенного массива и устройство ограждающей конструкции фундамента со стороны рва в виде шпунтового ряда с заделкой концов шпунта в слой песчаного грунта щадящим методом [4], что и было выполнено ЗАО «Подземстройреконструкция» в 2015–2016 гг.

Своевременная реализация рекомендаций, возникающих по результатам обследований, позволяет избежать негативных последствий, поддерживать конструкции в исправном состоянии и существенно экономить материальные и денежные средства.

Литература

1. Разработка проектной документации на ремонтно-реставрационные работы по объекту: «Здание Спасской башни», г. Великий Новгород / ООО «СЗРПМ». СПб., 2015. 132 с.
2. ГОСТ Р 53778-2010. Правила обследования и мониторинга технического состояния зданий и сооружений. М.: ГУП МНИИТЭП, 2010. 49 с.
3. Руководство по определению кренов инженерных сооружений башенного типа геодезическими методами. М.: Стройиздат, 1981. 56 с.
4. Пособие по обследованию строительных конструкций. М.: «ЦНИИПРОМЗДАНИЙ», 2004. 217 с.

УДК 625.8

Анна Сергеевна Симонова, ст. преподаватель,
Александр Владимирович Квитко,
канд. техн. наук, доцент
Борис Николаевич Карпов, д-р техн. наук, профессор
(Санкт-Петербургский государственный
архитектурно-строительный университет)
E-mail: kafedra-ad@yandex.ru, kvitko.67.67@mail.ru

Anna Sergeevna Simonova, Senior Lecturer,
Alexander Vladimirovich Kvitko,
PhD of Tech. Sci., Associate Professor,
Boris Nikolaevich Karpov, Dr of Tech. Sci., Professor
(Saint Petersburg State University
of Architecture and Civil Engineering)
E-mail: kafedra-ad@yandex.ru, kvitko.67.67@mail.ru

К РАЗРАБОТКЕ МЕТОДИЧЕСКИХ РЕКОМЕНДАЦИЙ ПО ГОРЯЧЕЙ РЕГЕНЕРАЦИИ АСФАЛЬТОБЕТОННЫХ ПОКРЫТИЙ

REVISITING THE DEVELOPMENT OF METHODOLOGICAL RECOMMENDATIONS FOR HOT RECYCLING OF ASPHALT-CONCRETE PAVEMENTS

Одной из основных задач совершенствования транспортной инфраструктуры Российской Федерации под современное интенсивное и скоростное движение является эффективный ремонт и реконструкция существующей сети дорог. Старые способы ямочного ремонта, или полного киркования всего покрытия и использование его как материала основания, с появлением новых технологий фрезерования (холодного и горячего) и оснащение дорожных организаций современной техникой для производства ремонта и реконструкции позволяют перейти на современный уровень, обеспечивающий использование материалов старых покрытий в новой конструкции, несколько повысить транспортно-эксплуатационные и экономические показатели дорог. Важное место в восстановлении покрытия, а иногда и повышении его ровности и прочностных характеристик, занимают способы горячей регенерации на месте с использованием различных способов разогрева, разрыхления и улучшения свойств старого асфальтобетона с последующей укладкой и уплотнением обновленного покрытия на основе термопрофилирования. Следует отметить, что методы горячей регенерации имеют различную применимость в зависимости от видов дефектов покрытия, но в сравнении с традиционными методами ремонта обладают рядом преимуществ.

Ключевые слова: асфальтобетонное покрытие, методы горячей регенерации, дефекты, ремонт, эффективность, технико-экономические показатели.

One of the main tasks of transport infrastructure improvement in the Russian Federation with account for modern heavy high-speed traffic is efficient repair and reconstruction of the existing road network. New technologies of hot and cold milling and equipment of road construction companies with modern machinery for road repair and reconstruction allow switching from old methods of patching or scarification and using the scarified pavement as a base material to modern methods of using the old materials in new pavements, slightly improving transport and operational, as well as economic performance. Methods of in-place hot recycling, using heating and loosening, improvement of properties in old asphalt concrete, and subsequent placement and compaction of the restored pavement, occupy a prominent place in pavement restoration and, sometimes, in improvement of pavement evenness and strength. It should be noted that hot recycling methods are applied to various extents depending on types of pavement defects. However, they have certain advantages over conventional repair methods.

Keywords: asphalt-concrete pavement, hot recycling methods, defects, repair, efficiency, technical and economic performance.

Зарубежный и отечественный опыт применения технологий ремонта с применением горячей регенерации покрытия при обеспечении жизненного цикла дороги показывал следующие их основные преимущества:

1. Повторное использование существующих дорожно-строительных материалов, с минимальным применением новых.
2. Многосторонние возможности улучшения смеси, ликвидация трещин в нижележащих слоях и обеспечение качества покрытия, не уступающее по показателям дорожной одежде, выполненной по традиционной технологии.
3. Удешевление стоимости ремонтов почти в два раза по сравнению с традиционной технологией.
4. Продление жизненного цикла дороги за счет увеличения сроков между капитальными ремонтами автомобильной дороги, т. е. обеспечение жизненного цикла дороги с минимальными затратами.
5. Экологичность, повышение безопасности дорожного движения при выполнении работ и значительное снижение сроков производства работ.

Метод горячей регенерации появился за рубежом как альтернатива традиционному способу перекрытия. Благодаря повторному использованию асфальтобетона старого покрытия достигается экономия асфальтобетонной смеси. Несмотря на повышенный расход энергоносителя, связанный с необходимостью разогрева верхнего слоя покрытия, достигается общий экономический эффект [1].

Применение данного метода ограничено глубиной разогрева покрытия 3–5 см. На эту глубину регенерируемый слой омоноличивается. Если прочность дорожной одежды недостаточна, что обычно выражается в многочисленных произвольно расположенных на покрытии трещинах или сетке трещин, то метод термопрофилирования, как правило, не применяют, так как на регенерированном покрытии быстро появляются отраженные трещины (табл. 1) [2; 3].

Рассматриваемый метод эффективен для применения на достаточно ровных в продольном направлении покрытиях с нормальными поперечными уклонами. Отечественные дороги по сравнению с зарубежными дорогами имеют худшую ровность и часто искаженный поперечный профиль, что вызывает затруднения при проведении работ этим методом.

Экономическая эффективность применения методов горячей регенерации напрямую связана с вторичным использованием материала покрытия. По данным Юха Ряту из компании «ФИНМАП Инфра» (Финляндия), за счет того, что при восстановлении покрытия методом горячей регенерации добавляется только 25 % нового асфальтобетона, стоимость такого восстановления составляет приблизительно половину стоимости ремонта методом холодного фрезерования и укладки нового слоя износа (табл. 2).

Количество добавляемого материала по данным компании «Лемминкяйнен» (Эстония) представлено в табл. 3.

Таблица 1

Применимость методов горячей регенерации в зависимости от видов деформаций существующего покрытия

№ п/п	Вид деформации существующего покрытия	Применимость метода по бальной шкале (от 0 до 3)			
		Термопрофилирование	Термоукладка	Термосмещение	Термосмещение +
1	Колейность	2	3	2	3
2	Сетки трещин	0	1	1	2
3	Продольные и поперечные трещины	2	3	2	3
4	Выпотевание битума	0	2	3	2
5	Выкрашивание а/б	0	2	1	3
6	Неровность покрытия	2	2	2	2
7	Скользкость (низкий коэффициент сцепления)	0	2	2	2
8	Водонасыщение земляного полотна	0	2	2	2
9	Ухабы, выбоины	1	3	2	3
10	Низкий модуль упругости на поверхности	1	2	2	3

Таблица 2

Количество добавляемого материала для различных методов горячей регенерации

Технология ремонта	Глубина фрезерования/объем смеси	Расход новой добавляемой смеси	Использование материала старого покрытия, RC-%
Горячая регенерация на месте <i>REM, URAREM</i>	3,5–4,0 см 80–100 кг/м ²	20 кг/м ²	75 %
Горячая регенерация на месте мягкого а/б <i>REMO, URAREMO</i>	2,5–3,5 см 100 кг/м ²	40 кг/м ²	60 %
Укладка нового слоя износа на регенерированное основание <i>Rem+</i>	2,0–2,5 см 100 кг/м ²	60 кг/м ²	40 %
Укладка слоя износа на нагретое, отфрезерованное основание <i>MPKJ</i>	2,0–2,5 см 100 кг/м ²	80 кг/м ²	20 %
Укладка нового слоя износа традиционным способом <i>LTA</i> или укладка выравнивающего слоя перед укладкой нового слоя износа <i>MP</i>		4,0 см 100 кг/ м ²	0–50 %

Таблица 3

Количество добавляемого материала для различных методов горячей регенерации

Технология ремонта	Глубина фрезерования/объем смеси	Расход новой добавляемой смеси	Использование материала старого покрытия, RC-%
Ремикс	2,5–3,5 см 100 кг/м ²	30 кг/м ²	100 %
Ремикс колеи	4,0 см 100 кг/м ²	25 кг/м ²	20 %
УраРемо	2,0–2,5 см 100 кг/м ²	30–40 кг/м ²	40 %

На кафедре автомобильных дорог, мостов и тоннелей было выполнено технико-экономическое сравнение методов горячей регенерации с альтернативными методами ремонта [4]. Для выполнения технико-экономического сравнения методов ремонта и восстановления покрытия нежесткой дорожной одежды приняты следующие исходные данные:

- участок ремонта – 1000 м²;
- толщина ремонтируемого слоя – 8 см (2 слоя асфальтобетона по 4 см);
- ремонтный слой – щебеночно-мастичный асфальтобетон типа ЦМА-15;
- дальность перемещения материалов с АБЗ – 10 км.

Классический метод предусматривает переустройство двух слоев щебне-мастичного асфальтобетона, метод холодной регенерации – устройство нижнего регенерируемого слоя покрытия и верхнего слоя из новой смеси, метод ремикс плюс предусматривает переустройство нижнего слоя из регенерируемого асфальтобетона и устройство верхнего слоя из новой смеси.

Результаты расчета представлены в табл. 4.

Таблица 4

Технико-экономическое сравнение методов ремонта

Наименование критерия	Ед. изм.	Метод ремонта		
		Переустройство 2 слоев а/б классическим способом	Метод холодной регенерации	Метод горячей регенерации (ремикс плюс)
Стоимость строительства в ценах января 2000 г.:	тыс. руб.	96,5285	71,154	68,808
В т. ч. Зарплата рабочих	тыс. руб.	0,45738	0,457	0,26
Машины и механизмы	тыс. руб.	14,394	14,394	9,647
Материалы	тыс. руб.	79,495	54,121	51,780
Стоимость строительства в ценах декабря 2016 г.:	тыс. руб.	813,272	599,487	579,173
в т. ч. НДС 18 %	тыс. руб.	124,058	91,447	80,721
Затраты труда рабочих строителей	чел.-ч	50,66	50,66	29,38
Затраты времени машин	маш.-ч	42,56	42,56	15,29
Затраты времени асфальтоукладочной машины	маш.-ч	2,84	2,84	2,6

Как показывает сравнение методов ремонта покрытия на толщину 8 см из щебне-мастичного асфальтобетона по стоимостному и временному критерию, наиболее экономически выгодным является метод горячей регенерации, так как имеет наименьшую стоимость за счет вторичного использования материала при наименьших затратах труда и ресурсов.

Следует заметить, что широкое применение методов и способов горячей регенерации сдерживает отсутствие соответствующего отечественного нормативного документа, в полной мере нормирующего требования, условия и область применения каждого метода. Создание методических рекомендаций по горячей регенерации асфальтобетонных покрытий для расширения применения технологий горячей регенерации при реконструкции и ремонте дорог в РФ, а также повышения качества работ и снижения стоимости их производства, за счет создания условий для обеспечения жизненного цикла дороги с минимальными затратами, является необходимым для распространения технологий горячей регенерации.

Литература

1. ОДМ 218.3.004-2010. Методические рекомендации по профилированию асфальтобетонных покрытий / Федеральное дорожное агентство. М., 2011. URL: <http://meganorm.ru/Data2/1/4293800/4293800247.htm> (дата обращения: 20.03.2017).

2. СТО НОСТРОЙ 2.25.49-2011. Ремонт асфальтобетонных покрытий автомобильных дорог. Часть 3. Восстановление изношенных покрытий. М.: Издательство БСТ, 2012. 19 с.

3. СТО 017 НОСТРОЙ 2.25.158-2015. Горячая регенерация асфальтобетонных конструктивных слоев для устройства оснований дорожных одежд. Правила, контроль выполнения и требования к результатам работ. М.: НП «МОД «СОЮЗДОРОСТРОЙ», 2015. 58 с.

4. Методические рекомендации по оценке эффективности инвестиционных проектов (вторая редакция). Официальное издание / руководители авторского коллектива В. В. Коссов, В. Н. Лившиц, А. Г. Шахназаров. М.: Экономика, 2000. 421 с.

УДК 69.07

Александр Владимирович Квитко, канд. техн. наук,
доцент

Виктор Андреевич Шендрик, аспирант
(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

Viktor Andreevich Shendrik, post-graduate student
(Saint Petersburg State University
of Architecture and Civil Engineering)
E-mail: kvitko.67.67@mail.ru,
vicinshendrik@yandex.ru

ИСПЫТАНИЯ СТЕКЛОПЛАСТИКОВОЙ ТРУБЧАТОЙ КОНСТРУКЦИИ НА ГОРИЗОНТАЛЬНУЮ НАГРУЗКУ

LATERAL LOAD TESTING OF FIBERGLASS TUBULAR STRUCTURES

Статья посвящена вопросу появления композиционных материалов в различных отраслях промышленности. Подчеркнуты их преимущества и основные сферы успешного применения. Повествуется об областях возможного перспективного применения. Перечислены основные достоинства перед известными и традиционно применяемыми материалами. Проанализированы причины, препятствующие внедрению композиционных материалов в строительстве и машиностроении, а также рассмотрены последствия этих причин. Сообщается о проведении испытания трубчатой конструкции из стеклопластика на горизонтальную нагрузку. Приводятся результаты этого эксперимента.

Ключевые слова: композиционные материалы, экспериментально-теоретическое обоснование, нормативная база, проведение испытаний, внедрение новых материалов.

The article is dedicated to the appearance of composite materials in various industries. Their advantages and main fields of successful application are specified. Potential prospective application of composite materials is discussed. Main advantages over the known conventional materials are listed. Causes preventing the introduction of composite materials in construction and mechanical engineering are analyzed, their consequences are considered. Results of lateral load testing of fiberglass tubular structures are reported.

Keywords: composite materials, experimental and theoretical justification, regulatory system, testing, introduction of new materials.

Композиционные материалы (КМ) постепенно отвоевывают свою нишу у традиционно применяемых железобетона, металлов и сплавов. Уже несколько десятилетий сфера применения композитов вышла за рамки дорогостоящей космической промышленности. Машиностроение и строительные отрасли также используют их преимущества, такие как долговечность, легкость, стойкость к агрессивным средам. С увеличением объемов производства стоимость перестает быть чрезмерно высокой и способна конкурировать на рынке материалов. Однако существуют сложности, замедляющие эту положительную тенденцию, в том числе и в строительстве. В данной статье речь идет о полимерных композитных материалах, в составе которых стекловолокно и полиэфирная смола.

Один из сдерживающих факторов – плохая изученность композиционных материалов. На первый взгляд, такой проблемы не должно существовать, так как в нашей стране существует много летательных и плавательных аппаратов, сооружений и механизмов, в которых большая часть составных элементов выполнена из композитов. Проблема несколько глубже.

Во-первых, высокотехнологичные разработки космической и военной промышленности засекречены и остальным научным и производственным специалистам рассчитывать на их опыт применения не приходится.

Во-вторых, при создании изделия из композиционных материалов одновременно создается и материал, и конструкция. В связи с этим сложно внедрять общеконструктивно-технологические решения для разных проектов, но приходится разрабатывать армирование изделия каждый раз под конкретную задачу, сужая до минимума спектр применения данного изделия.

В-третьих, для создания изделий из композиционных материалов специалист должен обладать весьма обширными знаниями и опытом в различных сферах (химия, материаловедение, технология производства, строительная механика и конструирование и многие другие), коих немало. Либо приходится сводить несколько технических и инженерных работников, исследователей для работы над одним проектом, что зачастую непросто.

В-четвертых, экспериментально-теоретическая изученность и обоснование работы композитов пока намного меньше, чем традиционных материалов. Одна из причин этого – каждое предприятие частное и работает только на себя, главная цель коммерческая, а не технический прогресс, отсутствие взаимодействия с научными институтами. Кроме того, сырье для производства композитов производят компании, также конкурирующие между собой, включая и зарубежные. Технологическими параметрами все между собой делятся неохотно, ведь это коммерческая тайна, дают их неточные ради своих целей. Для достоверных сведений необходимо все проверять самим экспериментально.

Вследствие недостаточной изученности стоит на месте следующий важный фактор сдерживания внедрения композиционных материалов – отсутствие полноценной нормативной базы. Это полностью исходит из предыдущей проблемы. В нормах, стандартах и правилах четко прописываются технологии производства, материалы и их характеристики (которые производителям невыгодно раскрывать). В этих руководящих документах указываются методики расчетов, формулы и возможные допущения при проектировании и сборке/строительстве объекта.

Согласно действующему Федеральному закону № 384 от 30 декабря 2009 г. [1], здания и сооружения должны удовлетворять требованиям: надежности, безопасности и долговечности. И композиционные материалы обладают достаточной надежностью и прочностью. Но на данном этапе проектирование такого гарантировать не может, так как не обладает для этого достаточными данными. Производители готовы изготовить за вознаграждение любое изделие, дать на него гарантию, но не характеристики и расчеты. Юридической основы для применения композитов нет.

В итоге технический прогресс по данному направлению замедляется, преимущества композиционных материалов не реализовываются, проекты строятся по старым технологиям, зачастую неэкономичным по меркам современности. Это на руку бизнесменам, продающим старые технологии, что является еще одним фактором сдерживания.

Проблема достаточно обширна, чтобы описывать ее полностью. Нам кажется, что для ускорения процесса внедрения композитов необходимо полное экспериментально-теоретическое обоснование хотя бы отдельного конструктивного решения. Чем больше возможностей, тем больше реализованных проектов. На это и была направлена описываемая экспериментальная работа.

Ранее сообщалось о проведении испытаний трубчатых изделий из композиционных материалов на сжатие [2]. Трубы подвергались вертикальному давлению, данные свидетельствовали о достаточной несущей способности для применения в строительстве. Далее было принято решение о необходимости проведения испытаний на горизонтальную нагрузку.

23 декабря 2016 г. в ЗАО «Сафит» при участии представителей кафедры АДМТ СПбГАСУ была проведена экспериментальная работа в рамках определения прочности конструкции из композиционных материалов на горизонтальную нагрузку. Конструкция представляла собой ступенчатую колонну из композитных труб разного сечения. Чем больше высота, тем больше возникает изгибающий момент, а практика показывает, что при больших нагрузках выгоднее переходить на ступенчатые колонны [3]. Поскольку испытывать колонну общей высотой 7 метров затруднительно, для удобства решили расположить ее горизонтально. Положение образца и габариты показаны на рис. 1.

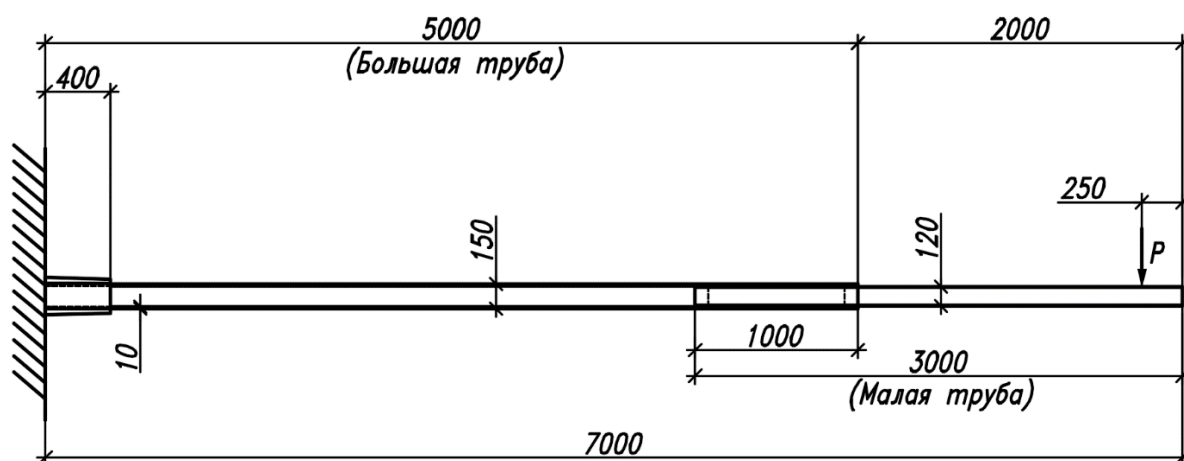


Рис. 1. Схема испытания образца на горизонтальную нагрузку (буквой Р обозначено место воздействия на образец)

Способ, которым получены составные элементы, трубы из композиционных материалов, называется филаментная (прерывистая) намотка. Филаментная намотка – это технологический процесс изготовления деталей из композиционных материалов методом укладки в строгом геометрическом порядке на поверхность оправки нити или ленты, пропитанной композитной смолой. Оправка вращается, раскладчик нити совершает возвратно-поступательные движения по горизонтали, а сила натяжения нити может меняться. В качестве материала намотки чаще всего используется стекловолокно или углеродная нить, покрытые синтетической смолой – в данном случае полиэфирной. После достижения требуемых размеров намотанного изделия заготовку с оправкой помещают в печь для высыхания. Когда смола затвердеет, готовое изделие снимают с оправки.

Для заземления стойки такой длины использовалась напольная металлическая конструкция в виде двухстержневой рамы с жестким креплением стержней друг к другу. Стержни сквозные решетчатые в сечении выполнены из прокатных уголков, соединения сварные. Фото установки перед испытанием – рис. 2.

Воздействие нагрузки осуществлялось через металлический канат, закрепленный в точке, как показано на рис. 2. Канат, протянутый через низ металлической конструкции, натягивался лебедкой. Эксперимент проводился управляемым способом, нагрузка увеличивалась на определенную величину, фиксировалась величина нагрузки и прогиб образца, далее опять увеличивали нагрузку, фиксировали данные и так далее. Опыт проводился, пока величина нагрузки не достигла 300 кг, после этого был остановлен (данные приведены в таблице).

На конструкции не проявились видимые характерные признаки межсоединения, фатальные для композитных материалов, в ходе эксперимента не раздавалось характерное для полимерных композиционных изделий потрескивание, предшествующее разрушению.



Рис. 2. Общий вид испытательной установки

Результаты проведения испытания

Нагрузка, кг	Отклонение, мм
50	16
100	36,5
150	47
200	67,5
250	84
300	97

Вывод

Данная конструкция не достигла критического состояния при нагрузке в 300 кг, колонна является работоспособной и возможна для использования в строительстве. Для экспериментального выявления критической нагрузки необходимо продолжить эксперимент на горизонтальное давление трубчатых изделий.

Литература

1. Технический регламент о безопасности зданий и сооружений: Федеральный закон № 384 от 30.12.2009: Принят Государственной Думой Федерального Собрания РФ 23.12.2009; одобрен Советом Федерации Федерального Собрания РФ 25.12.2009. URL: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_95720/ (дата обращения: 15.03.2017).
2. Шендрик В. А., Квитко А. В. Использование композиционных материалов в опорах мостовых сооружений // Вестник гражданских инженеров. 2015. № 6(53). С. 65–69.
3. Беленя Е. И. Металлические конструкции. М.: Стройиздат, 2001. 560 с.

СЕКЦИЯ НАЗЕМНЫХ ТРАНСПОРТНО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ МАШИН

УДК 56.052

Глеб Олегович Алферников, студент магистратуры
Борис Дмитриевич Ефремов, д-р техн. наук,
профессор
(Санкт-Петербургский государственный
архитектурно-строительный университет)
Иван Евгеньевич Чужмар, тренер
по защитному вождению
E-mail: *gleb.rge@gmail.com, bef1944@gmail.com,*
chuzhmarivan@mail.ru

Gleb Olegovich Alfernikov, master's degree student
Boris Dmitrievich Efremov, Dr of Tech. Sci.,
Professor
(Saint Petersburg State University
of Architecture and Civil Engineering)
Ivan Evgenyevich Chuzhmar,
Safety Driving Trainer
E-mail: *gleb.rge@gmail.com, bef1944@gmail.com,*
chuzhmarivan@mail.ru

**ВЫЯВЛЕНИЕ ОСНОВНЫХ ПРИЧИН ДОРОЖНО-ТРАНСПОРТНЫХ
ПРОИСШЕСТВИЙ**

IDENTIFICATION OF MAIN CAUSES OF ROAD ACCIDENTS

Рассматривается проблема низкой квалификации водителей, которая является причиной дорожно-транспортных происшествий. Приводятся результаты статистических исследований причин дорожно-транспортных происшествий. Установлено, что основными причинами являются несоблюдение дистанции и непропускание транспортных средств, имеющих преимущественное право проезда. Предполагается, что эти ошибки связаны с неумением водителей наблюдать за дорогой. Неумение спрогнозировать возможные последствия своего поведения и поведения других участников движения зачастую провоцирует ДТП. Даны рекомендации по наблюдению за дорожной ситуацией, позволяющие снизить риск участия в ДТП.

Ключевые слова: квалификация водителя, статистика ДТП, причины ДТП, дистанция, преимущественное право проезда, наблюдение за дорогой.

A problem of low-skilled drivers, representing one of road accident causes, is considered. Results of a statistical analysis of road accident causes are given. It is established that failure to maintain a distance or let road users with a priority pass are the main causes of road accidents. It is assumed that such mistakes are related to the inability of drivers to assess the situation on the road. Lack of skills in predicting consequences of their own behavior and behavior of other road users often results in road accidents. Recommendations for the assessment of the situation on the road, allowing reducing a risk of being involved in a road accident, are given.

Keywords: driver's skills, road accident statistics, road accident causes, distance, priority, assessment of the situation on the road.

Известно, что в подавляющем большинстве случаев дорожно-транспортных происшествий (ДТП) виноватым является водитель. Так, в Германии количество дорожных происшествий по вине водителя оценивается в 80 %. Для России, где дорожная инфраструктура существенно хуже, эта величина может оказаться даже больше, хотя в литературе признается примерно такой же. Остальное приходится на неисправность транспортного средства, плохое состояние дороги, погодные условия и другие непредвиденные обстоятельства. Нетрудно показать, что большую часть из оставшихся 20 % причин ДТП также можно отнести на счет водителей. Неисправность транспортного средства – во многом виноват водитель: не следит за техническим состоянием автомобиля. То же самое и про состояние дороги. Опытный, квалифицированный водитель сможет безаварийно управлять автомобилем в самых сложных дорожных и погодных условиях. А при полностью непредвиденном событии сможет уверенно остановиться в заданном месте [1–10].

То есть можно утверждать с незначительными допущениями, что в любом ДТП виноват всегда водитель, значит, залог безопасности дорожного движения – это квалифицированные водители.

Для выявления основных причин ДТП мы провели анализ отчетных документов по ДТП с участием сотрудников ряда транспортных компаний Санкт-Петербурга, а также водителей – частных лиц. Также использовались данные базы ГИБДД по ДТП за несколь-

ко последних месяцев. Данные в основном были отобраны по автомобилям, часто эксплуатируемым в Санкт-Петербурге. Все рассмотренные ДТП происходили с легковыми автомобилями популярных марок: «Шкода-Октавия» – 50 %, «Фольксваген-Поло» или «Фольксваген Джетта» – 20 %, «КИА Рио» – 20 %, «Шевроле Лачетти» – 10 %. Анализировались материалы по 100 автомобилям, попавшим в ДТП. Рассматривались последствия аварий и причины, приведшие к ним.

Все ДТП были условно разделены по последствиям аварии на две основных группы: из общего числа ДТП аварии с боковым ударом составили 37 %, то есть немногим более одной трети. Остальные 63 % составили ДТП с фронтальным ударом, то есть с ударом спереди или сзади.

Для анализа причин ДТП все происшествия были условно разделены по следующим основным ситуациям, приведшим к ДТП. Деление производилось на основании квалификации нарушения сотрудниками ГИБДД, отраженной в протоколах.

1. «Не уступил», то есть препятствовал проезду транспортного средства, имеющего право преимущественного проезда в данной дорожной ситуации (не пропустил помеху справа, при перестроении не пропустил автомобили, движущиеся в попутном направлении, при повороте и развороте не пропустил автомобиль, идущий во встречном направлении и др.).

2. «Не соблюдал дистанцию», то есть не имел необходимого расстояния до идущего впереди автомобиля для того, чтобы совершить безопасный избегающий маневр или безаварийно остановиться.

3. «Не справился с управлением автомобилем при движении задним ходом, задел стоящие или движущиеся автомобили».

4. «Не справился с управлением автомобилем» (ударил стоящий автомобиль), маневрируя в пределах двора, то есть в ограниченном пространстве.

Результаты анализа были сведены в таблицу.

Последствия и причины ДТП

Нарушения	Единицы	%	Боковой удар	%	Фронтальный удар	%
Всего	100	100	37	37	63	63
Не уступил	35	35	27	27	8	8
Дистанция	41	41	3	3	38	38
Задний ход	15	15	2	2	13	13
Двор	9	9	5	5	4	4

Анализ полученных результатов показал следующее:

– Большинство боковых ударов происходило по причине «Не уступил», что достаточно очевидно, поскольку, не пропуская автомобиль, имеющий преимущество, водитель сам провоцирует ДТП, подставляет свой автомобиль под удар автомобиля, водитель которого убежден в своем преимущественном праве и потому зачастую не принимает необходимых мер безопасности или просто не успевает совершить необходимый маневр. Причин такого поведения несколько: не оценил опасность складывающейся ситуации, понадеялся, что успеет закончить маневр.

– Нарушение «Дистанция» (несоблюдение дистанции) более характерно для фронтальных ударов, что также очевидно, поскольку, не соблюдая дистанцию, имеется риск не

успеть затормозить, что со своей стороны приводит к фронтальному столкновению или провоцирует идущий сзади автомобиль на столкновение.

– Не очень часто, но встречающиеся ДТП при маневрировании автомобиля в условиях тесного двора, заполненного стоящими или маневрирующими автомобилями, показывают недостаточную квалификацию водителей для управления автомобилем с заданной точностью. Их число невелико (немногом менее 10 %).

– Неожиданно большое количество ДТП, совершаемых при движении автомобилей задним ходом (15 %), говорит о технической неподготовленности водителей к этому маневру. Навыками по точному маневрированию и движению задним ходом можно овладеть на площадке, что делает задачу обучения по данному направлению технически несложной и легко решаемой.

Проведенный анализ показал, что если отбросить недостаточную техническую подготовку водителей в части движения задним ходом и при маневрировании в условиях двора (ограниченного пространства), которая в сумме дает процент ДТП немногим менее 25 % от общего их числа, то основными ошибками вождения следует признать несоблюдение дистанции и столкновение с транспортными средствами, имеющими преимущество в данной дорожной ситуации. Отсюда общий вывод из рассмотренной статистики – водители недостаточно владеют следующими базовыми навыками:

1. Умением наблюдать за дорогой для поддержания безопасной дистанции, чтобы исключить фронтальные удары при нарушении типа «Дистанция».

2. Умением наблюдать за дорогой, для исключения ситуаций с возникновением ДТП по причине «Не уступил».

В сумме, ДТП по этим двум причинам составляют 76 %, то есть более 3/4 от всех ДТП, следовательно, овладение навыками, позволяющими исключить данные ДТП, позволит значительно снизить аварийность и поэтому является основной задачей обучения защитному вождению автомобиля.

Есть несколько правил или приемов, при помощи которых можно улучшить свое положение на дороге, и при этом сделать стиль вождения более безопасным:

– Правило «чаще смотреть вдаль» позволяет водителю заранее обнаружить помеху на дороге (например, припаркованный автомобиль). Поможет спрогнозировать смену сигналов светофора, что, в свою очередь, должно помочь использовать стиль вождения с наименьшим числом лишних ускорений и торможений. Это положительно скажется на расходе топлива, тормозных колодок и ресурсе двигателя. А в части безопасности водитель получит лишнее время – ресурс, которого не хватает каждому водителю.

– «Осматривать перекресток несколько раз» обязательно. Необходимо посмотреть налево-направо-налево, даже имея преимущество перед другими автомобилями, чтобы своевременно обнаружить «Скорую помощь» или пожарную машину, либо тех, кто едет на запрещающий сигнал светофора. Причем делать это необходимо до выезда на перекресток. При первом взгляде можно и не заметить потенциальную опасность, поэтому осмотреться необходимо несколько раз. Если скорость транспортного средства-помехи будет высокой, то риск пропустить или не заметить его становится еще больше. Обязательно делать осмотр «прямым» взглядом, а не боковым зрением, как делают некоторые водители (боковое зрение не успеет зафиксировать быстрое движение). Поэтому осмотр делается несколько раз и только прямым взглядом. Осмотр делается настолько заранее, чтобы в случае обнаружения приближающейся помехи нам хватило бы места чтобы сманеврировать.

– «1-2-3-поехали!». Это правило необходимо выполнять перед тем, как начать движение, чтобы в момент паузы осмотреть перекресток. Или, если видимость ограничена, дать возможность освободить перекресток тем, кто нарушает правила. Также этот прием позволяет создать себе безопасную дистанцию до автомобиля спереди, увидеть, что находится под ним (например, люк или кирпич). Часто, стартуя одновременно, один из води-

телей применяет торможение, потому, что не заметил или поздно обнаружил помеху, а автомобиль, который ехал сзади в этот момент ускоряется – происходит ДТП типа «паровозик». Поэтому нужно стартовать только после паузы: «1-2-3-поехали!».

– Принцип «колеса на капоте» касается определения дистанции до впереди стоящего автомобиля, не привставая при этом с кресла. Желательно при остановке видеть задние колеса остановившегося перед вами автомобиля – такая дистанция позволит объехать спереди стоящий автомобиль, если он сломался или не движется по каким-либо иным причинам, а также даст запас по расстоянию, если он покатится назад. Такая дистанция также позволит не дышать выхлопными газами и убережет от возможности двойного столкновения в случае удара в ваш автомобиль сзади.

– «Правило 3 секунд» определяет безопасную дистанцию в движении. Обычно рекомендуют измерять безопасную дистанцию двумя секундами движения, но этого недостаточно – автомобиль спереди может иметь лучшую тормозную динамику, или его водитель может среагировать быстрее – он, в отличие от вас, видит препятствие и реагирует быстрее (в среднем за 0,5 секунд против 1,5 секунд вашей реакции). Следовательно, когда машина спереди уже тормозит, водитель сзади еще только переносит ногу с газа на тормоз.

– «Защита от удара сзади» – это действия водителя, которые должны ему поспособствовать в случае угрозы наезда на автомобиль сзади (например, если ваш автомобиль первый перед перекрестком или, наоборот, последний в очереди машин).

– «Капсула безопасности» (поддержание безопасного интервала и дистанции для обеспечения себе места для маневра в движении).

Водитель, особенно профессиональный, должен не просто перемещаться из пункта А в пункт Б, но при этом поддерживать хороший скоростной темп, менять скорость плавно, с минимальным расходом топлива и максимальным комфортом для пассажира – и все это при условии соблюдения безопасности. А это возможно только в случаях с хорошо отлаженной техникой наблюдения за дорогой, которая позволит грамотно выбрать расположение автомобиля на дороге, его скорость и режим работы двигателя.

Литература

1. Горев А. Э., Олещенко Е. М. Организация автомобильных перевозок и безопасность движения. М.: ИД Академия, 2006. 256 с.
2. Правила дорожного движения. М.: ЭКСМО, 2013. 96 с.
3. Волгин В. В. Навыки защитного вождения автомобиля. М.: Дашков и Ко, 2010. 98 с.
4. Каминский А. Мастер вождения автомобиля. М.: Манн, Иванов и Фербер, 2014. 227 с.
5. Горбачев М. Г. Самоучитель безопасного вождения. Современный стиль. М.: Престиж книга; РИПОЛ классик, 2006. 288 с.: ил.
6. Кузнецов В. А. Ментальная подготовка кандидатов в водители: новая философия обучения. Ижевск, 2010. 114 с.
7. Ваганов В. И., Пинт А. А. Самоучитель безопасной езды. М.: Знание, 1991. 240 с.
8. Шухман Ю. И. Учебник водителя. Основы управления автомобилем и безопасность движения. М.: За рулем, 2007. 165 с.
9. Пегин П. А. Безопасность движения и безопасное поведение на дороге в течение жизни // Ученые заметки ТОГУ. 2014. Том 5. № 2. С. 218–221. URL: http://pnu.edu.ru/media/ejournal/articles-2014/TGU_5_87_1.pdf (дата обращения: 26.02.2017).
10. Пегин П. А., Карев В. Ф., Карева В. В. Обеспечение безопасности дорожного движения в сложных погодных-климатических условиях: монография. Хабаровск: Изд-во Тихоокеанского гос. ун-та. 2016. 272 с.

УДК 656.13

Александр Александрович Белехов, ст. преподаватель
(Санкт-Петербургский государственный
архитектурно-строительный университет)
E-mail: ibddgasu@gmail.com

Aleksandr Aleksandrovich Belehov, Senior Lecturer
(Saint Petersburg State University
of Architecture and Civil Engineering)
E-mail: ibddgasu@gmail.com

**ПРОВЕРКА БЕЗОПАСНОСТИ КОНСТРУКЦИИ ТРАНСПОРТНОГО СРЕДСТВА
С ВНЕСЕННЫМИ ИЗМЕНЕНИЯМИ КАК ЭЛЕМЕНТ КОНТРОЛЯ ТЕХНИЧЕ-
СКОГО СОСТОЯНИЯ**

**STRUCTURAL SAFETY INSPECTION OF A MODIFIED VEHICLE AS AN ELEMENT
OF TECHNICAL CONDITION MONITORING**

В статье рассмотрена актуальность вопроса проверки безопасности конструкции транспортного средства с внесенными изменениями и его влияния на безопасность дорожного движения. Рассмотрены параметры, контролируемые при проведении технического осмотра транспортных средств и при проверке безопасности конструкции. Предложены пути повышения эффективности процедуры проверки безопасности конструкции. Показана возможность объединения процедур технического осмотра и проверки безопасности конструкции для оптимизации решения задач по повышению безопасности дорожного движения. Совместно с этим решается вопрос о наличии ответственного за осуществление допуска транспортного средства с внесенными в его конструкцию изменениями к эксплуатации.

Ключевые слова: внесение изменений, техническое состояние, автотранспортное средство, технический осмотр, конструкция, контроль.

A pressing issue of structural safety inspection of a modified vehicle and its influence on traffic safety is considered in the article. Parameters checked during vehicle inspection and structural safety inspection are reviewed. Methods for improvement of structural safety inspection efficiency are proposed. A possibility of combining procedures of vehicle inspection and structural safety inspection to optimize solution of problems related to traffic safety enhancement is shown. A task of assigning a person responsible for release of a modified vehicle to service is addressed.

Keywords: modification, technical condition, vehicle, vehicle inspection, design, monitoring.

В процессе эксплуатации автотранспортных средств (далее – транспортных средств или ТС) существенную роль играет поддержание их технического состояния на должном уровне. В целях контроля за техническим состоянием транспортных средств применяется система технического осмотра или контроля технического состояния автотранспортных средств. Данная система направлена, в первую очередь, на выявление параметров или характеристик транспортного средства, не удовлетворяющих существующим нормативам.

В ходе выполнения контроля, проверяются следующие показатели, влияющие на безопасность дорожного движения: состояние рулевого управления; состояние рабочей и стояночной тормозной системы, показатели ее эффективности; содержание загрязняющих веществ в отработавших газах; наличие и режим работы внешних световых приборов, а также регулировку пучка света фар; состояние колес и шин; наличие и исправная работа стеклоочистителей и стеклоомывателей и т. д. [1].

Стоит отметить, что транспортные средства, в конструкцию которых вносятся изменения, также должны проходить процедуру технического осмотра [2]. Так, Технический регламент Таможенного союза «О безопасности колесных транспортных средств» (далее – ТР ТС), предлагает следующую двухступенчатую процедуру контроля за внесенными в конструкцию ТС изменениями. Вначале должна проводиться проверка безопасности конструкции транспортного средства, а после – процедура технического осмотра [3]. Схема контролируемых параметров представлена на рисунке.

Как следует из представленной схемы, обе процедуры направлены на контроль за техническим состоянием ТС, а в дальнейшем – и за безопасностью дорожного движения. Однако у данного разделения существует ряд недостатков:

- отсутствие номенклатуры контролируемых параметров при проверке безопасности конструкции ТС с внесенными в конструкцию изменениями;
- дублирование отдельных функций технического осмотра при проведении проверки безопасности конструкции;
- разделение контроля технического состояния ТС с внесенными изменениями на два этапа приводит к усложнению процедуры регистрации изменений;
- отсутствие ответственности за влияние внесенных изменений на безопасность дорожного движения.



Схема параметров, контролируемых при проверке безопасности и техническом осмотре

Учитывая вышеперечисленные недостатки, стоит отметить ряд действий, необходимых к принятию, для их устранения. Одним из первоочередных действий может выступить четкое определение того, каким образом должна проходить процедура проверки безопасности конструкции транспортного средства с внесенными изменениями. На сегодняшний день, испытательные лаборатории, аккредитованные на право проверки, осуществляют ее в форме технической экспертизы – анализа конструкции транспортного средства и технической документации на него без проведения испытаний [4]. Однако это не позволяет адекватно оценить влияние внесенных изменений на безопасность, поскольку изменения, отраженные в документах, зачастую не соответствуют действительности.

Возможная форма проведения проверки безопасности конструкции ТС – в виде проведения испытаний, направленных на оценку соответствия внесенных изменений требованиям безопасности, действующим на момент выпуска транспортного средства в обращение. Список возможных контролируемых параметров при некоторых изменениях, вносимых в конструкцию транспортных средств [5], приведен в таблице.

Стоит отметить, что это далеко не полный список изменений, вносимых в конструкцию, однако он позволяет понять, какие виды испытаний и контроль каких параметров поможет дать оценку влияния данных изменений на безопасность дорожного движения.

Параметры, контролируемые при внесении изменений в конструкцию ТС

Вид внесения изменений в конструкцию ТС	Контролируемые параметры	Нормативный документ на метод испытаний
Монтаж газобаллонного оборудования (ГБО).	1. Нагрузка на оси. 2. Комплектность. Предписания в отношении установки ГБО. 3. Герметичность. Содержание вредных веществ в отработавших газах.	ГОСТ Р 52389-2005 Правила ЕЭК ООН № 67-01 (р. 17) ГОСТ Р 54942-2012
Монтаж дополнительных пассажирских сидений (до общего количества не более восьми, включительно). Перепланировка пассажирского салона, в ТС категорий М ₂ и М ₃ .	1. Нагрузка на оси. 2. Категория ТС. 3. Наличие окон в пассажирском салоне, наличие и расположение аварийных выходов, отделка пассажирского салона, расположение пассажирских сидений и т. д. 4. Наличие и крепление ремней безопасности.	ГОСТ Р 52389-2005 ТС ТР 018/2011 (прил. 1, таблица 1) Правила ЕЭК ООН № 52-01 (п.п.5.1, 5.2, 5.3, 5.6.1, 5.6.2, 5.6.8, 5.6.9, 5.6.11, 5.7-5.11, прил. 3) Правила ЕЭК ООН № 16-06 (прил. Т)
Демонтаж сидений	1. Нагрузка на оси 2. Категория ТС. 3. Наличие перегородки, элементов для крепления груза, заглушек в местах крепления демонтированных сидений, элементы защиты на окна.	ГОСТ Р 52389-2005 ТС ТР 018/2011 (прил. 1, таблица 1)
Замена двигателя	1. Нагрузка на оси. 2. Экологический класс установленного ДВС должен быть не ниже, чем у демонтированного двигателя. 3. Комплектность, надежность крепления ДВС, навесного оборудования. 4. Основные параметры ДВС. 5. Герметичность системы питания и системы выпуска отработавших газов. Содержание вредных веществ в отработавших газах. 6. Внешний шум.	ГОСТ Р 52389-2005 ТС ТР 018/2011 Представленные документы на ДВС ГОСТ Р 52160-2003 ГОСТ Р 52033-2003 ГОСТ Р 54942-2012 Правила ЕЭК ООН № 51-02 (р. 6, прил. 3)
Монтаж дополнительных топливных баков	1. Нагрузка на оси. 2. Габаритные размеры ТС. 3. Расположение и крепление топливных баков. 4. Герметичность системы питания.	ГОСТ Р 52389-2005 ГОСТ 22748-77 ТС ТР 018/2011 (прил. 9) ГОСТ Р 52160-2003 ГОСТ Р 52033-2003

Еще одним возможным изменением процедуры может стать объединение процедуры оценки безопасности конструкции ТС с техническим осмотром. Это позволит обратить более пристальное внимание на контролируемые параметры при выполнении оценки безопасности и инструментального контроля, а также сократит материальные издержки [6].

Таким образом, для оптимизации задач, связанных с проверкой безопасности конструкции транспортного средства с внесенными изменениями, целесообразно рассматривать данную процедуру как этап контроля технического состояния ТС. Это позволит решить ряд поставленных задач:

- повысить эффективность проверки безопасности – не как формальной процедуры, а как полноценного этапа регистрации вносимых в конструкцию транспортных средств изменений;

- объединить две процедуры: технического осмотра и проверки безопасности конструкции транспортного средства – для проведения более глубоких и полных исследований в отношении внесенных изменений.

При решении данных задач также будет предоставлена возможность определения лица, ответственного за разрешение допуска к эксплуатации транспортного средства, конструкция которого не удовлетворяет требованиям действующих нормативов.

Литература

1. Мороз С. М. Диагностирование при государственном техническом осмотре и техническом обслуживании автомобилей. М. – Н. Новгород: НГТУ, 2002. 330 с.
2. Белехов А. А. Научные аспекты расчетно-аналитической оценки допустимости внесения изменений в конструкцию автотранспортных средств, находящихся в эксплуатации // Актуальные проблемы безопасности дорожного движения: материалы 68-й Международной научно-практической конференции студентов, аспирантов, молодых ученых и докторантов / СПбГАСУ. СПб., 2015. С. 56–60.
3. Белехов А. А., Горшков А. Н. Разработка алгоритма проведения оценки возможности внесения изменений в конструкцию транспортных средств, находящихся в эксплуатации // Вестник гражданских инженеров. 2016. № 6(59). С. 182–187.
4. ТР ТС 018/2011. О безопасности колесных транспортных средств: Технический регламент Таможенного союза [Электронный ресурс]: утвержден решением Комиссии Таможенного союза от 9 декабря 2011 г. № 877. 465 с. URL: [http://webportalsrv.gost.ru/portal/GostNews.nsf/acaf7051ec840948c22571290059c78f/9fe752e7e38cc18e44257bde0024e7d4/\\$FILE/TR_TS_018-2011_text.pdf](http://webportalsrv.gost.ru/portal/GostNews.nsf/acaf7051ec840948c22571290059c78f/9fe752e7e38cc18e44257bde0024e7d4/$FILE/TR_TS_018-2011_text.pdf) (дата обращения: 25.03.2017).
5. Евтюков С. А., Лукьянов С. В. Методика оценки контролируемых параметров транспортных средств после внесения изменений в их конструкцию / СПбГАСУ; Испытательная лаборатория «ЦЭБ» ИБДД. СПб., 2015. 22 с.
6. Белехов А. А., Евтюков С. А. Совершенствование методов предварительной технической экспертизы как первый этап определения возможности внесения изменений в конструкцию транспортных средств // Вестник гражданских инженеров. 2016. № 6(59). С. 239–245.

УДК 539.4

Орифшон Кобилович Бобобеков, аспирант
(Санкт-Петербургский государственный
архитектурно-строительный университет)
E-mail: *orifjon-1986@mail.ru*

Orifjon Kobilovich Bobobekov, post-graduate student
(Saint Petersburg State University
of Architecture and Civil Engineering)
E-mail: *orifjon-1986@mail.ru*

ФОРМИРОВАНИЕ ПАРКА ДОРОЖНЫХ И КОММУНАЛЬНЫХ МАШИН ГОРОДА ДУШАНБЕ

ESTABLISHMENT OF A FLEET OF ROAD AND MUNICIPAL VEHICLES IN DUSHANBE

Душанбе обладает удовлетворительными ремонтными мощностями для обеспечения эффективной работы растущего парка. Однако формирование условий их рабочей способности нуждается в техническом переоборудовании эксплуатационных и ремонтных предприятий и обеспечении предприятий специализированными информационными системами, увеличении уровня объединения. Для восстановления технической базы парка дорожных и коммунальных машин необходимо увеличить их технический уровень и конкурентоспособность, необходимы инвестиционные ресурсы.

Пятилетняя программа 2016–2020 гг. по реконструкции автомобильных дорог города Душанбе предусматривает повышение объемов в несколько раз. В связи с повышением объемов строительно-монтажных работ требуется увеличение мощности парка машин.

Ключевые слова: формирование, парк дорожных и коммунальных машин, развитие, обновление, условия.

Dushanbe possesses satisfactory maintenance capacities ensuring efficient operation of the growing fleet. However, to ensure the operating capability of vehicles, it is necessary to retrofit operation and repair facilities and provide them with specialized information systems, increase the level of unification. To restore the maintenance

base of the fleet of road and municipal vehicles, it is necessary to increase their performance and competitive ability, attract investment resources.

The five-year program of 2016–2020 for reconstruction of Dushanbe motor roads provides for a several-fold increase in volumes of construction and installation operations. Due to such increase, fleet capacities shall be increased as well.

Keywords: establishment, fleet of road and municipal vehicles, development, replacement, conditions.

По данным гостехнадзора города, в парке дорожных и коммунальных машин (ДиКМ) находятся около 400 единиц техники советского и зарубежного производства, из них примерно 60 % техники 1980–1990-х гг. прошлого века выпуска.

Данные сведения являются оценочными, поскольку сюда не включены машины частных владельцев. Несмотря на это, существуют некие разногласия, так как на дорожно-эксплуатационные управления действует главное требование в комплектовании парка ДиКМ. Структура парка ДиКМ в городе Душанбе представлена на рис. 1.



Рис. 1. Структура парка ДиКМ в городе Душанбе

Улучшение финансового состояния дорожно-эксплуатационные управления с 2008 по 2014 г. может отражаться на приобретении коммунальной, дорожной техники и оборудования за счет вложения личных средств (к примеру, в России стоимость комбинированной машины КО-829 на базе (КАМАЗ-65115-3081-23) ЕВРО-4 составляет от 2 865 200 до 4 318 800 рублей). Следовательно, вкладывать в развитие предприятия личные сбережения довольно сложно и невыгодно [1].

Наряду с очень высокой стоимостью техники и удаленности Таджикистана от машиностроительных производств, состав парка ДиКМ не подвергался обновлению более 20 лет, а также подходит к фактическому износу, при этом можно наблюдать сохранение динамики к уменьшению количества техники до 2008 г. (рис. 2 и 3).

На основании своего износа парк ДиКМ нуждаются в повышении денежных затрат на модернизацию технической базы. Вместе с тем предприятия не предпринимают попыток к планированию действий по техническому обслуживанию и ремонту, используют все возможности перемещения техники с этих предприятий на другие. К тому же не исключаются и другие варианты.

Это является подтверждением того факта, что в условиях нехватки денег руководство строительных предприятий вынуждено заниматься, прежде всего, обновлением пар-

ка. А сохранение в рабочем режиме имеющего парка машин остается в стороне. То есть для этого не выделяется финансов.

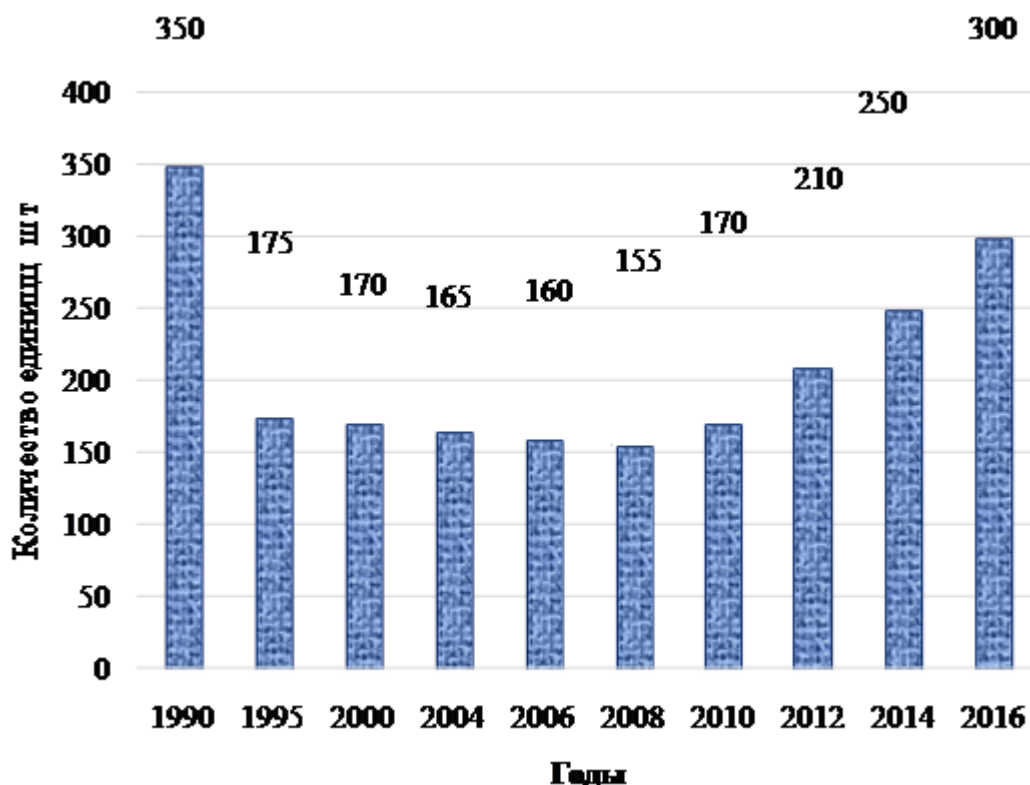


Рис. 2. Общая динамика изменения парка ДиКМ

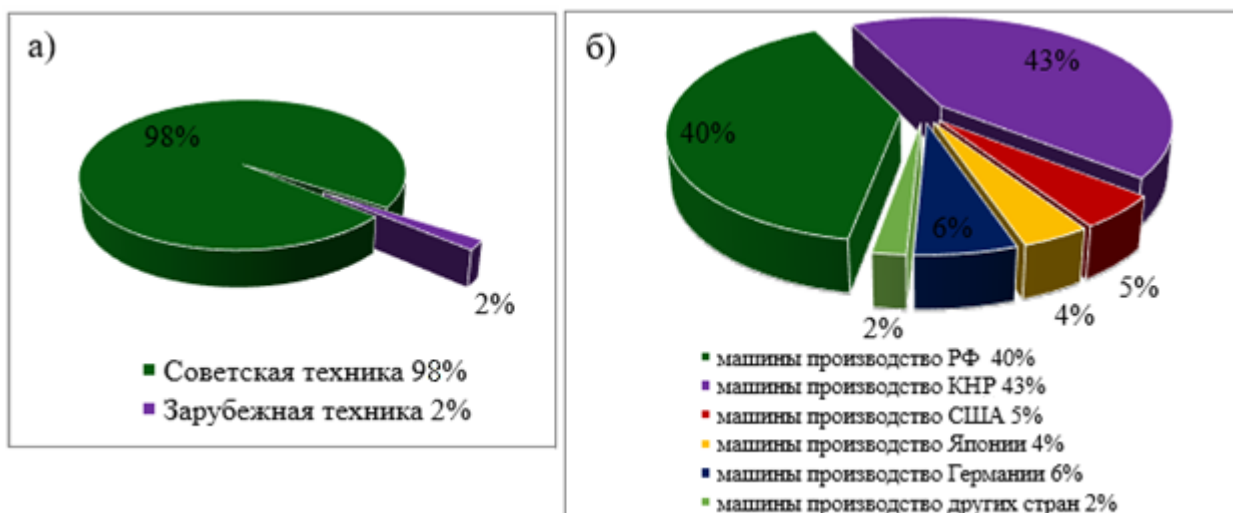


Рис. 3. Соотношение отечественной и импортной техники:
 а – доля иностранной техники в 1991 г.; б – доля иностранной техники в 2014 г.

Проблема обслуживания существующего парка ДиКМ, находящихся в рабочем состоянии, можно решить путем массовой смены устаревших машин или модернизации, ремонта текущих машин. К тому же недостаточно высокопрофессиональных кадров для ремонта существующего парка ДиКМ.

Для каждого рассмотренного выше способа необходимо внесение различных финансовых ресурсов. Как правило, процесс реализации первого варианта требует в не-

сколько раз больше ресурсов, по сравнению со вторым. Сложное финансовое положение большинства строительных предприятий объективно вынуждает прибегнуть в ближайшие годы ко второму способу [1].

Парк ДиКМ города Душанбе характеризуется следующими свойствами:

- значительное увеличение среднего возраста машин в парке в том случае, если методика обновления не дает решающего значения в общем показателе эксплуатационных свойств;
- значительно старение техники с моральной и физической точки зрения;
- снижение финансовых затрат на развитие парка в результате нехватки финансов у предприятий.

Несоответствие парка ДиКМ поставленным целям распознается в ходе ее обширного анализа.

Таблица 1

Количество ДиКМ на ДЭУ в период 01.01.2016 г.

№ п/п	Тип машин	Количество, единица	С истекшим сроком службы, %
1	Дорожные машины	180	64
2	Комбинирование машины	110	67,2
3	Остальные	10	-
	Итого	300	

Таблица 2

Сроки эксплуатации ДиКМ

№ п/п	Тип машин	Кол, ед.	Нормативный срок службы, лет	Средний возраст машин, лет	Фактический срок эксплуатации					
					Лет, единица					
					4	6	8	10	12	Более 12
1	Экскаваторы	30	9	15-20	2	1	2	3	5	17
2	Самосвалы	80	12		-	5	6	10	19	40
3	Комбинирование машины	110	10		3	8	10	18	28	43
4	Погрузчики	30	8		2	2	2	5	9	10
5	Автокраны	25	16		-	1	1	2	4	17
6	Автогрейдеры	15	10		-	1	2	2	4	6
7	Остальные	10	-		-	-	-	2	3	5
	Итого	300	-		7	18	23	42	72	138

По данной информации становится ясно, что большинство машин в парке со сроком эксплуатации более 15–20 лет.

Исходя из вышеизложенного, рассматриваемый парк ДиКМ города нуждается в полномасштабном обновлении по причине существенного износа техники.

Жизненным циклом парка ДиКМ является период времени от момента его становления до полной или частичной его ликвидации. В ходе жизненного цикла у предприятия может меняться владелец, оно репрофилируется на другую деятельность. Помимо всего прочего, могут наблюдаться и иные изменения [1].

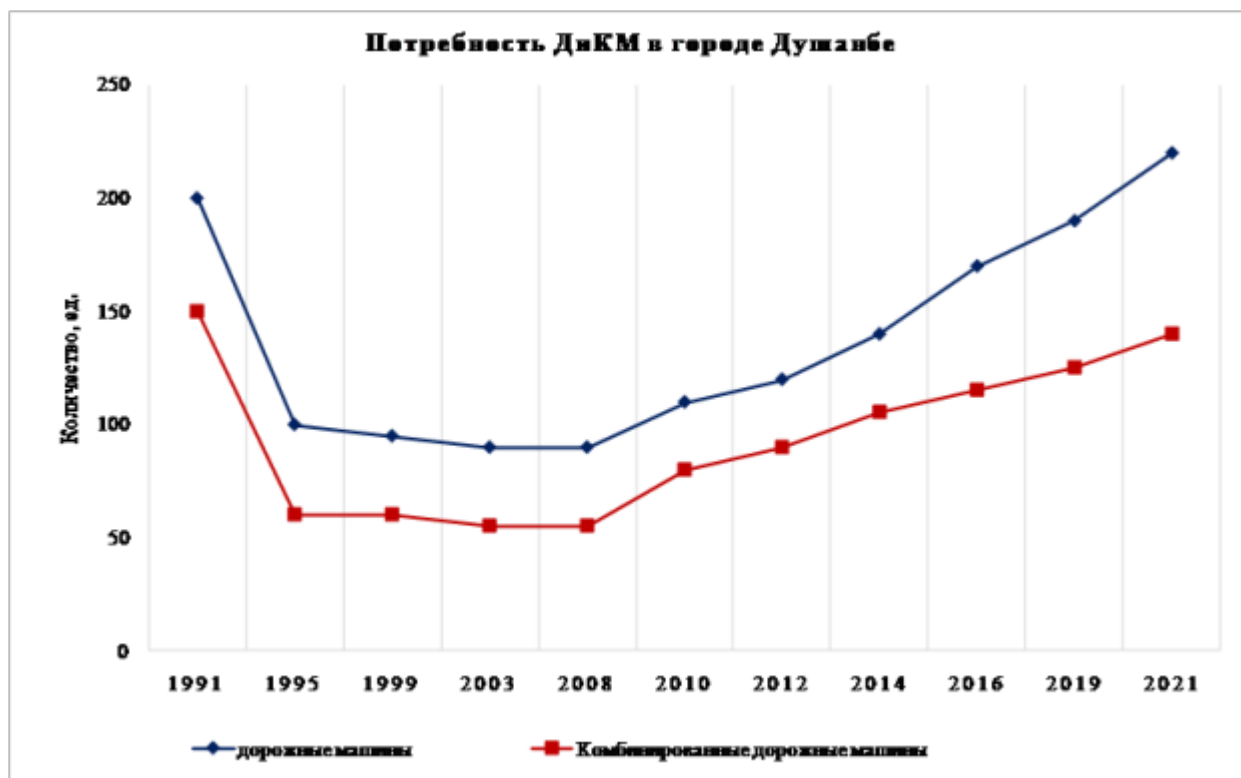


Рис. 4. Потребность ДиКМ до 2021 г.

Когда описывается развитие парка ДиКМ, рассматривают определенные стадии жизненного цикла, которые заключаются в следующем:

- процесс формирования, где могут создаваться производственные мощности организации (компании, фирмы, предприятия) с целью выполнения конкретных работ или производственных программ;
- процесс развития, который можно связать с увеличением производственных мощностей, предпосылками которого является увеличение парка ДиКМ посредством строительного оборудования. Стоит отметить, что в данном контексте оно может быть куплено, взято в аренду, в лизинг и т. д.;
- процесс адаптации, при котором парк ДиКМ перестраивается на выполнение прочих сложнейших, монтажных и технологических работ;
- процесс ликвидации, представляющий собой процесс распродажи ДиКМ по остаточной стоимости.

Данное выделение рассмотренных выше стадий отражает главные особенности, которые связаны со становлением и развитием парка ДиКМ.

Ниже, на рис. 5, можно наблюдать возможные методы развития парка ДиКМ. Рассмотрим более детально некоторые аспекты данных методов [2].

Процесс «формирование – развитие – адаптация» относится к более благоприятному в то время, когда выполненная процедура производства (или определенный вид продукции) превращается в востребованный рынок. При этом объем выполненных работ возрастает, и это требует наращивания производственной базы и увеличения размеров парка ДиКМ. В процессе расширения осваиваются новые виды дорожных и монтажных работ, вследствие чего требуется адаптация парка ДиКМ к ее реализации [3].

Стадия «формирование – адаптация» целесообразна в том случае, когда у работы незначительный спрос, необходимо освоить новые виды дорожных и монтажных работ,

технологий. К тому же, парк ДиКМ необходимо привести в регламент согласно новым условиям.

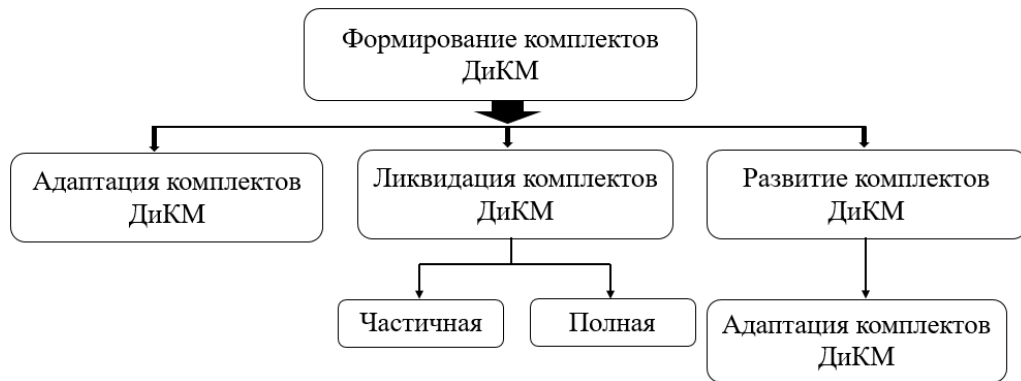


Рис. 5. Сценарий развития парка ДиКМ

Самой эффективной и благоприятно можно считать стадию «формирование – ликвидация», поскольку здесь принимаются необходимые решения о ликвидации парка ДиКМ.

Процесс становления парка заключается в разработке новых производственных мощностей с целью организации осуществления производственной программы и объемов работ.

На рис. 6. можно увидеть алгоритм процесса формирования парка ДиКМ [3].



Рис. 6. Алгоритм формирования парка ДиКМ

Декомпозиция работ заключается в выделении определенных типов и методов работ относительно конкретной техники (дорожные машины, комбинированные машины и т. д.). В ходе выбора типов, размеров и числа техники необходимо определить фонд времени производственного цикла и масштабы выполняемых работ по следующей формуле:

$$N_{\text{норм},i} = \frac{V_{\text{год}}}{T_{\text{год},i}}, \quad (1)$$

где $N_{\text{норм},i}$ – потребное число единиц техники i -го типоразмера; $V_{\text{год}}$ – годовой объём группы строительного-монтажных работ определённого вида и типа; $T_{\text{год},i}$ – годовой фонд времени работы техники i -го типоразмера, определяемый из зависимости $T_{\text{год},i} = D t_{\text{см}} K_{\text{см}}$ (где, D – число рабочих дней в году, $t_{\text{см}}$ – продолжительность смены); $K_{\text{см}}$ – коэффициент сменности.

Для процесса формирования данной задачей можно считать разработку парка ДикМ, которые способны реализовать заданный объём работ при присутствии определенных ограничений.

В процессе развития главным является обеспечение увеличения производственных мощностей посредством увеличения или смены ДикМ.

Процесс развития отвечает ситуации, когда зарождается потребность в возрастании или в расширении объёма производимых работ.

Перед парком ДикМ стоит задача увеличения объёмов производимых работ. Это может быть достигнуто теми способами и методами, которые указаны в табл. 3 [4].

Годовой объём работ i -й группы, который мог выполнить парк ДикМ в исходном состоянии, составляет:

$$V_{\text{год},i} = N_{\text{исх},i} T_{\text{год}} П_{\text{ср},i}, \quad (2)$$

где $N_{\text{исх},i}$ – количество единиц техники i -го типоразмера в исходном (или существующем) парке; $T_{\text{год}}$ – годовой фонд времени работы машин; $П_{\text{ср},i}$ – средняя эксплуатационная производительность единицы строительной техники i -го типоразмера; $V_{\text{год},i}$ – годовой объём работ i -й группы, выполняемого парком [5].

Таблица 3

Способы и методы увеличения производственных возможностей парка ДикМ

Ситуация	Варианты решения	Ограничения
Увеличение или расширение объёма выполняемых работ	Приобретение дополнительной техники	Стоимость приобретаемой техники
	Замена имеющейся техники на новую производительную	Стоимость приобретаемой техники
	Повышение коэффициента загрузки техники	Затраты Z_{max}

Обозначив относительное увеличение парка ДикМ, обусловленное необходимостью выполнить объём работ через $K_{\text{м}}$ определим потребность в дополнительных техниках i -го типоразмера из выражения:

$$\Delta N_{\text{норм},i} = \frac{(V_{\text{год},i})(K_{\text{м}} - 1)}{T_{\text{год},i} П_{\text{ср},i} K_{\text{пр}}}, \quad (3)$$

где $K_{\text{пр}}$ – коэффициент повышения производительности вводимого в парк машин по отношению к комплектам машин, откуда:

$$\Delta N_{\text{норм},i} = \frac{(X_{\text{исх},i})(K_{\text{м}} - 1)}{K_{\text{пр}}}. \quad (4)$$

Для удобства дальнейших расчетов введем относительный коэффициент увеличения численности машин K_N определяемый из зависимости:

$$K_N = \frac{\Delta N_{\text{номр},i}}{N_{\text{исх},i}} \quad (5)$$

Отсюда получаем зависимость $K_N = \frac{K_M - 1}{K_{\text{пр}}}$.

Наиболее распространенным ограничением реализации этого способа повышения производственной мощности парка $M_{\text{парк}}$, является ограниченность затрат, которые могут быть выделены на приобретение новой техники. Наибольшие затраты Z_{max} , которые могут быть выделены на приобретение новой техники, подчиняются зависимости:

$$Z_{\text{max}} \geq \Delta N_{\text{номр},i} C_M K_S \quad (6)$$

где K_S – коэффициент превышения стоимости приобретаемой техники по отношению к стоимости техники, находящегося в парке.

Для стадии адаптации актуальным становится расширение производственных возможностей парка ДикМ.

Стадия адаптации характеризуется расширением, увеличением или освоением новых видов работ, что требует приведения парка ДикМ в соответствие с иными условиями выполняемых работ (рис. 7).



Рис. 7. Варианты формирования парка ДикМ

При этом могут возникнуть трудности, связанные с тем, что в существующем парке техника не может быть использована для выполнения работ по типоразмеру, парк ДикМ нуждается в пополнении.

Пополнение достигается за счет:

— Замены физически и морально устаревшей техники на новую или совершенную, при этом производственная мощность $M_{\text{КиС}}^{\text{зам}}$:

$$M_{\text{КиС}}^{\text{зам}} = \Sigma \left((N_{\text{исх},i} - \Delta N_i) \Pi_{\text{ср},i} + \Delta N_i K_p \right) T_{\text{год},i} K_{\text{исп}}, \quad (7)$$

где $N_{\text{исх},i}$ – количество техники i -го типоразмера в парке, единиц; ΔN_i – количество техники i -го типоразмера, списанных из парка и введенных в парк; $\Pi_{\text{ср},i}$ – средняя эксплуатационная производительность машин i -го типоразмера в парке; K_p – коэффициент повышения производительности новой машины, вводимой в парк, по отношению к средней производительности машин в парке; $K_{\text{исп}}$ – коэффициент использования машин i -го типоразмера; $T_{\text{год},i}$ – годовой фонд времени техники i -го типоразмера при односменной работе (в маш.-часах); $M_{\text{КиС}}^{\text{зам}}$ – мощность парка ДиКМ при замене физически и морально устаревшей техники на новое или совершенное [4].

Затраты на замену физически и морально устаревшей техники на новую:

$$Z_{\text{КиС}}^{\text{зам}} = \Sigma \Delta N_i C_{\text{ср}} K_{si} - \Delta N_i C_{\text{ср}}, \quad (8)$$

где, K_{si} – коэффициент повышения стоимости новой машины по сравнению со стоимостью машин в парке; $C_{\text{ср}}$ – средняя стоимость машин в парке, тыс. руб. (тыс. сом.) [1].

При замене физически устаревшей техники на новую состав и производственная мощность парка не меняются, а возрастная структура парка ДиКМ поддерживается на некотором уровне.

– Расширения парка ДиКМ за счет новой техники:

$$M_{\text{КиС}}^{\text{расш}} = \Sigma \left((N_{\text{исх},i} \Pi_{\text{ср},i} + (\Delta N_i K_p)) \right) T_{\text{год},i} K_{\text{исп}}. \quad (9)$$

Затраты на расширение парка ДиКМ:

$$Z_{\text{КиС}}^{\text{расш}} = \Sigma \Delta N_i C_{\text{ср}} K_{si}. \quad (10)$$

Расширение парка ДиКМ означает согласование производственной мощности парка с объемом выполняемых работ, а также для освоения новых видов сложных технологических работ. При этом изменяется состав парка машин. Производственная мощность парка изменяется не только количественно, но и качественно.

– Модернизации или капитального ремонта части машин, используемой в парке:

$$M_{\text{КиС}} = \Sigma \left((N_{\text{исх},i} - \Delta N_i) \Pi_{\text{ср},i} + \Delta X_i K_{\text{рм},i} \right) T_{\text{год},i} K_{\text{исп}}, \quad (11)$$

где $K_{\text{рм},i}$ – коэффициент повышения производительности, модернизированной (ремонтированной) машины.

Затраты на модернизацию или капитальный ремонт:

$$Z_{\text{КиС}}^{\text{мод,кр}} = \Sigma \Delta N_i C_{\text{ср}} (K_{\text{см},i} - 1), \quad (12)$$

где, $K_{\text{см},i}$ – коэффициент повышения стоимости, модернизированной машины.

Модернизация или капитальный ремонт позволяет свести к минимуму потребность в инвестициях и удлинить срок службы отдельных единиц техники.

При расчете затрат на техобслуживание и текущий ремонт новых машин необходимо учитывать увеличение их наработки по сравнению с заменяемыми машинами в парке, поскольку это позволяет сократить потребное количество приобретаемой техники и, тем самым, уменьшить размер потребных капиталовложений.

Какими новыми ДиКМ следует пополнять парк, какие устаревшие ДиКМ списывать, как использовать существующий парк ДиКМ в новых условиях, и в каком направлении вести его обновление. Для решения этой задачи необходимо сопоставить технологи-

ческие возможности парка ДиКМ и потребности в выполнении объема работ, подлежащих выполнению в планируемом периоде [5].

Стадия ликвидации характеризуется определением рыночной стоимости продаваемого ДиКМ.

Задача может состоять в том, чтобы распродать ДиКМ максимально выгодно, его стоимость соответствует ликвидационной стоимости $C_{ликв}$, которая определяется из зависимости:

$$C_{ликв} = N_{исх.i} C_{осн} K_{ликв}, \quad (13)$$

где $K_{ликв}$ – коэффициент, учитывающий снижение стоимости при ускоренной продаже.

При распродаже с обычным сроком эксплуатации, составляющим для техники от 7 до 12 лет, стоимость ДиКМ будет соответствовать его рыночной стоимости.

Литература

1. Бобобеков О. К. Выбор стратегии формирования комплектов и системы строительно-дорожных машин // Вестник гражданских инженеров. 2016. № 6(59). С. 188–193.
2. Евтюков С. А., Бобобеков О. К. Методы определения жизненных циклов и влияния капитального ремонта на долговечность дорожно-строительных и коммунальных машин // Вестник гражданских инженеров. 2016. № 3(56). С. 198–202.
3. Зазыкин А. В., Ховалыг Н.-Д. К. Методика формирования структуры парка строительных машин на основе анализа жизненного цикла // Актуальные проблемы современного строительства: сб. материалов 64-й Междунар. науч.-техн. конф. молодых ученых, посв. 300-летию со дня рождения М. В. Ломоносова. Ч. I. СПб.: СПбГАСУ, 2011. С. 167–174.
4. Ховалыг Н.-Д. К. Методика оптимизация состава парка строительных машин в условиях региона: дисс. ... канд. техн. наук: 05.05.04. СПб., 2012. 176 с.: ил.
5. Репин С. В. Методология совершенствования эксплуатации строительных машин. СПб.: СПбГАСУ, 2005. 172 с.

УДК 622.73

Василий Михайлович Голиков, аспирант
Сергей Васильевич Репин, д-р техн. наук,
 профессор
 (Санкт-Петербургский государственный
 архитектурно-строительный университет)
E-mail: vasilgolikov@gmail.com, repinserge@mail.ru

Vasily Mikhailovoich Golikov, post-graduate student
Sergey Vasilyevich Repin, Dr of Tech. Sci.,
 Professor
 (Saint Petersburg State University
 of Architecture and Civil Engineering)
E-mail: vasilgolikov@gmail.com, repinserge@mail.ru

НОВАЯ ВИБРОУДАРНАЯ МЕЛЬНИЦА ДЛЯ ИЗМЕЛЬЧЕНИЯ СТРОИТЕЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ

NEW VIBRATORY IMPACT MILL FOR CRUSHING OF CONSTRUCTION MATERIALS

В статье анализируются различные способы разрушения материала с точки зрения энергоемкости процесса разрушения. Основная задача, рассматриваемая в данной статье, перед дробильными агрегатами при измельчении материала состоит в том, чтобы вся вырабатываемая двигателями энергия передавалась и оставалась в измельчаемом материале для эффективного процесса разрушения. Рассматривается проблема крутильных и радиальных колебаний вибрационно-ударной машины при неравномерности питания ее по составу и гранулометрическому составу. Предложена новая конструкция виброударной мельницы, позволяющей устранить радиальные и касательные колебания в горизонтальной плоскости, что ведет к повышению КПД машины.

Ключевые слова: измельчение, дезинтеграция, энергоемкость, виброударный способ разрушения, радиальные колебания.

Various methods of material destruction in terms of energy consumption are analyzed in the article. The main task of the crushing mill, considered in the article, is to ensure that energy generated by engines remains in the

crushed material for purposes of efficient destruction. Torsional and radial oscillations in the vibratory impact machine (in case of unbalanced power supply) affecting the chemical and granulometric composition are analyzed. A new design of the vibratory impact mill, allowing to eliminate radial and tangent oscillations in a horizontal plane and, therefore, increase machine efficiency, is proposed.

Keywords: crushing, disintegration, energy consumption, vibratory impact method of destruction, radial oscillations.

В мире объем производства порошкообразных материалов включает в себя переработку железной руды, угля, сырьевых материалов, клинкера, производство стекла, сухих строительных смесей, микроцемента и достигает 20 млрд тонн в год. Требуемая крупность сырьевых материалов, железной руды составляет 0,074 мм. Для производства такого количества порошкообразных материалов расходуется до 20 % вырабатываемой в мире электроэнергии [1].

В работе подавляющего большинства современных измельчителей использованы способы раскалывания, раздавливания и удара, а также сочетание этих способов с разламыванием и истиранием [2].

Для получения одной и той же крупности материала при измельчении материала различными способами необходимо затратить разную работу. Это объясняется тем, что при реализации различных способов измельчения материала тело подвергается разным деформациям, в нем возникают разные напряжения, что ведет к разным затратам энергии на разрушение материала, так как коэффициенты прочности при растяжении, сжатии, истирании для многих материалов значительно отличаются.

Различие в энергетических затратах на измельчение материала разными способами, но с одинаковыми для практики конечными результатами можно было бы охарактеризовать коэффициентом полезного действия данного способа (отношение полезной работы измельчения к затраченной) [2].

В существующих дробилках и мельницах часть энергии рассеивается в виде тепла и идет на перемещение частиц внутри тела, не вызывая его разрушения, часть расходуется на преодоление трения между материалом и рабочими элементами измельчающей машины. Часть энергии расходуется на раскачивание статических частей измельчаемых машин, подъем шаров, гасится амортизаторами и т. д., в зависимости от реализации определенного способа разрушения материала.

К примеру, для измельчения цементного клинкера до крупности меньше 0,1 мм большинство предприятий используют барабанные мельницы, потребляющие 35–40 кВт·ч/т, при расходе мелющих тел 1,2 кг/т. КПД этих мельниц не превышает 10 % из-за реализации разрушения материала в них ударом, раздавливанием и истиранием при свободном падении шаров. Свободное падение не обеспечивает направленного силового воздействия. Основная часть энергии двигателя в барабанных мельницах тратится на подъем шаров, на их соударение, и только 2–4 % энергии расходуется на измельчение материала. Поэтому, вследствие низкой интенсивности передачи энергии измельчаемому материалу (энергонагруженности), КПД этих дробилок очень низок.

Принимая во внимание информацию [3], можно сказать, что вследствие повышения скорости измельчения в дробильных машинах значительно возрастает энергонагруженность машин (за счет высокой плотности вводимой мощности), что снижает время процесса измельчения и повышает производительность.

В исследованиях [4] подтверждено, что вибрационный и виброударный способы, обеспечивающие высокочастотное воздействие рабочего органа на материал, являются наиболее эффективными методами дезинтеграции материалов. Так, в исследованиях [4] получилось добиться значения КПД, достигающего 21–26 % за счет повышения частоты воздействия до 1500 об/мин. Энергопотребление составило 5–6 кВт·ч/т при выходе класса – 0,9 мм.

Основная задача, стоящая перед дробильными агрегатами при измельчении материала состоит в том, чтоб вся вырабатываемая двигателями энергия передавалась и оставалась в измельчаемом материале для эффективного процесса разрушения.

Решающую роль при измельчении играет объемная (или массовая) плотность мощности вводимой механической энергии (N/V , где N – мощность, V – объем измельчаемого твердого материала).

Поэтому перед конструкторами новых измельчительных машин стоит задача минимизировать потери вырабатываемой энергии и передать ее в разрушаемый материал.

В существующих современных конусных вибрационных мельницах осуществляется вибрационный способ разрушения материала за счет реализации возвратно-поступательного движения одного из конусов относительно другого (рис. 1). За счет установки высокочастотных (1500 об/мин) вибраторов данная дробилка характеризуется хорошими технологическими показателями (высокой степенью измельчения, низким энергопотреблением, отсутствием мелющих тел) и простотой конструкции.

При реализации данного способа разрушения возникают определенные сложности, заключающиеся в том, что в моменты неравномерности питания дробилки исходным материалом по количеству и гранулометрическому составу корпус дробилки раскачивается относительно внутреннего конуса

в горизонтальной плоскости, что приводит к пробою слоя материала, возникновению крутильных и радиальных колебаний из-за срывов самосинхронизации вибраторов, и снижению надежности дробилки. Из-за возникающих раскачиваний корпуса дробилке приходится тратить большое количество вырабатываемой вибраторами энергии на восстановление корпуса относительно внутреннего конуса, что значительно снижает КПД данной машины. Отклонения конусов, возникающие из-за неравномерности питания, показаны на рис. 2.

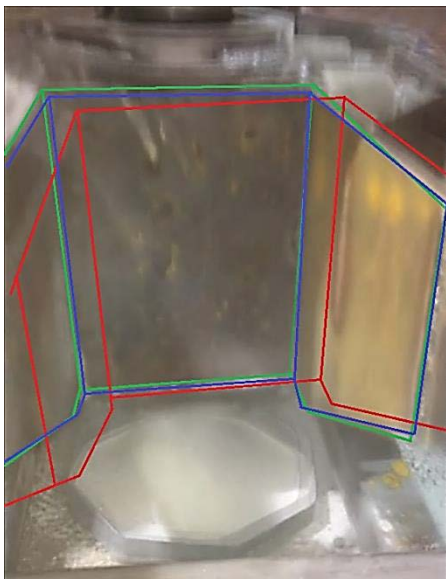


Рис. 2 Отклонения конусов

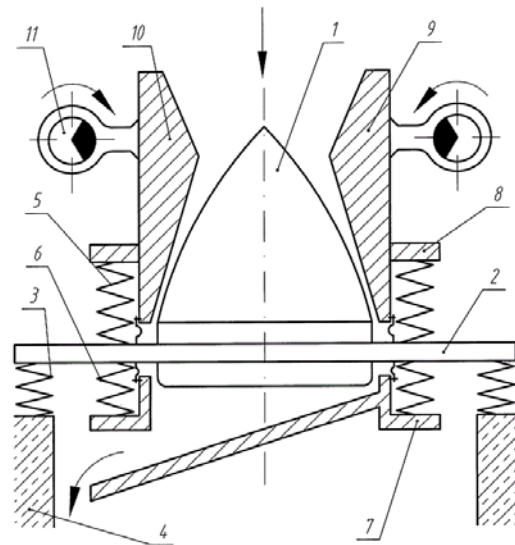


Рис. 1. Дробилка по патенту РФ № 2257266

Для устранения крутильных и радиальных колебаний корпуса относительно внутреннего конуса в горизонтальной плоскости была предложена новая конструкция вибрационной мельницы (заявка на полезную модель № 2017100219/20(000394) от 09.01.2017, уведомление о положительном результате формальной экспертизы от 12.04.2017). В предлагаемой конструкции благодаря предложенной совокупности отличительных элементов исключаются крутильные и радиальные колебания корпуса, что ведет к повышению эффективности и надежности работы дробилки.

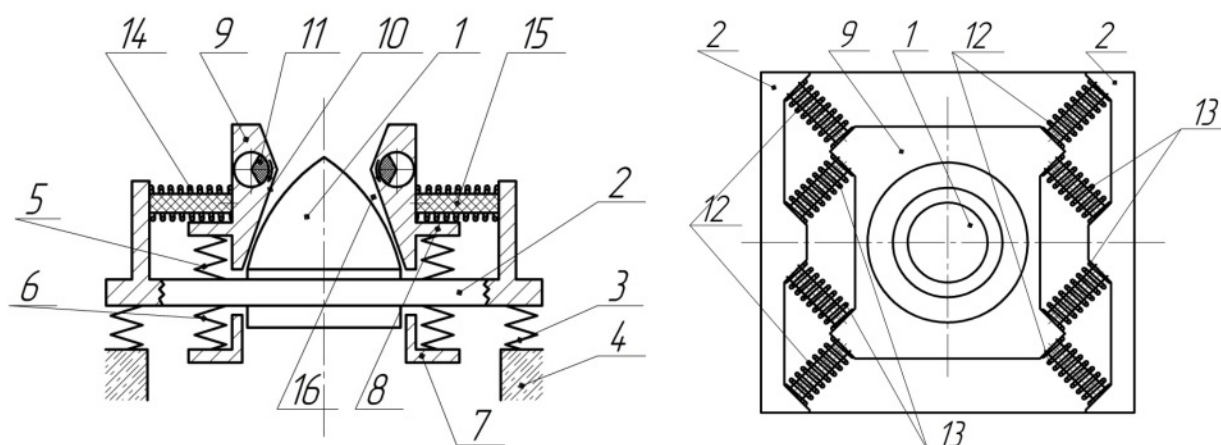


Рис. 3 Новая конструкция ВУМС

Мельница (рис. 3) содержит внутренний конус 1 со станиной, выполненной в виде фланца 2, опертого через пружины 3 на опору 4. На фланце 2 с двух его сторон установлены верхние 5 и нижние 6 пружины, смонтированные между нижним 7 и верхним 8 фланцами корпуса 9 с наружным конусом 10. В корпусе 9 установлены синхронизированные для противофазного вращения вибраторы 11, а между корпусом 9 и фланцем 2 установлены в радиальном и касательном направлении упруговязкие сопротивления 12 и 13, выполненные в виде параллельно соединенных пружины 14 сжатия и демпфера 15. Наружной поверхностью конуса 1 и внутренней поверхностью конуса 10 образована рабочая камера 16.

Мельница работает следующим образом.

При встречном вращении вибраторов создается знакопеременная вертикальная сила, заставляющая корпус 9 совершать по вертикали возвратно-поступательное движение относительно внутреннего конуса 1. Материал, загружаемый между конусами 1 и 10, подвергается в верхней части рабочей камеры 16 дроблению, а в нижней – измельчению. При разрушении материала в рабочей камере 16 сжимающими нагрузками возникают касательные и радиальные усилия, действующие на конуса 1 и 10 в противоположных направлениях и приводящие к их крутящим и касательным колебаниям. Упруго-вязкие сопротивления 12 фиксирует положение фланца 2 относительно корпуса 9 и ограничивают взаимное радиальное перемещение конусов 1 и 10, а упруго-вязкие сопротивления 13 ограничивают вращательное движение фланца 2 относительно корпуса 9, что обеспечивает повышение стабильности режима колебаний и надежности работы дробилки.

В данной конструкции уменьшено влияние крутильных и радиальных колебаний, что благотворно влияет на стабильность работы дробилки. Это позволяет повысить КПД дробилки, сокращая потери энергии на горизонтальные раскачивания корпуса и передавая ее в измельчаемый материал.

Литература

1. Вайсберг Л. А., Зарогатский Л. П., Туркин В. Я. Вибрационные дробилки. Основы расчета, проектирования и технологического применения / ред. Л.А. Вайсберг. СПб.: Изд-во ВСЕГЕИ, 2004. 306 с.
2. Сиденко П. М. Измельчение в химической промышленности. 2-е изд. М.: Химия, 1977. 368 с.
3. Параметры, влияющие на производительность РВМ // Новые технологии дисперсных систем: сайт. URL: http://www.ntds.ru/statyi/027_parametry_vliayuschie_na_proizvoditelnost_rvm.pdf (дата обращения: 01.02.2017).
4. Иванов Н. А. Конусные инерционные дробилки. Теория, проектирование, расчет, эксплуатация. СПб.: Издательский дом «Руда и Металлы», 2012. 128 с.

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

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

Виталий Иванович Новиков, канд. техн. наук,
доцент

Анжелика Анатольевна Абросимова,
аспирант

(Санкт-Петербургский государственный
архитектурно-строительный университет)

E-mail: val-gor@yandex.ru, vitalynewage@gmail.com,
anzhelicka.abrosimova@yandex.ru

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

Vitaliy Ivanovich Novikov, PhD of Tech. Sci.,
Associate Professor

Anzhelika Anatolyevna Abrosimova,
post-graduate student

(Saint Petersburg State University
of Architecture and Civil Engineering)

E-mail: val-gor@yandex.ru, vitalynewage@gmail.com,
anzhelicka.abrosimova@yandex.ru

МАГНИТНЫЙ МОНИТОРИНГ ЗОН КОНЦЕНТРАЦИИ НАПРЯЖЕНИЙ В СВАРНЫХ СОЕДИНЕНИЯХ МЕТАЛЛИЧЕСКИХ КОНСТРУКЦИЙ

MAGNETIC MONITORING OF STRESS CONCENTRATION ZONES IN WELDED JOINTS OF METAL STRUCTURES

Рассмотрены обстоятельства целесообразности применения мониторинга, и обозначены основные факторы, оказывающие влияние на выбор методов неразрушающего контроля для проведения мониторинга сварных металлических конструкций.

Показано, что значительные трудности возникают по выявлению локальных зон концентрации напряжений в сварных соединениях и их последующему мониторингу.

В качестве одного из наиболее перспективных методов неразрушающего контроля предложен пассивный феррозондовый метод для проведения периодического или постоянного магнитного мониторинга опасных локальных зон концентрации напряжений в сварных соединениях металлических конструкций.

Ключевые слова: мониторинг, сварные металлические конструкции, сварные соединения, зоны концентрации напряжений, пассивный феррозондовый метод.

Expedience of monitoring application is considered, main factors affecting the choice of non-destructive methods for monitoring of welded metal structures are specified.

It is shown that significant challenges arise upon revealing local stress concentration zones in welded joints and upon their subsequent monitoring.

A passive ferroprobe method for continuous and non-continuous magnetic monitoring of dangerous local stress concentration zones in welded joints of metal structures is proposed as one of the most promising non-destructive methods.

Keywords: monitoring, welded metal structures, welded joints, stress concentration zones, passive ferroprobe method.

Проведение мониторинга в опасных зонах длительно эксплуатируемых сварных металлоконструкций (МК) является весьма важной задачей, так как он способствует повышению их работоспособности и надежности. Мониторинг включает в себя целую систему наблюдений за состоянием эксплуатируемой конструкции для своевременного обнаружения изменений в ее элементах, их последующей оценке, предупреждения и устранения возникающих негативных последствий [1].

Целесообразность применения мониторинга возникает при следующих обстоятельствах:

- когда последствия разрушения металлоконструкций могут привести к человеческим жертвам, материальным потерям и экологическим катастрофам;
- когда происходит быстрое развитие эксплуатационных дефектов, например, трещин, в результате чего происходит резкое сокращение срока работы конструкции до выработки расчетного ресурса;
- в случае затруднения или отсутствия доступа к металлоконструкции.

Выбор методов неразрушающего контроля (НК), обеспечивающий своевременное обнаружение изменений при мониторинге, в значительной степени зависит от конструк-

ции, вида эксплуатационных дефектов, присущих данной конструкции, и от характерных особенностей их расположения в исследуемой металлической конструкции [2].

При выборе методов НК для проведения мониторинга, кроме специфических особенностей и технических возможностей каждого метода (акустико-эмиссионный, ультразвуковой, тензометрический, твердомерии, пассивный феррозондовый, тепловизионный), необходимо учитывать такие основные факторы, как:

- тип конструкции и условия ее работы;
- вид опасного дефекта и его место расположения;
- наличие локальных зон концентрации напряжений (КН);
- наличие коррозионных повреждений (локального и общего характера);
- свойства металла конструкции;
- влияние покрытия контролируемой поверхности;
- чистота обработки поверхности;
- наличие подходов к объекту контроля (односторонний, двусторонний).

Таким образом, имея проверенные данные об условиях работы металлоконструкции, о действующих на конструкцию внешних нагрузках, свойствах металла конструкции, видах дефектов и их расположении, выявленных локальных опасных зон КН, о возможностях, преимуществах и недостатках различных методов НК, можно разработать систему мониторинга, отвечающую поставленным требованиям.

Качество контроля при мониторинге в значительной степени зависит от объекта контроля, что накладывает особую ответственность при его мониторинге. Так, сварные соединения дают до 80 % отказов сварных металлических конструкций, в то время как их доля в МК не превышает 1...1,5 % от общего объема конструкции. Это обусловлено тем, что различным зонам сварных соединений присуща структурная и механическая неоднородность, и возникновение на этой основе в них опасных локальных зон КН, в которых процессы усталости, коррозии и накопления микрповреждений развиваются наиболее сильно.

Мониторинг таких зон с применением известных методов во многих случаях практически не представляется возможным из-за значительных ограничений:

- необходимости тщательной подготовки поверхности;
- удаления защитного покрытия;
- неоднократного намагничивания-размагничивания металла сварного соединения.

Следовательно, необходима разработка новых методов, методик и средств контроля. Одним из перспективных неразрушающих методов контроля при периодическом или постоянном мониторинге локальных зон КН в сварных соединениях является разработанный нами пассивный феррозондовый метод, который способствует уверенному выявлению локальных зон КН и различных дефектов на ранней стадии их развития, а также позволяет провести сплошной экспресс-контроль сварных соединений, значительно снизить трудоемкость подготовки зон контроля и повысить степень достоверности полученных результатов. Этот метод позволяет осуществлять мониторинг сварных соединений (сварной шов, зону термического влияния (ЗТВ)) без предварительной специальной подготовки поверхности контроля и удаления немагнитного защитного покрытия толщиной мене 3 мм.

Еще одной из положительных особенностей метода является то, что он позволяет выявлять локальные зоны КН в сварных соединениях, проводить оценку степени их опасности, определять в наиболее опасных из них действующие напряжения и, если это необходимо, проводить усиление металла в таких зонах за счет восстановительной термоциклической обработки (ТЦО), позволяющей сформировать в них мелкозернистую структуру с повышенной прочностью металла. При этом становится известным место установки датчика контроля (феррозондового преобразователя).

Полученные экспериментальные данные на сварных образцах из конструкционных сталей 08пс и Ст3 [3; 4] подтвердили возможность магнитного контроля сварных соединений в опасных локальных зонах КН, что является основополагающим для использования ПФ метода при магнитном мониторинге. Это позволило разработать методику периодического и постоянного мониторинга сварных соединений сварных МК.

Применение магнитного мониторинга сварных соединений (сварного шва и ЗТВ) позволяет не только своевременно обнаружить развитие локальных зон КН, что очень важно для качественной оценки технического состояния сварных МК, но и повысить их надежность и дать возможность принимать обоснованные решения о продлении срока безопасной эксплуатации таких конструкций.

Литература

1. Гуменюк В. А., Стриженко В. А., Яковлев А. В. Современные возможности и тенденции развития акустико-эмиссионного метода // В мире НК. 2000. № 3. С. 8–12.
2. Гордиенко В. Е., Гордиенко Е. Г. К выбору методов неразрушающего контроля при техническом диагностировании конструкций зданий и сооружений // Промышленное и гражданское строительство. 2005. № 3. С. 45–47.
3. Березина А. А. Некоторые особенности оценки структурной и механической неоднородности сварных соединений металлических конструкций строительных машин // Вестник гражданских инженеров. 2015. № 4(51). С. 123–127.
4. Гордиенко В. Е., Березина А. А. Техническое диагностирование сварных металлоконструкций промышленных зданий, сооружений и строительных машин. СПб.: СПбГАСУ, 2015. 244 с.

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

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

Елена Васильевна Трунова, учебный мастер
Елена Александровна Корнеева, учебный мастер
Александр Павлович Щербаков, учебный мастер
(Санкт-Петербургский государственный
архитектурно-строительный университет)

E-mail: val-gor@yandex.ru, elena.trunova.80@mail.ru,
linka360639020@yandex.ru, shurbakov.aleksandr@yandex.ru

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

Elena Vasilevna Trunova, Training Expert
Elena Aleksandrovna Korneeva, Training Expert
Aleksandr Pavlovich Scherbakov, Training Expert
(Saint Petersburg State University
of Architecture and Civil Engineering)

E-mail: val-gor@yandex.ru, elena.trunova.80@mail.ru,
linka360639020@yandex.ru, shurbakov.aleksandr@yandex.ru

К ОЦЕНКЕ ВЛИЯНИЯ ВОЗДЕЙСТВИЯ КОРРОЗИОННОЙ СРЕДЫ НА НАДЕЖНОСТЬ СВАРНЫХ МЕТАЛЛОКОНСТРУКЦИЙ

REVISITING THE ASSESSMENT OF CORROSION MEDIUM INFLUENCE ON RELIABILITY OF WELDED METAL STRUCTURES

Рассмотрены основные причины коррозионного разрушения сварных металлических конструкций из конструкционных сталей в процессе их длительной эксплуатации, влияние основных показателей коррозионной среды, определяющих степень ее агрессивности, и скорости коррозии на металл конструкций. Показаны основные причины возникновения атмосферной коррозии, являющейся наиболее распространенной.

Обоснованно выбран оптимальный состав коррозионной среды и показатель коррозионной стойкости металла для проведения коррозионных испытаний на малоуглеродистых и низколегированных сталях с различной исходной структурой (крупнозернистой, мелкозернистой, деформированной).

Ключевые слова: коррозия, агрессивная коррозионная среда, коррозионная стойкость металла, конструкционные стали, сварные металлические конструкции.

Main causes for corrosion failure of welded metal structures made of structural steels during long-term operation, influence of main corrosion medium indices, determining the degree of the corrosive power, and corrosion rate on metal of structures are considered. Main causes for initiation of atmospheric corrosion, being the most widespread type of corrosion, are specified.

An optimum composition of the corrosive medium and index of metal corrosion resistance for corrosion tests of low-carbon and low-alloyed steels of various initial structure (coarse-grained, fine-grained, deformed) are reasonably chosen.

Keywords: corrosion, aggressive corrosion environment, metal corrosion resistance, structural steels, welded metal structures.

Одной из основных причин снижения надежной и безопасной работы сварных металлических конструкций (МК) является коррозия [1], под которой понимают разрушение металлов вследствие химического или электрохимического взаимодействия их с коррозионной средой. Основными причинами коррозионного разрушения сварных металлоконструкций являются:

- существенное нарушение правил производства работ по защите сварных МК от коррозии;
- длительные сроки между изготовлением металлоконструкции и осуществлением ее полной защиты после монтажа;
- несвоевременное восстановление нарушенных защитных покрытий в процессе длительной эксплуатации сварных МК;
- нарушение режимов эксплуатации систем электрохимической защиты.

На коррозионное разрушение сварных соединений и элементов металлических конструкций значительное влияние оказывает:

- коррозионная среда;
- скорость коррозии.

Во многих случаях агрессивность коррозионной среды определяет выбор металла и конструктивную форму, вид защитных покрытий и соответствующее правило длительной эксплуатации металлоконструкции. Основными показателями коррозионной среды, определяющими степень ее агрессивности к металлу конструкции, являются:

- относительная влажность;
- температура окружающей среды;
- возможность образования конденсата;
- туман агрессивных жидкостей;
- концентрация и состав газа и пыли и способы их воздействия на металлоконструкцию.

Одним из самых распространенных видов коррозии является атмосферная коррозия, так как около 80 % металлических конструкций эксплуатируются в атмосферных условиях. Она, в основном, имеет электрохимическую природу и протекает в тонких пленках влаги, которая конденсируется на поверхности элементов конструкции.

К основным причинам возникновения атмосферной коррозии относятся [2]:

- влажность и температура воздуха;
- наличие циклов увлажнения – высыхания;
- присутствие в воздухе диоксида серы (промышленная атмосфера), хлорида натрия (морская атмосфера).

В последнее время большое внимание коррозионным исследованиям уделяется как при контроле, так и при расчете сварных МК с коррозионными повреждениями [3; 4].

Во многих работах для проведения коррозионных испытаний в качестве коррозионной среды берется водный раствор NaCl в различных концентрациях (от 3 до 5 %). Однако, в работе [5] было показано, что с возрастанием концентрации NaCl в воде скорость коррозии железа вначале возрастает, а затем снижается, и в насыщенном растворе NaCl (26 %) становится меньше, чем в дистиллированной воде. Максимальная оптимальная скорость коррозии наблюдалась в 3-х процентном растворе NaCl в воде. Снижение скорости коррозии при высоких концентрациях NaCl авторы объясняют тем, что по мере повышения концентрации хлорида натрия в воде постепенно уменьшается растворимость кислорода. А первоначальное возрастание скорости коррозии связывают с изменением защитных свойств пленки ржавчины (при меньшем количестве NaCl пленка продуктов коррозии на железе более плотная), образующейся на корродирующем железе и повышением электропроводности раствора.

Учитывая вышесказанное, нами для проведения коррозионных испытаний конструкционных сталей 08пс, 10, 20, СтЗ, 09Г2С и 10ХСНД с различной исходной структурой (крупнозернистой, мелкозернистой, деформированной) в качестве агрессивной коррозионной среды был выбран 3-хпроцентный водный раствор NaCl.

Не менее важным является и выбор показателя коррозионной стойкости металлов. Коррозионная стойкость, согласно ГОСТ 5272–68 – это способность металла сопротивляться воздействию среды. Коррозионную стойкость малоуглеродистых и низколегированных сталей в большинстве случаев оценивают:

- изменением веса металла в результате коррозии, отнесенным к единице поверхности и единице времени;
- или уменьшением толщины металла вследствие коррозии, выраженным в линейных единицах, и отнесенным к единице времени.

При сплошной коррозии определяют потерю массы на единицу площади поверхности Δm , кг/м², по формуле:

$$\Delta m = \frac{m_0 - m_1}{S}, \quad (1)$$

где m_0 – масса образца до испытаний, кг; m_1 – масса образца после проведенных испытаний и удаления продуктов коррозии, кг; S – площадь поверхности образца, м².

Этот показатель коррозионной стойкости металла является наиболее простым и надежным, так как сразу указывает количество металла, разрушенного коррозией.

Рассмотренный метод применяют тогда, когда коррозия имеет равномерный характер, и его обычно используют для определения коррозионной стойкости малоуглеродистых сталей. Именно этот метод выбран нами для исследования коррозионной стойкости конструкционных сталей с различной исходной структурой.

Литература

1. Коррозия. Справ. изд. / под ред. Л. Л. Шрайера. М.: Металлургия. 1981. 632 с.
2. Осадчук С. А., Ныркова Н. И., Поляков С. Г., Мельничук С. Л., Гапула Н. А. Разработка датчика для определения скорости коррозии сварных металлоконструкций в атмосферных условиях // Автоматическая сварка. 2011. № 7. С 50–53.
3. Гордиенко В. Е., Абросимова А. А., Трунова Е. В., Новиков В. И., Кузьмин О. В. Некоторые особенности оценки достоверности выбранных математических моделей при расчете сварных металлоконструкций с коррозионными повреждениями // Вестник гражданских инженеров. 2017. № 1(60). С. 210–213.
4. Гордиенко В. Е., Трунова Е. В., Абросимова А. А., Шананина Н. В. Пассивный феррозондовый контроль длительно эксплуатируемых сварных металлоконструкций с коррозионными повреждениями // Вестник гражданских инженеров. 2016. № 3(56). С. 193–197.
5. Улич Г. Г., Ревы Р. У. Коррозия и борьба с ней. Л.: Химия, 1989. 456 с.

УДК 56.052

Борис Дмитриевич Ефремов, д-р техн. наук,
профессор
(Санкт-Петербургский государственный
архитектурно-строительный университет)
Иван Евгеньевич Чужмар, тренер
по защитному вождению
E-mail: bef1944@gmail.com, chuzhmarivan@mail.ru

Boris Dmitrievich Efremov, Dr of Tech. Sci.,
Professor
(Saint Petersburg State University
of Architecture and Civil Engineering)
Ivan Evgenyevich Chuzhmar,
Safety Driving Trainer
E-mail: bef1944@gmail.com, chuzhmarivan@mail.ru

КВАЛИФИКАЦИЯ ВОДИТЕЛЕЙ – ОСНОВА БЕЗОПАСНОСТИ ДОРОЖНОГО ДВИЖЕНИЯ

DRIVERS' SKILLS AS THE BASIS OF TRAFFIC SAFETY

Рассматривается проблема низкой квалификации водителей, являющейся причиной дорожно-транспортных происшествий. Даже водители с большим, часто безаварийным, опытом совершают простей-

шие ошибки. В основном ошибки связаны с неумением спрогнозировать дорожную ситуацию и свое поведение в ней. Предлагается система дополнительного обучения водителей безаварийному управлению автомобилями. Даются рекомендации по технике наблюдения за дорогой и технике проезда перекрестков, направленные на снижение количества дорожно-транспортных происшествий. Предлагается расширение программ обучения водителей, в том числе и с большим опытом вождения автомобиля.

Ключевые слова: квалификация водителя, повышение квалификации, технология безаварийного управления автомобилем, методы обучения, рекомендации по наблюдению за дорогой, рекомендации по проезду перекрестков.

A problem of low-skilled drivers, representing one of road accident causes, is considered. Even drivers having vast experience and good driving records make mistakes. Such mistakes are mainly associated with lack of skills in predicting the road situation and their own behavior. A system of additional training in accident-free driving is proposed. Recommendations for the assessment of the situation on the road and passage of intersections, aimed at reduction of the number of road accidents, are given. Extension of training programs for drivers, including those with vast experience in driving, is proposed.

Keywords: driver's skills, advanced training, accident-free driving technique, training methods, recommendations for the assessment of the situation on the road, recommendations for the passage of intersections.

Известно, что в подавляющем большинстве случаев дорожно-транспортных происшествий (ДТП) виноватым является водитель. Так в мировой практике количество дорожных происшествий по вине водителя оценивается в 80 %. Для России эта величина признается примерно такой же. Остальные 20 % приходятся на неисправность транспортного средства, плохое состояние дороги, погодные условия и другие обстоятельства [1–12].

Нетрудно показать, что большую часть из оставшихся 20 % причин ДТП также можно отнести на счет водителей. К примеру, неисправность транспортного средства является следствием недосмотра водителя, который вовремя не провел инструментальный контроль автомобиля или просто воспользовался необязательностью или простотой формального прохождения этой сложной технической процедуры, не осмотрел автомобиль перед поездкой, не обратил внимание на тревожные симптомы неисправности, например, характерные шумы, которые ухо квалифицированного водителя сразу выделило бы из общего фона шумов автомобиля и т. д.

То же самое можно сказать и про состояние дороги. Опытный, квалифицированный водитель обязательно заметит имеющуюся на дороге яму, не наедет на кирпич, не вылетит на обочину и в кювет со скользкого шоссе, вовремя переключит дальний свет на ближний и скорее всего сможет безаварийно управлять автомобилем в других сложных дорожных и погодных условиях. А при непредвиденном событии сможет уверенно и точно изменить траекторию движения или остановиться, не причинив никому вреда.

То есть, можно утверждать с незначительными допущениями, что в любом ДТП всегда виноват водитель, и квалификация водителей являются залогом безопасности дорожного движения. А кто они, эти водители? Что они знают, что умеют, и какие навыки позволяют им безошибочно управлять автомобилем? Разве это те водители, которые успешно закончили автошколу и получили водительское удостоверение? Или те водители, которые много лет успешно управляют автомобилем без серьезных ДТП или вовсе без ДТП? А может, это водители с большим стажем, у которых процесс управления автомобилем доведен до автоматизма, а их поведение закреплено устоявшимися рефлексамми? Или это те, кто в совершенстве владеют техникой руления, торможения, восприятия и анализа дорожной обстановки, умеют просчитать события на дороге, а также свое собственное поведение и поведение других участников дорожного движения?

Возможно, это именно они и есть, но однозначного ответа на этот вопрос в литературе не имеется. Однако практика приема на работу водителей показывает, что предпочтение отдается водителям с большим стажем работы, поскольку иных объективных критериев определения квалификации водителей просто не существует.

Проведенный эксперимент с водителями-профессионалами, имеющими большой стаж работы, показал, к примеру, следующий результат: выполняя задание «остановиться

точно в определенном месте путем торможения при скорости легкового автомобиля 50 км/час», все водители, за исключением одного, не сумели справиться с заданием, то есть значительно не доехали до контрольной черты или переехали ее. Что это за ошибка для водителей с многолетним профессиональным стажем? Тот факт, что после кратковременного инструктажа все водители успешно справились с этим же заданием, говорит о том, что у них отсутствовали знания об исполнении конкретного задания, но общий уровень их квалификации позволил при получении необходимых инструкций это задание успешно выполнить. Следовательно, вне зависимости от стажа вождения необходимо периодически проводить обучение для повышения квалификации водителей, что обусловлено не только отсутствием у большинства необходимых знаний, но также и изменяющимися технологиями управления современными автомобилями, оснащаемыми новыми, все более сложными электронными системами.

Практика периодического обучения специалистов по программам повышения квалификации принята в различных сферах, а вот именно для водителей автомобилей она либо отсутствует, либо является необязательной. Поскольку труд водителя относится к категории сложных и опасных профессий (ежегодно в ДТП гибнут десятки тысяч человек, в том числе водителей), введение системы обязательного повышения квалификации водителей представляется необходимой и обязательной.

Где же и как учить водителей? На автодроме возможно отработать лишь технику управления автомобилем – например, такие приемы, как экстренное и служебное торможение, маневрирование в узком пространстве передним и задним ходом, объезд препятствия на скорости (так называемый «лосиный тест»), безопасное прохождение поворотов с правильной скоростью, работу педалью газа и тормоза, руление, оценку тормозного пути и другие.

После возвращения водителя с автодрома на улицы города эти знания и навыки будут полезными, но потребуют серьезного пересмотра – некоторые навыки на автодроме отработать просто невозможно. Что же это за навыки? Прежде всего – технология наблюдения за дорогой, а также правильный выбор скорости и полосы движения. То есть существует целевой перечень компетенций водителя, а также набор достаточно типовых упражнений, прохождение которых наверняка позволит водителю обрести эти компетенции.

Правила дорожного движения формулируют только пожелания к поведению водителя на дороге и не указывают, как может быть обеспечено их достижение – ПДД не инструкция и не учебник для водителя. Так, в ПДД есть правила проезда перекрестков, где указано, кого водитель должен пропускать, но не сказано, как это следует делать для обеспечения безопасности движения на перекрестках. Не говорится о том, что такое техника осмотра перекрестков и для чего она нужна, как своевременно по косвенным признакам увидеть опасность и тем самым предотвратить аварию или надвигающуюся предаварийную ситуацию.

Процитируем пункты ПДД по проезду перекрестков [2]:

13.1. При повороте направо или налево водитель обязан уступить дорогу пешеходам и велосипедистам, пересекающим проезжую часть дороги, на которую он поворачивает.

13.2. Запрещается выезжать на перекресток или пересечение проезжих частей, если образовался затор, который вынудит водителя остановиться, создав препятствие для движения транспортных средств в поперечном направлении.

13.3. Перекресток, где очередность движения определяется сигналами светофора или регулировщика, считается регулируемым. При желтом мигающем сигнале, неработающих светофорах или отсутствии регулировщика перекресток считается нерегулируемым, и водители обязаны руководствоваться правилами проезда нерегулируемых перекрестков и установленными на перекрестке знаками приоритета.

Заметим, что нет информации о том, с чего именно начинать проезд перекрестка, куда смотреть сначала, как долго смотреть и как часто и куда затем переводить взгляд. Не сказано, как выбрать приоритетом не скорейший проезд перекрестка, а безопасность, как

выделить, что более опасно в данной ситуации, а что менее. И как необходимо действовать. Это и должно быть предметом обучения безопасному вождению автомобиля. Очевидно, что помимо правил проезда необходимо внедрить и технику наблюдения за дорогой.

Приведем пример работы этой техники при проезде перекрестка. Перед началом движения всегда надо посмотреть в левое зеркало и на дорогу над левым зеркалом. То же самое – с правой стороны. Это позволит убедиться, что перекресток свободен, и нет нарушителей. Даже если мы движемся по зеленому сигналу светофора или по главной дороге, такой осмотр перекрестка все равно необходим. Первый взгляд – налево, потому что именно оттуда может появиться первая помеха. Второй – направо, так как и оттуда может появиться вторая помеха. И еще раз налево, чтобы убедиться, что ситуация не изменилась, а если изменилась – готовиться «отработать» изменение ситуации. Таких взглядов может быть много, но минимум – это два раза в каждую сторону, поскольку с первого раза мы не всегда успеваем увидеть и оценить меняющуюся ситуацию. И таких примеров, как правильно выбирать позицию на дороге, чтобы лучше увидеть и правильно оценить возможные опасности, много. Соответственно, имеется большое число рекомендаций по обеспечению безопасного движения для каждого из пунктов ПДД.

Мы планируем публикацию серии статей, объясняющих технологию безаварийного вождения автомобиля. Наши статьи могут оказаться полезными не только для малоопытных водителей, но также и для водителей с большим или даже безаварийным стажем вождения. Эти статьи своевременны, поскольку такая технология не используется в программах автошкол, а курсы повышения квалификации водительского мастерства или антиаварийного вождения практически отсутствуют во многих регионах России.

Умение предупредить ДТП заключается в умении провести оперативный анализ ситуации и выработать алгоритм оптимального адаптивного поведения. Чем большим опытом обладает водитель, тем быстрее им проводится такой анализ и вырабатывается первичный алгоритм поведения. Анализ проводится по прямым и косвенным факторам, а при выработке алгоритма действий используется комбинация из наработанных на тренировках типовых навыков и нестандартных решений, пригодных для данной конкретной ситуации.

Литература

1. Горев А. Э., Олещенко Е. М. Организация автомобильных перевозок и безопасность движения. М.: ИД Академия, 2006. 256 с.
2. Правила дорожного движения. М.: ЭКСМО, 2013. 96 с.
3. Волгин В. В. Навыки защитного вождения автомобиля. М.: Дашков и Ко, 2010. 98 с.
4. Каминский А. Мастер вождения автомобиля. М.: Манн, Иванов и Фербер, 2014. 227 с.
5. Горбачев М. Г. Гоночные приемы на каждый день. М.: ООО «Эксмо», 2008. 48 с.
6. Горбачев М. Г. Самоучитель безопасного вождения. Современный стиль. М.: Престиж книга; РИПОЛ классик, 2006. 288 с.: ил.
7. Кузнецов В. А. Ментальная подготовка кандидатов в водители: новая философия обучения. Ижевск, 2010. 114 с.
8. Ваганов В. И., Пинг А. А. Самоучитель безопасной езды. М.: Знание, 1991. 240 с.
9. Шухман Ю. И. Учебник водителя. Основы управления автомобилем и безопасность движения. М.: За рулем, 2007. 165 с.
10. Пегин П. А. Безопасность движения и безопасное поведение на дороге в течение жизни // Ученые заметки ТОГУ: электронное научное издание. 2014. Том 5. № 2. С. 218–221. URL: http://pnu.edu.ru/media/ejournal/articles-2014/TGU_5_87_1.pdf (дата обращения: 26.02.2017).
11. Пегин П. А., Карев В. Ф., Карева В. В. Обеспечение безопасности дорожного движения в сложных погодных-климатических условиях: монография. Хабаровск: Изд-во Тихоокеанского гос. ун-та. 2016. 272 с.
12. Пегин П. А. Автотранспортная психология: учебник для студ. учреждений высшего образования. М.: Издательский центр «Академия», 2014. 208 с.

УДК 656.13.08:65.012.12

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

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

О ВОЗМОЖНОСТЯХ ПРОВЕДЕНИЯ ДОРОЖНО-ТРАНСПОРТНОГО ИССЛЕДОВАНИЯ НЕРАЗРУШАЮЩИМ КОНТАКТНЫМ МЕТОДОМ

CONCERNING THE OPPORTUNITY OF THE ROAD AND TRANSPORT RE- SEARCH USING NON-DESTRUCTIVE CONTACT METHOD

В статье изложена классификация видов и методов неразрушающего контроля. Предложено понятие неразрушающего контактного метода для проведения дорожно-транспортного исследования. Рассмотрены методы исследования параметров объектов дорожно-транспортной среды по аналитическому, диагностическому и программно-вычислительному способам. Представлены технические возможности проведения дорожно-транспортного исследования неразрушающим контактным методом посредством современного оборудования. Рассмотрены возможности, достоинства и принципиальные характеристики оборудования: дорожная лаборатория «Трасса», Дина-3М, УДН-НК, *Dynatest FWD*, а также дополнительное оборудование.

Ключевые слова: автомобильная дорога, дорожно-транспортное исследование, дорожное покрытие, неразрушающий контактный метод, динамическое нагружение.

A classification of non-destructive testing types and methods is described in the article. A notion of non-destructive contact method for the road and transport research is proposed. Methods for analyzing parameters of road and transport environment objects using analytical, diagnostic and computational techniques are considered. Technological opportunities of the road and transport research using non-destructive contact method and modern equipment are presented. Capabilities, advantages and specifications of the following equipment are reviewed: Trassa, Dina-3M road laboratories, UDN-NK falling weight deflectometer, *Dynatest FWD*, as well as those of additional equipment.

Keywords: motor road, road and transport research, pavement, non-destructive contact method, dynamic loading.

Оценка состояния любого объекта основана на изучении его параметров различными способами и методами с применением определенного вида оборудования. По условиям исполнения методы измерения классифицируют на контактный и бесконтактный. Контактный метод основан на прямом контакте с исследуемым объектом или его параметрами посредством чувствительного элемента. По степени воздействия на исследуемый объект различают разрушающий и неразрушающий контроль. Соответственно, контроль исследуемого (контролируемого) объекта может выполняться разрушающим и неразрушающим методом при условиях контактного и бесконтактного измерений. Разрушающий контроль направлен на определение максимальной нагрузки, приводящей впоследствии к разрушению исследуемого объекта (динамические испытания, испытания на усталость, твердость, прочность, изнашивание и истирание). Неразрушающий контроль направлен на измерение параметров исследуемого объекта или системы с сохранением их эксплуатационного состояния. Интерес представляет неразрушающий контактный метод проведения дорожно-транспортного исследования. К видам неразрушающего контроля относятся сгруппированные методы, объединенные различными физическими явлениями [1; 2]. Понятие «контроль» представляет собой правила последовательного применения определенных принципов и средств измерения. Схематичная классификация видов и методов неразрушающего контроля представлена на рис. 1. Неразрушающий контактный метод обеспечивает надежность, качество и безопасность эксплуатации исследуемого объекта, то есть транспортно- и технико-эксплуатационные показатели дорожной среды должны соответствовать нормативным требованиям.

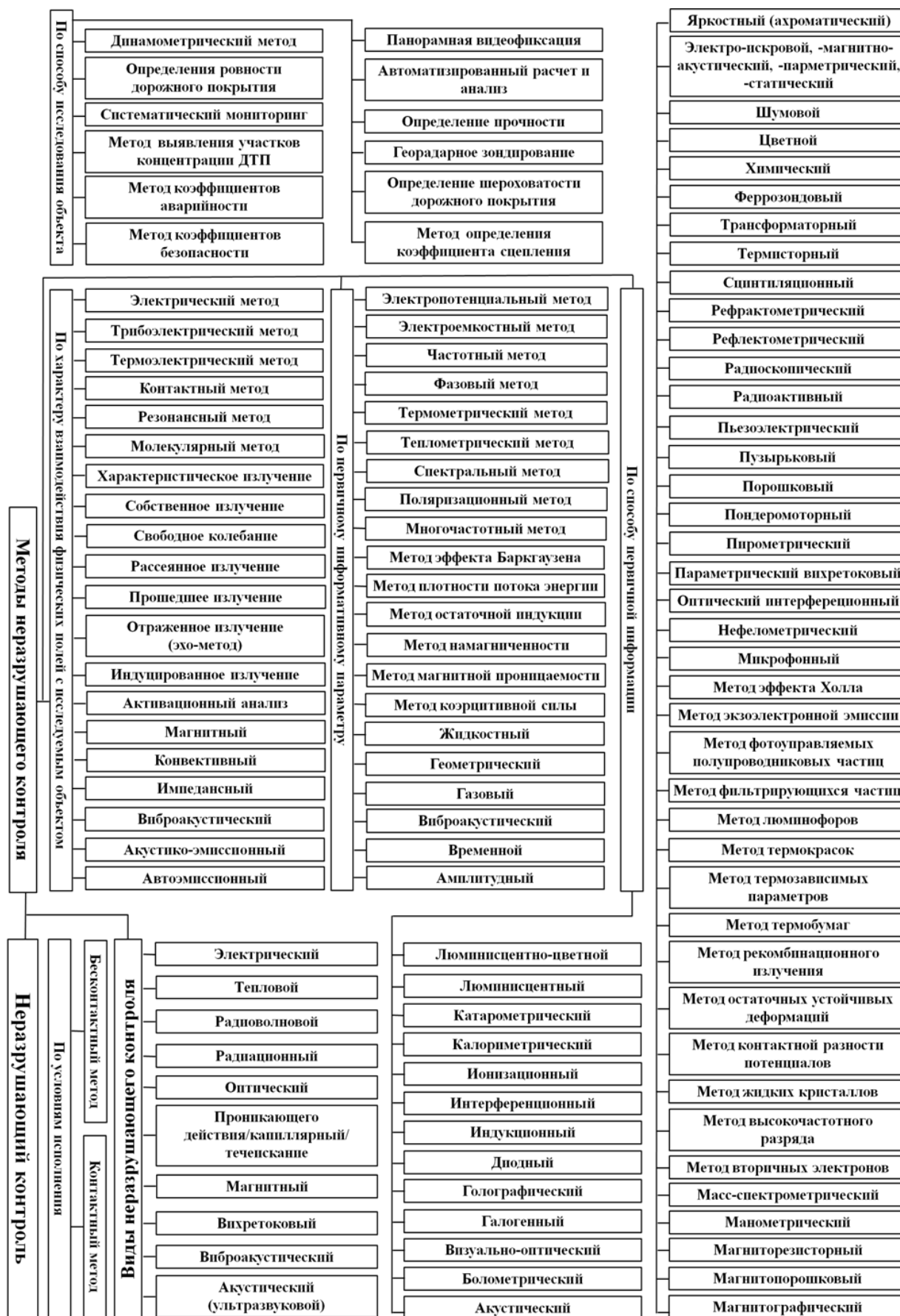


Рис. 1. Схема классификации видов и методов неразрушающего контроля

Применимо к дорожно-транспортному исследованию оценка безопасности дорожного движения (БДД) основана на методах контроля [3], представленных в табл. 1.

Таблица 1

Применяемые методы для дорожно-транспортного исследования объектов

№ п/п	Наименование метода	Характеризующие параметры	Исследуемые параметры
Аналитический способ			
1	Метод коэффициентов безопасности	Максимальная скорость движения ТП на исследуемом участке автомобильной дороги – $V_{\max}^{ТП}$, начальная скорость движения ТС – $V_{\text{нач}}$	Интенсивность дорожного движения. Ширина проезжей части и обочин. Расстояние видимости в плане и профиле. Продольный уклон. Радиус кривой в дорожном профиле (на затяжных подъемах).
2	Метод коэффициентов аварийности	Частные коэффициенты аварийности – K_i	Результаты статистического анализа ДТП. Интенсивность дорожного движения. Ширина проезжей части и обочин. Число полос движения. Расстояние видимости в плане и профиле. Продольный уклон. Видимость в плане и профиле. Вертикальные кривые в плане. Пересечения в разных уровнях. Состояние дорожного покрытия.
3	Метод выявления участков концентрации ДТП	Абсолютное и относительное число ДТП	Интенсивность дорожного движения. Результаты о ДТП с пострадавшими.
Диагностический способ			
4	Систематический мониторинг	Потребительские свойства автомобильных дорог. Установленные промежутки времени.	Ширина проезжей части и обочин. Расстояние видимости в плане и профиле. Продольный уклон. Видимость в плане и профиле. Вертикальные кривые в плане. Радиусы кривых. Ровность, прочность покрытия. Сцепные характеристики.
5	Метод определения поперечной ровности дорожного покрытия	Величина дорожного просвета между поверхностью дорожного покрытия и нижней поверхностью рейки; между поверхностью дорожного покрытия и колеса регистрирующего профилографа.	Ровность дорожного покрытия. Колейность.
6	Динамометрический метод определения ровности дорожного покрытия	Величина дорожного просвета между поверхностью дорожного покрытия и колеса регистрирующего осциллографа ПКРС-2У.	Ровность дорожного покрытия.
7	Метод определения коэффициента сцепления автомобильной шины с дорожным покрытием	Максимальное тяговое усилие на колесе. Вертикальная нагрузка на дорожное покрытие. Регистрация ППК [4], ИКСп-м.	Коэффициент сцепления.
8	Метод определения шероховатости дорожного покрытия	Средняя глубина впадин.	Глубина шероховатости впадин, влияющая на коэффициент сцепления.
9	Георадарное зондирование дорожных одежд	Георадиолокационный профиль по наличию флуктуаций плотности дорожной одежды.	Толщина конструктивных слоев дорожной одежды. Положение кривой оползневых скольжений.

№ п/п	Наименование метода	Характеризующие параметры	Исследуемые параметры
10	Метод определения прочности дорожной конструкции	Величина упругого прогиба. Зона контакта с покрытием. Характеристики падающего груза.	Прочность и надежность дорожного покрытия. Упругий прогиб дорожной конструкции.
11	Метод отбора кернов (разрушающее действие)	Величина упругого прогиба. Характеристики буровой коронки.	Прочность и надежность дорожного покрытия. Упругий прогиб дорожной конструкции.
Программно-вычислительный способ			
12	Автоматизированный расчет и анализ	Программно-вычислительное обеспечение.	Транспортно- и технико-эксплуатационные параметры. Учет и анализ ДТП.
13	Метод панорамной видеосъемки автомобильных дорог	Технические характеристики цифровых видеокамер, производимые линейные измерения	Ширина проезжей части и обочин. Наличие трещин, ям, повреждений дорожного покрытия.

Выбор технического оборудования для дорожно-транспортного исследования обоснован назначением, современностью и актуальностью его практического применения; безопасностью проведения технологических измерительных процессов; удобством, скоростью получения и обработки информации; высокой возможностью анализа всего спектра исследуемых параметров [5; 6].

В качестве комплексов, применяемых в рамках диагностического способа, выбираются передвижные диагностические лаборатории типов КП-514 МП, и КП-514 СМП «Трасса» (усовершенствованная модель), а также прицепные установки и дополнительное оборудование по определению ровности покрытия и сцепления автомобильного колеса с дорожным покрытием (рис. 2).

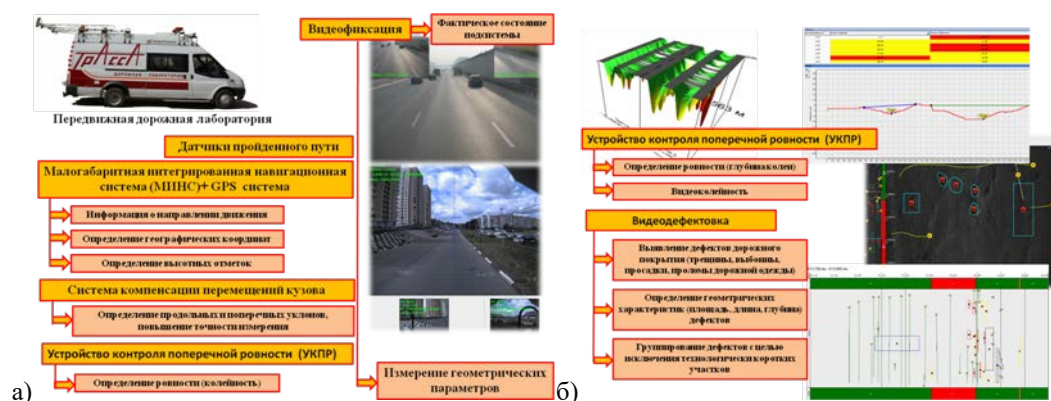


Рис. 2. Техническая возможность определения параметров объектов автомобильной дороги: а) возможности проведения видеофиксации, МИНС, перемещения ТС, УКПР; б) возможности проведения видеодетектовки

Широкое применение для оценки модуля упругости неразрушающим контактным методом нашли установки динамического нагружения. Они могут функционировать в качестве прицепных установок к передвижным лабораториям, либо к другим транспортными средствами (ТС), их эксплуатируют в Финляндии, Дании, Швеции и США. В Голландии, Швеции, Дании применяют установки динамического нагружения компаний *Phoenix*, *Kuab*, в том числе и в российской практике нашел применение комплекс *Dynatest*. Испытательные установки зарубежной практики, такие как *Dynatest 8000 FWD* (измерение анализом прогиба отпадающего веса); *8000 VMD* (дефлектометр, устанавливаемый в авто-

фургоне или микроавтобусе); *8081 HWD* (замер упругих колебаний под воздействием большой весовой нагрузки) удовлетворяют требуемым условиям – амплитуда и продолжительность усилия тождественны воздействию нагрузки тяжелого движущегося колеса и высокая точность замеров деформации [5; 6]. Общие технические характеристики с основными составляющими комплекса и результаты испытаний представлены на рис. 3.

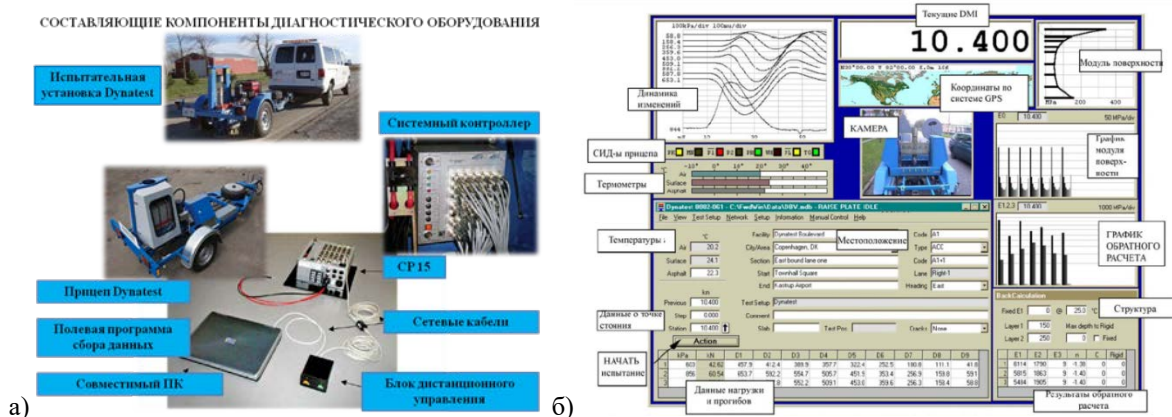


Рис. 3. Установка динамического нагружения *Dynatest*:

а) общий вид испытательной установки с основными рабочими компонентами; б) результаты проведенных испытаний

Применение автоматизированного измерительного, аналитического и контрольного инженерного обеспечения и оборудования – дефлектометр с программным обеспечением позволяет на месте определять уровень деформации, вызываемой контролируемой нагрузкой, с высочайшей точностью, недоступной для других существующих методов. В России некоторое время диагностику и оценку состояния автомобильных дорог выполняли посредством подобных установок, как Дина-3М, УДН-НК (для динамического нагружения), и прибора длиннорычажный рычажный прогибомер (для статического нагружения дорожной одежды). Сравнительная характеристика установок динамического нагружения приведена в табл. 2.

Таблица 2

Сводная таблица основных параметров, характеризующих динамическое воздействие различных установок

Вид установок динамического нагружения	Параметр				
	Высота падения груза, см	Масса груза, кг	Время контактного взаимодействия, с	Диаметр штампа, см	Импульс воздействия
Дина-3М	51	160	0,03	33	Синусоидальный
УДК-3	до 150	40	0,03	34	Треугольный
<i>Dynatest FWD</i>	45	235	0,03	33	Полусинусоидальный

Анализ технических характеристик выбранного для сравнения оборудования неразрушающего контактного метода позволил выявить возможность определения ими параметров подсистем в системе «Водитель – Автомобиль – Дорога – Среда». Одними из преимуществ установки *Dynatest FWD* является высокая точностью имитирования нагрузки на дорожное полотно от движущегося автомобильного колеса и определения за несколько секунд следующих параметров: состояние структуры дорожного покрытия; послойное определение модуля упругости покрытия; несущая способность дорожной одежды и предполагаемый остаточный срок службы верхнего слоя; моделирование «слабых» участков автомобильных дорог, влияющих на вероятность возникновения дорожно-

транспортных происшествий (ДТП). Также возможно получение дополнительных параметров исследуемых параметров объектов.

Результаты мирового практического применения установок неразрушающего контактного метода показывают весьма значительное и распространенное их применение в зарубежных странах. В России применение установок динамического нагружения только набирает объемы и повышает актуальность внедрения.

Литература

1. ГОСТ Р 53697-2009 (ISO/TS 181173:2005). Контроль неразрушающий. Основные термины и определения. М., 2010. 8 с.
2. ГОСТ Р 56542-2015. Контроль неразрушающий, классификация видов и методов. М., 2016. URL: <http://docs.cntd.ru/document/1200123257> (дата обращения: 12.04.2017).
3. Kurakina E., Lukinskiy V., Ushakov A., Evtyukov S. Methods of Accident Reconstruction and Investigation Given the Parameters of Vehicle Condition and Road Environment // Transportation Research Procedia. 2017. Vol. 20. Issue 1. P. 185–192.
4. Куракина Е. В., Евтюков С. С. Исследование сцепных характеристик дорожного покрытия при автотехнической экспертизе ДТП // Вестник гражданских инженеров. 2015. № 5(52). С. 216–223.
5. Куракина Е. В. Диагностическое исследование элементов автомобильных дорог на участках ДТП неразрушающим контролем // Вестник гражданских инженеров. 2016. № 6(59). С. 231–237.
6. Куракина Е. В. Совершенствование алгоритма дорожно-транспортного исследования неразрушающим методом // Вестник гражданских инженеров. 2017. № 1(60). С. 262–268.

УДК 621.92

Валентин Станиславович Сизиков, аспирант
(Санкт-Петербургский государственный
архитектурно-строительный университет)
E-mail: sizikovvs@ya.ru

Valentin Stanislavovich Sizikov, post-graduate student
(Saint Petersburg State University
of Architecture and Civil Engineering)
E-mail: sizikovvs@ya.ru

ОБОГАЩЕНИЕ ЗЕРНИСТЫХ МАТЕРИАЛОВ МЕТОДАМИ ОТТИРКИ И МЕХАНОАКТИВАЦИИ СПОСОБАМИ ВИБРООБЪЕМНОГО ДЕФОРМИРОВАНИЯ

SEPARATION OF GRANULAR MATERIALS USING ATTRITION AND MECHANICAL ACTIVATION BY MEANS OF VIBRATIONAL VOLUMETRIC DEFORMATION

В статье приведен эффективный метод оттирки и механоактивации зернистых материалов с использованием транспортирующего устройства, основанный на виброобъемном деформировании слоя сыпучей среды, заключенной между двумя вибрирующими органами. Колебания верхнего и нижнего рабочих органов осуществляются в режиме плоско-параллельных синхронных колебаний в противофазе, либо с различными относительными сдвигами фаз и направлениями их движения друг относительно друга по замкнутым траекториям. Синхронное колебательное движение рабочих органов на этапе их сближения обеспечивает объемное деформирование слоя, а на этапе их удаления – транспортирование микроброском слоя материала относительно поверхностей рабочих органов.

Ключевые слова: деформирование, слой зернистой среды, оттирка, механоактивация, загрязняющие примеси, режимы колебаний, фаза колебаний, синхронные колебания, вибраторы, рабочие органы.

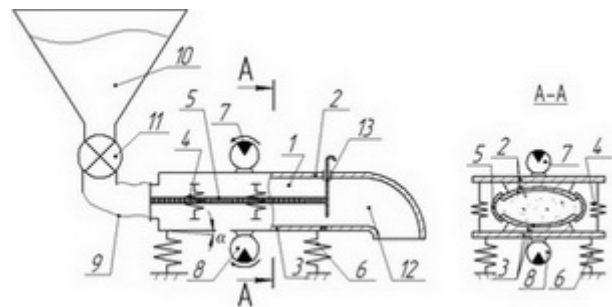
An efficient method of attrition and mechanical activation of granular materials using a conveying unit, based on vibrational volumetric deformation of the layer of loose medium between two vibrating elements, is presented in the article. Oscillations of the top and bottom operating elements represent synchronous plane-parallel antiphase oscillations or oscillations with various relative phase shifts and directions of their motion relative to each other along closed paths. Synchronous oscillatory motion of the operating elements during their approaching to each other ensures volumetric deformation of the layer, and during their separation it ensures material layer conveying by micro-throws relative to the surfaces of the operating elements.

Keywords: deformation, granular medium layer, attrition, mechanical activation, contaminants, oscillation modes, oscillation phase, synchronous oscillations, oscillators, operating elements.

В производстве строительных материалов, стекольной, литейной и других отраслях промышленности существуют различные способы обогащения зернистых материалов, основанные на истирании поверхности зерен путем разрушения сплошности среды на ней методами оттирки и механоактивации с целью повышения реакционной способности этой поверхности [1]. При этом оттирка и механоактивация может осуществляться измельчением с разрушением целостности зерна, т. е. его дроблением, и без такового, например разрушением целостности исключительно микро- или наноповерхностного слоя зерна путем его истирания. Один из эффективных вибрационных способов оттирки и механоактивации, предложенный автором данной статьи (заявка на изобретение, регистрационный № 2016140584/05(064749), приоритет от 14.10.2016), основывается на устройстве, показанном на рис. 1.

Рис. 1. Схема устройства для переработки зернистых материалов:

- 1 – рабочая камера; 2 и 3 – соответственно, стенка верхнего и нижнего рабочего органа; 4 – упругий элемент (пружина); 5 – гибкая вставка; 6 – пружинный амортизатор; 7 и 8 – вибратор, соответственно, верхнего и нижнего рабочего органа; 9 – гибкий патрубок; 10 – бункер загрузочный; 11 – питатель; 12 – выпускной патрубок; 13 – заслонка, α – угол наклона стенок рабочих органов



При работе устройства движения стенок верхнего и нижнего рабочих органов (РО) 2 и 3 в зависимости от параметров работы вибраторов 7 и 8 осуществляются в режиме плоско-параллельных синхронных колебаний в противофазе либо с различными относительными сдвигами фаз и направлениями их движения друг относительно друга по замкнутым траекториям. При этом для обеспечения процесса переработки материала упругие элементы 4 должны быть выполнены с жесткостью и конструктивными размерами, позволяющими достигать величины их продольной и поперечной деформации, не меньшей величины хода рабочих стенок РО 2 и 3, чтобы обеспечить достаточные сжимающие напряжения в слое материала при его уплотнении с целью осуществления истирания поверхности его зерен в период относительного их сближения в поперечном направлении канала рабочей камеры 1 материалопровода. Также параметры упругих элементов 4 должны обеспечивать достаточную величину хода стенок РО 2 и 3 в период относительного их удаления для обеспечения транспортирования микроброском слоя материала вдоль стенок РО 2 и 3, при котором также происходит разуплотнение слоя, сопровождающееся перекомпоновкой зерен материала внутри слоя по отношению к состоянию упаковки зерен в слое в конце предшествующего периода сближения стенок РО. Кроме того, для расширения функциональных возможностей и области применения предлагаемого устройства подвижность упругих элементов также должна позволять осуществлять колебания каждой из стенок РО по замкнутым траекториям при любом их направлении движения с относительным сдвигом фаз в интервале от 0 до 2π как в продольном, так и в поперечном направлениях канала материалопровода.

Рассмотрим режим работы устройства, когда стенки его РО друг относительно друга совершают плоско-параллельные движения по замкнутым траекториям в разноименных направлениях в режиме их колебаний в противофазе. При работе устройства материал из бункера 10 подается через гибкий патрубок 9 в рабочую камеру 1 канала материалопровода, образованную верхним 2 и нижним 3 РО, колеблющимися под действием вибраторов 7 и 8. По мере поступления зернистого материала из бункера 10 в загрузочную зону пространства рабочей камеры 1, ограниченной колеблющимися стенками РО 2 и 3, происходит заполнение зоны этого пространства материалом, и под действием колебаний стенок

упомянутых РО 2 и 3 осуществляется процесс вибротранспортирования слоя материала вдоль материалопровода рабочей камеры 1 с последующей его выгрузкой из аппарата через выпускной патрубок 12. Степень заполнения пространства рабочей камеры 1 и в целом материалопровода и темп транспортирования слоя материала, а также процесс механической обработки зерен материала методами оттирки или механоактивации зависит от параметров колебаний стенок РО 2 и 3, угла их наклона к горизонтали, а также положения заслонки 17, позволяющей также регулировать время переработки слоя материала. При этом вибротранспортирование слоя материала может осуществляться как в горизонтальном направлении, так и вверх либо вниз под углом α .

Расширение функциональных возможностей и области применения устройства достигается с применением параметров движения РО 2 и 3, при которых режим их плоскопараллельных синхронных колебаний осуществляется с различными относительными сдвигами фаз и направлениями движения стенок упомянутых РО по замкнутым траекториям.

В общем случае, вариантов движения РО 2 и 3 при воздействии возмущающей силы вибраторов, в частности зависящей от положения дебалансов друг относительно друга, может быть бесконечное множество.

С целью пояснения основной сути возможных режимов переработки материала ограничимся рассмотрением (рис. 2) наиболее простых восьми режимов синхронных колебаний стенок РО со сдвигом фаз $\varepsilon = 0, \pm\pi, -\pi/2, -\pi/4$. При этом будем рассматривать положения дебалансов 6 и 7 через равные промежутки времени за один период колебаний. Указанные режимы синхронных колебаний стенок РО обеспечиваются специальной системой управления режимами работы дебалансных вибраторов, например приведенных в работах [2; 3].

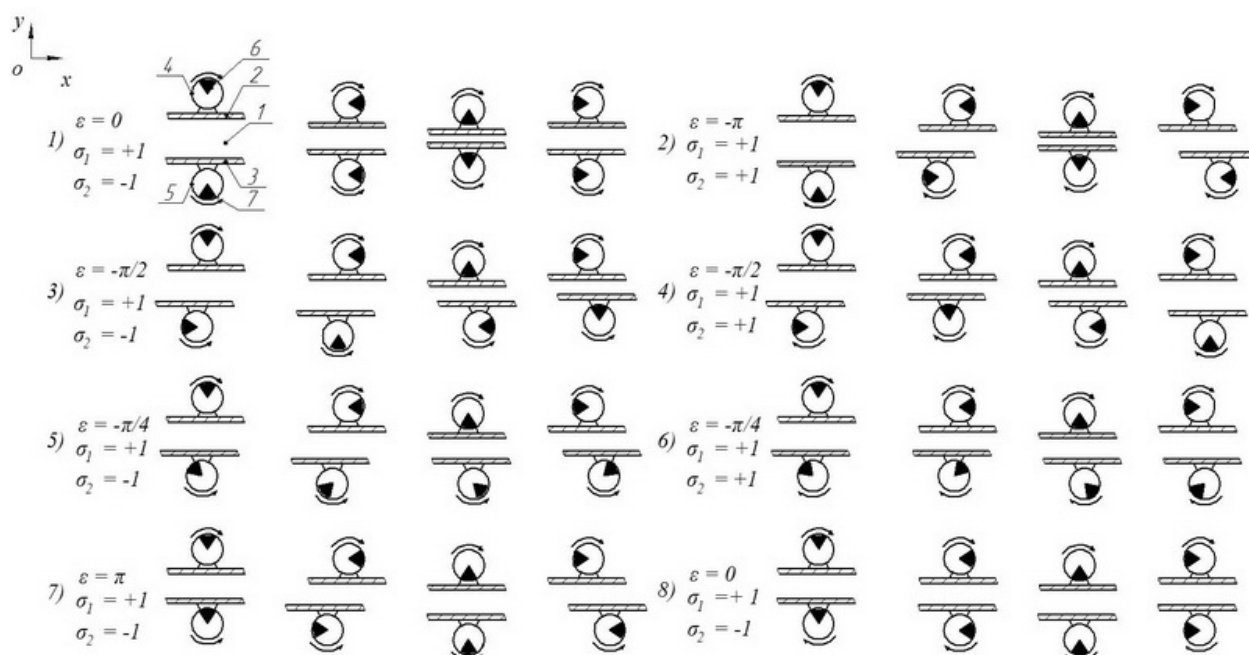


Рис. 2. Положения стенок РО с различными относительными сдвигами фаз и направлениями их движения: 1 – рабочая камера; 2 и 3 – стенка соответственно верхнего и нижнего РО; 4 и 5 – вибратор соответственно верхнего и нижнего РО; 6 и 7 – дебаланс вибратора соответственно верхнего и нижнего РО; ε – величина сдвига фаз; σ_1 и σ_2 – направление движения соответственно верхнего и нижнего дебаланса вибратора

Для оценки параметров работы устройства введем безразмерные величины \tilde{A}_σ , \tilde{A}_τ и $\tilde{V}_{тр}$, отображающие соответственно работу деформации при сжатии слоя в вертикальном направлении, работу деформации при осуществлении сдвиговой деформации слоя и ско-

рость транспортирования слоя материала, характеризующую транспортную производительность устройства:

$$\tilde{A}_\sigma = \frac{1}{2} \int_{\omega t_1}^{\omega t_2} \tilde{\sigma} \Delta \tilde{y} d\omega t ; \quad (1)$$

$$\tilde{A}_\tau = \frac{1}{2} \int_{\omega t_1}^{\omega t_2} \tilde{\mu} \tilde{\sigma} |\Delta \tilde{x}| d\omega t ; \quad (2)$$

$$\tilde{V}_{\text{тр}} = \frac{1}{2} \left| \int_{\omega t_1}^{\omega t_2} \frac{\dot{\tilde{x}}_1 + \dot{\tilde{x}}_2}{2} d\omega t \right| , \quad (3)$$

где $\tilde{\sigma} = 1$ – безразмерные сжимающие напряжения в слое, $\tilde{\mu} = 1$ – безразмерный коэффициент трения скольжения слоя материала о поверхности нижнего и верхнего РО; $\tilde{x}_i = \tilde{a}_{xi} \cos \alpha_i$, $\tilde{y}_i = \tilde{a}_{yi} \sin \alpha_i$ – безразмерные координаты i -й стенки РО, $\tilde{a}_{xi} = 1$, $\tilde{a}_{yi} = 1$ – безразмерные амплитуды колебаний упомянутых стенок в проекциях на оси x и y ($i = 1, 2$), $\alpha_1 = \sigma_1 \omega t$, $\alpha_2 = \sigma_2 (\omega t + \varepsilon)$ – угловые координаты дебалансов вибраторов; ω – частота вращения дебалансов, t – время; $\Delta \tilde{y} = \tilde{y}_2 - \tilde{y}_1$, $\Delta \tilde{x} = \tilde{x}_2 - \tilde{x}_1$ – безразмерные относительные перемещения стенок РО; t_1, t_2 – моменты начала и окончания процесса сжатия слоя. При определении скорости транспортирования по формуле (3) принято, что слой материала в период его сжатия не проскальзывает относительно РО.

Результаты вычислений по формулам (1)–(3) для каждого из режимов колебаний горизонтально расположенных стенок РО, показанных на рис. 2, приведены в таблице.

Параметры процесса переработки слоя зернистого материала

№ режима колебаний РО	\tilde{A}_σ	\tilde{A}_τ	$\tilde{V}_{\text{тр}}$
1	1	0	1
2	1	1	0
3	0,7	0,7	0,7
4	0,7	0,7	0
5	0,9	0,4	0,9
6	0,4	0,4	0
7	0	0	0
8	0	0	0

Приведенные в таблице данные свидетельствуют о том, что наибольшая величина сжимающих напряжений в слое перерабатываемого материала достигается на режимах 1 и 2 колебаний стенок РО, которые предпочтительны для осуществления разрушения зерен материала раздавливанием.

Переработка зернистых материалов наибольшей величиной сдвигающих напряжений в слое достигается при режиме 2 колебаний стенок РО, который наиболее предпочтителен для измельчения зерен методом истирания их поверхности и обогащения их методами оттирки и механоактивации.

Отметим, что для обеспечения непрерывного процесса переработки материала при режимах 2, 4, 6, 7, 8 колебаний РО его стенки должны располагаться под уклоном к горизонту, при всех остальных режимах колебаний РО их стенки могут располагаться к горизонту под любым углом.

Также отметим, что интенсификация процесса переработки зернистых материалов может быть достигнута при режиме колебаний РО с кратным соотношением их частот.

Применение предложенных режимов колебаний РО позволяет эффективно осуществлять процессы обогащения зернистых строительных материалов методами оттирки и механоактивации поверхности их зерен, основанными на виброобъемном способе деформирования слоя сыпучей среды.

Литература

1. Сизиков В. С. Виброобогащение мелких заполнителей бетонов методами оттирки и механоактивации // Вестник гражданских инженеров. 2015. № 6(59). С. 205–210.
2. Томчина О. П., Томчин Д. А., Горлатов Д. В. Алгоритм управления кратной синхронизацией для виброустановки с роторами, имеющими разные массоинерционные характеристики // Современное машиностроение. Наука и образование: материалы 2-й Международной научно-практической конференции. СПб.: Изд-во Политехн. ун-та, 2012. С. 752–762.
3. Томчина О. П., Горлатов Д. В. Влияние эксцентриситетов роторов на вибрационное поле виброустановки для транспортирования сыпучих строительных материалов // 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. С. 215–218.

УДК 621.43.019(088.8)

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

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

СИЛОВАЯ УСТАНОВКА С ДВИГАТЕЛЕМ ВНУТРЕННЕГО СГОРАНИЯ

POWER PLANT WITH AN INTERNAL COMBUSTION ENGINE

В силовой установке с двигателем внутреннего сгорания, работающим по специальному циклу, сыпучий реагент подают с регулируемой производительностью в количестве, необходимом для получения требуемого состава искусственной газовой смеси на различных режимах работы, в поток отработавших газов выпускного трубопровода двигателя по достижении температуры его реакторного участка не менее 100 °С. Используя энергию отработавших газов, транспортируют сыпучий реагент, а также полученные при этом твердые продукты реакций в газовом потоке, затем продукты реакций отделяют от газового потока и отводят. При работе в реакторном участке встроенным вентилятором поддерживают разрежение, достаточное для устойчивого транспортирования реагента и продуктов реакций. Отделение твердых продуктов реакций в сепараторе осуществляют путем изменения направления потока газов и уменьшением его скорости с одновременным всасыванием более легких частиц на отделение в циклон. В качестве реагента могут быть использованы надперекиси и перекиси щелочных металлов. В транспортирующем трубопроводе при подаче реагента периодически происходит реакция выгорания осевших на его внутренней поверхности частиц неполного сгорания топлива (сажи), что является положительным явлением с точки зрения «самоочистки» названных поверхностей в процессе эксплуатации силовой установки.

Ключевые слова: силовая установка, двигатель внутреннего сгорания, сыпучий реагент, отработавшие газы, искусственная газовая смесь, продукты реакции.

In a power plant with a special-cycle internal combustion engine, a loose agent is supplied with variable capacity, in the amount necessary to obtain the required composition of the artificial gas mixture in various operation modes, to the stream of exhaust gases of the engine exhaust when the reactor island reaches a temperature of at least 100°C. Using the energy of exhaust gases, the loose agent and obtained solid reaction products are conveyed in the gas stream, then reaction products are separated from the gas stream and removed. Upon operation in the reactor island, vacuum sufficient for stable conveying of the agent and reaction products is provided by an integral fan. Separation of solid reaction products in a separator is carried out by changing the gas stream direction and reducing its speed with simultaneous absorbing of lighter particles for separation in a cyclon. Superoxides and peroxides of alkaline metals can be used as agents. In a conveying pipeline, during agent supply, burning-out of particles resulting

from the incomplete fuel combustion (soot), which settle on the internal surface, occurs periodically. Such burning-out has a positive effect in terms of "self-cleaning" of those surfaces during power plant operation.

Keywords: power plant, internal combustion engine, loose agent, exhaust gases, artificial gas mixture, reaction products.

Рассматриваемая силовая установка реализует работу двигателя внутреннего сгорания по специальному циклу и может быть применена на резервных дизель-электрических станциях метрополитена, на объектах гражданской защиты и других подобных объектах. Предлагаемая новая функциональная схема установки (рис.) получена в результате проведенного автором анализа патентной информации [1; 2; 3].

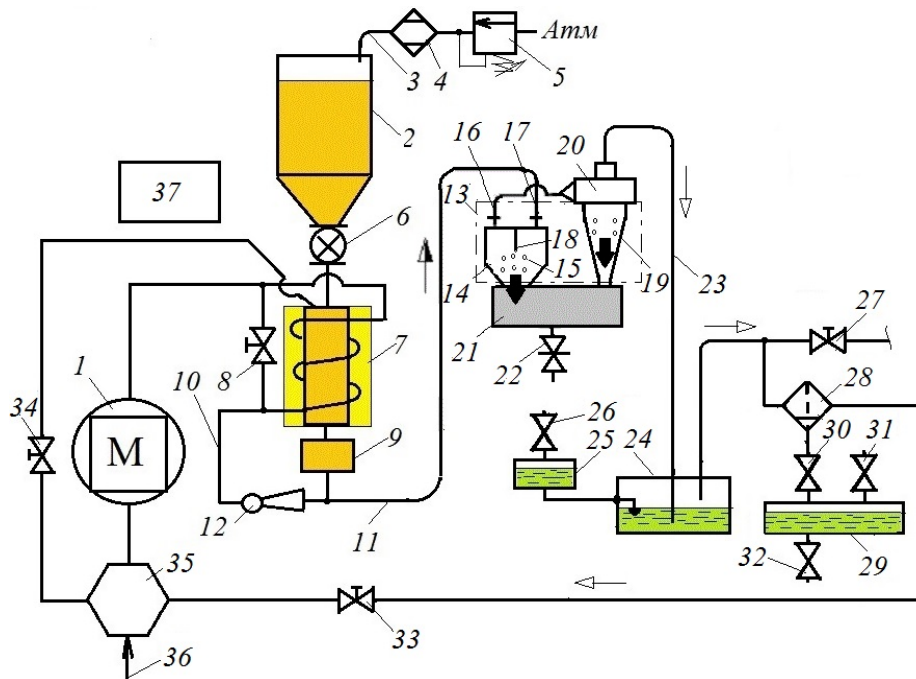


Схема силовой установки с двигателем внутреннего сгорания:

1 – двигатель внутреннего сгорания; 2 – бункер хранения сыпучего реагента; 3 – патрубок; 4 – осушитель воздуха; 5 – воздушный клапан; 6 – дозатор бункера; 7 – источник получения кислорода; 8 – регулятор перепуска отработавших газов; 9 – дозатор сыпучего реагента; 10 – выпускной газовый тракт; 11 – транспортирующий трубопровод; 12 – эжектор; 13 – сепаратор; 14 – объемный отделитель; 15 – осадительная камера; 16, 17 – вход и выход осадительной камеры; 18 – вертикальная пластина; 19 – циклон; 20 – вентилятор; 21 – накопитель продуктов реакций; 22 – заслонка; 23 – газодов; 24 – водоконтактный охладитель; 25 – резервуар; 26 – вентиль; 27 – регулятор выпуска отработавших газов в атмосферу; 28 – влагоотделитель; 29 – бак сбора влаги; 30, 31 и 32 – вентили; 33, 34 – клапаны; 35 – смеситель; 36 – воздухоподводящий трубопровод; 37 – блок управления

Теплом части отработавших газов (ОГ) из двигателя 1 внутреннего сгорания (ДВС) подогревают источник 7 получения газообразного кислорода, выполненный в виде реактора, до температуры 150 °С, при которой сыпучий реагент А, подаваемый в реактор дозатором 6 из бункера 2, разлагается с выделением кислорода, образуя сыпучий реагент Б. Выделившийся кислород через клапан 34 направляют в смеситель 35, а полученный в результате нагрева реагент Б дозатором 9 с регулируемой производительностью подают в транспортирующий трубопровод 11 после эжектора 12 и транспортируют, используя энергию потока ОГ и разрежение, создаваемое вентилятором 20. В качестве сыпучего реагента могут быть использованы надперекиси и перекиси щелочных металлов.

Создаваемый вентилятором 20 перепад давлений компенсирует аэродинамическое сопротивление установки, обеспечивает поддержание в транспортирующем трубопроводе 11 необходимого разрежения, величина которого достаточна для устойчивого пневмотранспортирования реагента Б и твердых продуктов реакций. При этом эжектор 12 разделяет

выпускной газовой тракт двигателя на участки избыточного давления и разрежения, пропуская через себя в основном только отработавшие газы двигателя. При пневматическом транспортировании температуру смеси реагента Б и отработавших газов двигателя поддерживают не менее 100 °С, то есть осуществляют температурные условия нейтрализации токсичных компонентов и связывания двуокиси углерода из состава ОГ.

Полученные твердые продукты реакций отделяют в объемном 14 и центробежном 19 отделителях сепаратора 13 и отводят в накопитель 21, заслонка 22 которого служит для периодического удаления твердых продуктов реакций из накопителя 21.

Смесь очищенных ОГ с выделившейся при связывании двуокиси углерода остальной частью добавочного кислорода подают газоводом 23 в водоконтактный охладитель 24, где охлаждают до температуры 40–80 °С. Резервуар 25 воды, снабженный вентилем 26, служит для поддержания постоянного ее уровня в охладителе 24. После этого часть полученной смеси отводят через регулятор 27 выпуска в атмосферу, а из оставшейся части во влагоотделителе 28 удаляют капельную влагу, которую направляют в бак 29 сбора влаги, снабженный вентилями 30, 31 и 32. Запорный вентиль 30 служит для предотвращения заброса влаги в смеситель 35 вследствие разрежения, создаваемого при работе двигателя 1, при открытом вентиле 32 слива влаги из бака 29. Сухую смесь отработавших газов и кислорода через клапан 33 направляют в смеситель 35, куда по трубопроводу 36 подают также атмосферный воздух. Контроль параметров (температуры отработавших газов, концентрации O₂ и других) и управление процессом получения искусственной газовой смеси для ДВС осуществляют с помощью блока управления 37.

Выполнение работающего под разрежением транспортирующего трубопровода (реакторного участка) расчетной длины в зависимости от его внутреннего диаметра и скорости химических реакций обеспечивает прохождение необходимых реакций с учетом скорости пневматического транспортирования реагента и продуктов реакций.

Потери давления на разгон сыпучего реагента при его загрузке в трубопровод:

$$\Delta P_{\text{разг}} = \zeta_{\text{разг}} \mu \rho_{\text{г}} V_{\text{г}}^2 / 2; \text{ Па,}$$

где $\zeta_{\text{разг}}$ – коэффициент сопротивления участка разгона реагента; μ – относительная концентрация реагента в аэросмеси, кг материала/кг газа; $\rho_{\text{г}}$ – плотность газа (зависит от температуры), кг/м³; $V_{\text{г}}$ – скорость газа в реакторном участке, м/с.

Потери давления (Па) на преодоление сопротивления при перемещении смеси реагента, частиц продуктов реакций и газа на горизонтальной части реакторного участка:

$$\Delta P_{\mu} = (\lambda \frac{L}{d} + \xi) \frac{V_{\text{г}}^2 \rho_{\text{г}}}{2} (1 + k \mu),$$

где λ – коэффициент сопротивления трубопровода; L – длина трубопровода, м; d – внутренний диаметр трубопровода, м; ξ – коэффициент местного сопротивления фасонных частей; k – опытный коэффициент дополнительных потерь.

Потери давления (Па) при перемещении аэросмеси по вертикальной части реакторного участка определяются по формуле:

$$\Delta P_{\mu \text{ верт.}} = H \rho_{\text{см}} g \mu,$$

где H – высота подъема аэросмеси, м; $\rho_{\text{см}}$ – плотность аэросмеси, $\rho_{\text{см}} = \rho_{\text{г}}(1 + \mu)$, кг/м³; g – ускорение силы тяжести, 9,81 м/с².

Потери давления (Па) в каждом из отделителей твердых продуктов реакций:

$$\Delta P_{\text{отд.}} = \xi_{\text{отд.}} \rho_{\text{см}} V_{\text{отд.}}^2 / 2,$$

где $\xi_{\text{отд.}}$ – коэффициент местного сопротивления отделителя; $V_{\text{отд.}}$ – скорость газа на входе в отделитель, м/с.

Потери давления (Па) в обратной линии установки – всасывающем трубопроводе при подаче искусственной газовой смеси во впускной коллектор двигателя:

$$\Delta P_{\text{о}} = (\lambda_{\text{о}} \frac{L_{\text{о}}}{d_{\text{о}}} + \xi_{\text{о}}) \frac{V_{\text{г.о}}^2 \rho_{\text{г.о}}}{2}; \text{ Па,}$$

где λ_o – коэффициент сопротивления обратной линии; L_o – длина обратной линии, м; d_o – внутренний диаметр обратной линии, м; ξ_o – коэффициент местного сопротивления фасонных частей; $V_{г.о}$ – скорость газа в обратной линии, м/с; $\rho_{г.о}$ – плотность газа в обратной линии, кг/м³.

Использование разрежения в транспортирующем трубопроводе исключает выброс частиц реагентов и продуктов реакций в окружающую среду, что улучшает экологичность процесса и условия работы обслуживающего персонала.

Установка дозатора сыпучего реагента под источником получения кислорода позволяет регулировать подачу реагента в стехиометрическом количестве, необходимом для получения требуемого состава искусственной газовой смеси на различных режимах работы двигателя, что повышает работоспособность силовой установки.

Применение сепаратора с последовательной двухступенчатой схемой отделения твердых продуктов реакции от газа (объемный отделитель и циклон) улучшает степень очистки газа от твердых продуктов реакций. Возможно периодическое очищение участка от осевших частиц продувкой при обслуживании. Снабжение циклона сепаратора встроенным вентилятором обеспечивает требуемое для устойчивой подачи смеси разрежение в транспортирующем трубопроводе, преодолевает аэродинамическое сопротивление и повышает работоспособность силовой установки.

В транспортирующем трубопроводе при подаче реагента периодически происходит реакция выгорания осевших на его внутренней поверхности частиц неполного сгорания топлива (сажи), что является положительным явлением с точки зрения «самоочистки» названных поверхностей в процессе эксплуатации силовой установки.

Литература

1. Способ работы силовой установки с двигателем внутреннего сгорания: пат. 1270387 Рос. Федерация; МПК F02B47/10. № 3884066/31-06; заявл. 15.04.85; опубл. 15.11.1986, бюл. № 42.
2. Дизельный двигатель с замкнутым газовым трактом: пат. 1537853 Рос. Федерация; МПК F02B47/10. №4314410/25-06; заявл. 09.10.87; опубл. 23.01.1990, бюл. № 3.
3. Способ работы двигателя внутреннего сгорания по замкнутому циклу: пат. 2086781 Рос. Федерация; МПК F02B47/10, F02B75/10. №94001218/06; заявл. 12.01.1994; опубл. 10.08.1997.

СЕКЦИЯ ТЕХНИЧЕСКОЙ ЭКСПЛУАТАЦИИ ТРАНСПОРТНЫХ СРЕДСТВ

УДК 658.5,621.7

Николай Артемьевич Давыдов, канд. техн. наук,
доцент

Виктор Гаврилович Назаркин,

канд. техн. наук, профессор

Анатолий Андреевич Шлапоберский, аспирант

(Санкт-Петербургский государственный
архитектурно-строительный университет)

E-mail: gavrilyc@mail.ru, davnart@mail.ru,

slapan-93@mail.ru

Nikolai Artemyevich Davydov, PhD of Tech. Sci.,
Associate Professor

Viktor Gavrilovich Nazarkin, PhD of Teh. Sci.,
Professor

Anatolii Andreevich Shlapoberskii, post-graduate student

(Saint Petersburg State University
of Architecture and Civil Engineering)

E-mail: gavrilyc@mail.ru, davnart@mail.ru,

slapan-93@mail.ru

МЕТОДИКА ВЫБОРА РАЦИОНАЛЬНЫХ СПОСОБОВ ВОССТАНОВЛЕНИЯ ДЕТАЛЕЙ

PROCEDURE FOR CHOOSING RATIONAL METHODS OF COMPONENT RECONDITIONING

В статье описаны современные подходы к обоснованию выбора рациональных способов восстановления изношенных деталей автомобилей, факторы, оказывающие влияние на выбор способов, основные технические и экономические требования к способам восстановления деталей. Основное внимание уделено выбору и обоснованию критериев эффективности способов восстановления деталей. Предложен алгоритм

выбора рационального способа восстановления деталей. Рекомендуемая методика позволяет обоснованно и быстро выбрать рациональный способ восстановления деталей, что позволит увеличить производительность труда и качество восстановления деталей при организации ремонтного производства.

Ключевые слова: способ, методика, восстановление, эффективность, детали, автомобиль.

The article describes modern approaches to justification for choosing rational methods for reconditioning of worn-out vehicle components, factors affecting such choice, main technical and economic requirements for such methods. The main attention is paid to the choice and justification of efficiency criteria regarding reconditioning methods. An algorithm for choosing rational methods of component reconditioning is proposed. The recommended procedure allows choosing a rational method of component reconditioning reasonably and quickly. It will ensure increase in labor productivity and quality of reconditioning upon management of repair facility activities.

Keywords: method, procedure, reconditioning, efficiency, components, vehicle.

На выбор способа восстановления детали оказывают влияние следующие факторы: эксплуатационные (величина износа и характер дефектов), конструктивные (материал, размер, форма, масса деталей), технологические (точность обработки, вид химико-термической обработки, твердость), производственные (концентрация и специализация производства, обеспеченность оборудованием), экономические (надежность, себестоимость, дефицитность материалов, потери от простоя). На основе анализа приведенных факторов и опыта работы сформулированы следующие основные технические и экономические требования к способам восстановления деталей: 1) восстановление размера и посадки; 2) создание расчетной толщины покрытия; 3) получение твердости и структуры металла в пределах допустимых техническими условиями без дополнительной термообработки; 4) высокая производительность процесса при незначительных трудовых, энергетических и материальных затратах; 5) незначительная масса оборудования и производственная площадь; 6) износостойкость, усталостная прочность, долговечность восстановленной детали должны быть не ниже аналогичных показателей новой детали [1, с. 151].

Настоящая методика является результатом дальнейшего совершенствования на основе использования быстродействующих вычислительных средств, рассчитываемая на ЭВМ.

Критерий эффективности представляет собой отношение количества выпущенной продукции к затратам на выпуск за единицу времени. Он является функцией отдельных показателей способов восстановления:

$$\rho = f(C, Q_c, D),$$

где ρ – критерий эффективности способа восстановления; C – технико-экономический показатель или относительная стоимость восстановления, руб.; Q_c – показатель эффективности труда или производительность труда, шт./чел.-ч; D – показатель дефицитности материала.

В идеальном случае эффективным является тот способ, который обеспечивает максимальную производительность труда при минимальных затратах. Однако, наиболее производительный способ не всегда является самым экономичным. Поэтому рациональный способ определяется путем оптимизации критерия эффективности методом баллов.

Сущность метода баллов заключается в том, что каждому показателю, влияющему на исход решения, присваивается соответственно его значимости масса или балл. Критерий эффективности в данном случае является функцией весовых показателей способов по каждому из вариантов. Вариант с максимальным значением критерия и будет рациональным [1, с. 221].

В соответствии с этим критерий эффективности выражается следующей математической зависимостью:

$$\rho_i = \frac{b_1 \cdot Q_{ci}}{b_2 \cdot C_i + b_3 \cdot D_i},$$

где b_1, b_2, b_3 – приведенный балл соответствующих показателей способов.

Приведенный балл определяется по формуле:

$$b = \frac{B}{A_{\max}},$$

где B – балл (вес) значимости показателя; A_{\max} – максимальная абсолютная величина показателя в единицах измерения.

Таким образом, для определения эффективного способа необходимо знать количественные значения показателей: технико-экономического, эффективности труда и дефицитности материала.

Технико-экономический показатель связывает относительную долговечность детали со средним значением стоимости восстановления с учетом возможных потерь от неожиданного отказа восстановленной детали и может быть выражен зависимостью:

$$C_i = \frac{C_{bi}(1 + a_i)}{P_i}, \text{ руб.},$$

где C_{bi} – среднее значение стоимости восстановления детали i -м способом, руб; P_i – относительная долговечность детали, восстановленной i -м способом; a_i – коэффициент, учитывающий возможные потери от неожиданного отказа восстановленной i -м способом детали.

Для оценки относительной долговечности используется математическое ожидание, определяемое по формуле:

$$\rho_i = \sum_{n=1}^a f_{in} \cdot K_{in},$$

где f_{in} – статистическая вероятность того, что отказ детали обусловлен n -ной причиной; K_{in} – коэффициент относительной долговечности восстановленной i -м способом детали в отношении n -ого причинного фактора отказа.

Показатель эффективности труда определяется как производительность труда и может быть выражен отношением количества восстановленных деталей к трудовым затратам на восстановление этих деталей:

$$Q_i = \frac{N_{di}}{T_{об.i}}, \frac{\text{шт}}{\text{чел.} \cdot \text{ч}},$$

где N_{di} – количество восстановленных деталей за единицу времени, шт.; $T_{об.i}$ – общие трудовые затраты, необходимые для восстановления данного количества деталей, чел.-ч.

При определении производительности труда учитывается то обстоятельство, что процесс восстановления деталей включает в общем случае подготовку детали, нанесение материала на подготовленную деталь и обработку детали. Поэтому по производительности труда оцениваются способ восстановления i в целом и отдельно процесс нанесения материала при способе i .

Понятно, что расчеты показателей по приведенным формулам можно выполнять без применения ЭВМ, однако, это требует совершенно неоправданных больших затрат времени.

Методика выбора способов с использованием ЭВМ включает следующие основные этапы работ: подготовка исходной информации, разработка вычислительного алгоритма, составление программы и реализация программы на ЭВМ, анализ результатов и принятие решения [2, с. 286].

Исходная информация о деталях и способах восстановления оформляется в виде таблицы и может храниться на любых видах носителей информации.

Вычислительный алгоритм, приведенный на рис. 1, включает определение количественных значений показателей выбранных конкурентных способов, расчет критерия эффективности, формирование выходных документов и выдача их на печать.

Показатель применимости является технологическим и определяет принципиальную возможность применения различных способов восстановления по отношению к конкретным деталям. По данному показателю выбираются конкурентные способы для последующей оценки их по критерию эффективности [2, с. 294].

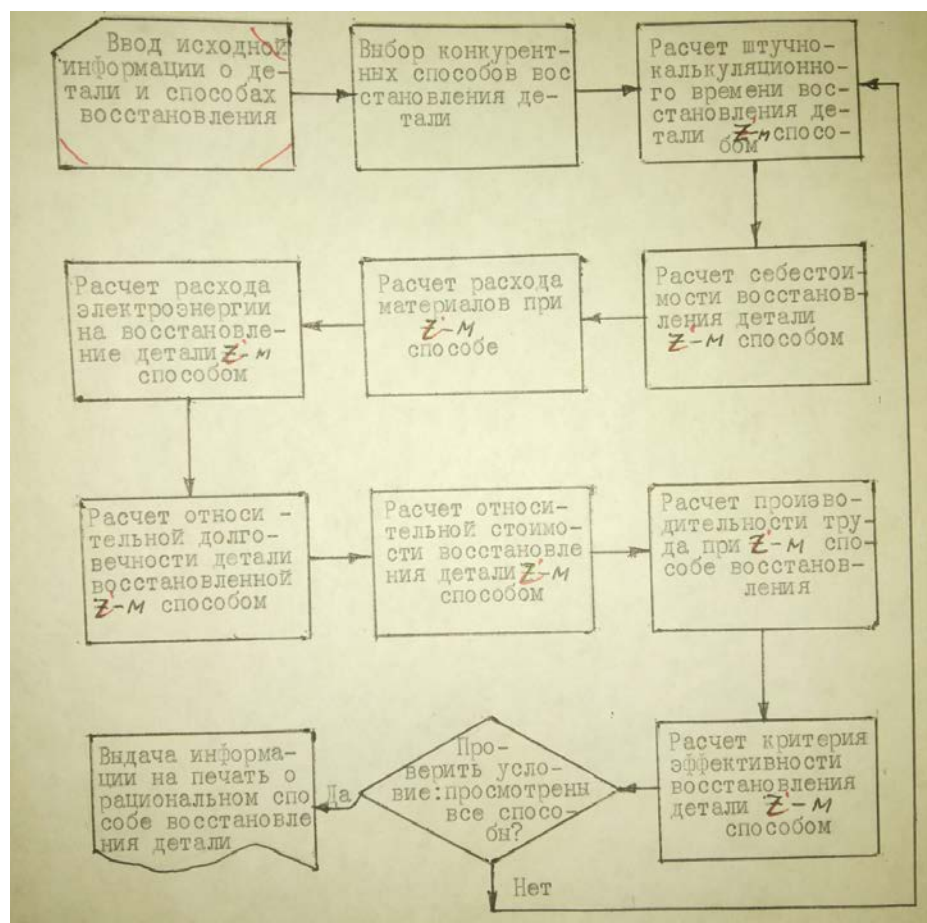


Рис. 1. Алгоритм выбора рационального способа восстановления деталей

По данной методике выполнены расчеты и получены удельные показатели различных способов восстановления деталей машин. При этом расчеты выполнялись как для конкретных деталей, так и для деталей – представителей классификационных групп.

Как пример, на рис. 2 приведены результаты расчетов для деталей 1 группы 3 класса «Круглые стержни» (валы прямые), имеющие износ посадочной поверхности под подшипники. Анализ результатов показал, что для восстановления изношенных поверхностей деталей типа валов, изготавливаемых, в основном, из легированных сталей и имеющих высокую поверхностную твердость, рекомендуются все способы наплавки с применением легирующих материалов и упрочняющей технологии (коэффициент эффективности $0,95 \div 1,11$) [3, с. 89].

При отсутствии ЭВМ можно практически использовать для выбора рациональных способов восстановления деталей машин упрощенную методику, в основу которой положены удельные показатели способов, рассчитанные на ЭВМ по изложенной ранее методике и оформленные в виде таблиц удельных показателей способов восстановления деталей. В этом случае методика выбора рационального способа восстановления деталей включает:

- 1) изучение конструктивно-технологических признаков и дефектов деталей и отнесение ее в классификационную группу;
- 2) выбор конкурентных способов восстановления детали;

- 3) выбор удельных показателей конкурентных способов по таблице для той классификационной группы, в которую отнесена восстанавливаемая деталь;
- 4) расчет критерия эффективности (в случае ограничения числа табличных показателей);
- 5) выбор рационального способа восстановления деталей по критерию эффективности [3, с. 92].

Способы восстановления	Удельные показатели на 1дм ² поверхности			$\frac{Q_{с2}}{Q_{чел-ч}}$	Q	Коэффициент относительной долговечности	Критерий эффективности, р балл
	$t_{лик.д}$ мин.	C руб.	\bar{C} руб.				
Наплавка под флюсом + шлифование	27	0,8	0,9	2,43	1,4	0,91	1,10
Наплавка под флюсом+точение+закалка ТВЧ+шлифование	30	0,9	1,0	2,21	1,4	0,91	0,95
Наплавка вибродуговая в среде хидности+шлифование	27	0,7	0,9	2,44	1,4	0,98	1,11
Наплавка в среде газа+точение+закалка ТВЧ+шлифование	26	0,7	1,1	2,54	1,6	0,80	0,98
Хромирование ванное в универсальном электролите+шлифование	117	2,9	1,8	0,57	2,0	1,66	0,15
Хромирование ванное в саморегулирующемся электролите+шлифование	68	1,7	1,0	0,98	2,0	1,66	0,35
Осталивание ванное на постоянном токе+шлифование	34	0,8	1,1	1,92	1,8	0,91	0,70
Осталивание ванное на переменном токе+шлифование	30	0,8	1,0	2,17	1,8	0,91	0,82

Рис. 2. Удельные показатели способов восстановления деталей 1 группы 3 класса (круглые стержни – валы прямые)

Таким образом, рекомендуемая методика позволяет обоснованно и быстро выбрать рациональный способ восстановления деталей, что позволит увеличить производительность труда и качество восстановления деталей при организации ремонтного производства.

Литература

1. Маслов Н. Н., Давыдов Н. А. и др. Организация капитального ремонта автомобилей / под ред. д-ра техн. наук Маслова Н. Н. Киев: Техника, 1977. 320 с.
2. Молодык Н. В., Зенкин А. С. Восстановление деталей машин. Справочник. М.: Машиностроение, 1989. 480 с.
3. Назаркин В. Г. Восстановление деталей ВАТ лазерной наплавкой: дисс. канд. техн. наук. Л.: ВАТТ, 1991. 159 с.

УДК 656.052

Татьяна Анатольевна Мешечко,
ст. 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

МЕТОДИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ПОДГОТОВКИ ВОДИТЕЛЕЙ АТС

METHODOLOGICAL ASPECTS OF DRIVER TRAINING

Статья посвящена методической подготовке педагогического состава образовательных учреждений, осуществляющих подготовку водителей автотранспортных средств. Указаны требования к преподавателям по теоретической подготовке обучаемых и мастерам практического обучения вождению, предъявляемые

профессиональным стандартом «Педагог профессионального обучения, профессионального образования и дополнительного профессионального образования».

Произведен анализ текущего положения в системе методического обеспечения подготовки водителей АТС. Определены основные недостатки в существующей системе. Представлены основные аспекты методической работы в образовательных учреждениях, осуществляющих подготовку водителей.

Ключевые слова: автошкола, безопасность дорожного движения, профессиональная подготовка, дополнительное профессиональное образование, методическая работа, подготовка водителей автотранспортных средств.

The article is dedicated to methodological training of the teaching staff in educational institutions providing driver training. Requirements for teachers providing theoretical training and masters of practical training, specified by the "Teacher of Professional Training, Professional Education and Supplementary Vocational Education" professional standard are indicated.

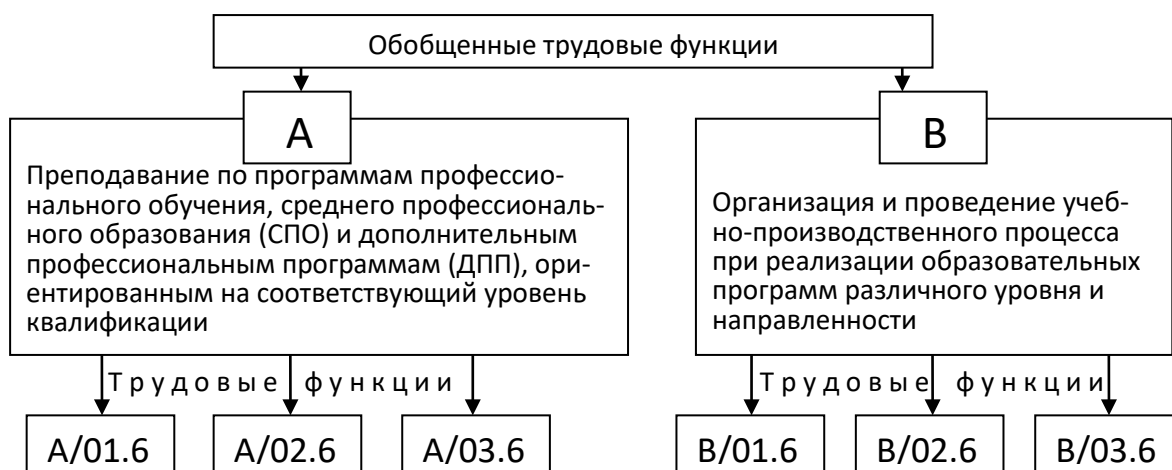
An analysis of the current condition of the system for methodological support of driver training is carried out. Main shortcomings in the existing system are identified. Main aspects of the methodological work in educational institutions providing driver training are presented.

Keywords: driver training school, traffic safety, professional training, supplementary vocational education, methodological work, driver training.

Качество подготовки водителей АТС зависит от многих факторов: наличия современной учебно-материальной базы образовательного учреждения, организации и проведения учебного процесса и других. Однако первостепенное и решающее значение в этом вопросе имеет высокая профессиональная подготовка преподавательского состава.

Требования к преподавателям и мастерам производственного обучения, осуществляющим подготовку водителей транспортных средств, определены профессиональным стандартом «Педагог профессионального обучения, профессионального образования и дополнительного профессионального образования».

Функциональная схема для обобщенных трудовых функций преподавателя и мастера практического обучения вождению представлена на рис. 1.



где:

01.6 – Организация учебной (учебно-производственной) деятельности обучающихся по освоению учебных предметов, курсов, дисциплин (модулей) программ профессионального обучения, СПО и (или) ДПП.

02.6 – Педагогический контроль и оценка освоения образовательной программы профессионального обучения, СПО и (или) ДПП в процессе промежуточной и итоговой аттестации.

03.6 – Разработка программно-методического обеспечения учебных предметов, курсов, дисциплин (модулей) программ, учебно-производственных процессов.

Рис. 1. Функциональная схема обобщенных трудовых функций педагогического состава ДПП

Описание обобщенных трудовых функций А и В представлено на рис. 2 и 3 [1].

Наименование	Преподавание по программам профессионального обучения, СПО и ДПП, ориентированным на соответствующий уровень квалификации	Код	A	Уровень квалификации	B
Возможные наименования должностей, профессий	Преподаватель				
Требования к образованию и обучению	<p>Среднее профессиональное образование - программы подготовки специалистов среднего звена или высшее образование - бакалавриат, направленность (профиль) которого, как правило, соответствует преподаваемому учебному предмету, курсу, дисциплине (модулю)</p> <p>Дополнительное профессиональное образование на базе среднего профессионального образования (программ подготовки специалистов среднего звена) или высшего образования (бакалавриата) - профессиональная переподготовка, направленность (профиль) которой соответствует преподаваемому учебному предмету, курсу, дисциплине (модулю)</p> <p>При отсутствии педагогического образования - дополнительное профессиональное образование в области профессионального образования и (или) профессионального обучения; дополнительная профессиональная программа может быть освоена после трудоустройства</p> <p>Для преподавания дисциплин (модулей) профессионального учебного цикла программ среднего профессионального образования обязательно обучение по дополнительным профессиональным программам - программам повышения квалификации, в том числе в форме стажировки в профильных организациях не реже одного раза в три года</p> <p>Педагогические работники обязаны проходить в установленном законодательством Российской Федерации порядке обучение и проверку знаний и навыков в области охраны труда</p> <p>Рекомендуется обучение по дополнительным профессиональным программам по профилю педагогической деятельности не реже одного раза в три года</p>				
Требования к опыту практической работы	Опыт работы в области профессиональной деятельности, осваиваемой обучающимися и (или) соответствующей преподаваемому учебному предмету, курсу, дисциплине (модулю) обязателен для преподавания по профессиональному учебному циклу программ среднего профессионального образования и при несоответствии направленности (профиля) образования преподаваемому учебному предмету, курсу, дисциплине (модулю)				

Рис. 2. Обобщенная трудовая функция преподавателя ДПП

Наименование	Организация и проведение учебно-производственного процесса при реализации образовательных программ различного уровня и направленности	Код	B	Уровень квалификации	B
Возможные наименования должностей, профессий	Мастер производственного обучения				
Требования к образованию и обучению	<p>Среднее профессиональное образование - программы подготовки специалистов среднего звена или высшее образование - бакалавриат, направленность (профиль) которого, как правило, соответствует области профессиональной деятельности, осваиваемой обучающимися</p> <p>Дополнительное профессиональное образование на базе среднего профессионального образования (программ подготовки специалистов среднего звена) или высшего образования (бакалавриата) - профессиональная переподготовка, направленность (профиль) которой соответствует области профессиональной деятельности, осваиваемой обучающимися</p> <p>При отсутствии педагогического образования - дополнительное профессиональное педагогическое образование в области профессионального обучения; дополнительная профессиональная программа может быть освоена после трудоустройства</p> <p>Для преподавания по основным программам профессионального образования обязательно обучение по ДПП - программам повышения квалификации, в том числе в форме стажировки в профильных организациях не реже одного раза в три года</p> <p>Педагогические работники обязаны проходить в установленном законодательством Российской Федерации порядке обучение и проверку знаний и навыков в области охраны труда</p> <p>Рекомендуется обучение по дополнительным профессиональным программам по профилю педагогической деятельности не реже одного раза в три года</p>				
Требования к опыту практической работы	Обязателен опыт работы в области профессиональной деятельности, осваиваемой обучающимися				

Рис. 3. Обобщенная трудовая функция мастера практического обучения

Основные трудовые действия педагогического состава учреждений, осуществляющих подготовку водителей АТС, определены профессиональным стандартом как:

- проведение учебных занятий по учебным предметам, курсам, дисциплинам; организация и проведение практического обучения вождению;
- текущий контроль, оценка динамики подготовленности и мотивации обучающихся в процессе изучения учебного предмета, курса, дисциплины или в процессе практического обучения;
- разработка мероприятий по модернизации оснащения места занятий, формирование его образовательной (образовательно-производственной) среды, обеспечивающей освоение учебного предмета, курса, дисциплины образовательной программы;
- контроль и оценка результатов освоения учебного предмета, курса, дисциплины или профессионального модуля;
- разработка программно-методического обеспечения учебных предметов, курсов, дисциплин (модулей) программ, учебно-производственных процессов.

Для успешного выполнения своих трудовых функций преподаватель должен хорошо знать свой предмет, владеть техникой изложения материала, уметь проводить педагогическое наблюдение и диагностику, разрабатывать учебно-методические материалы [2].

Опыт показывает, что зачастую даже хорошо подготовленный специалист, не может логично, понятно и четко выразить свои мысли и довести их до понимания подопечными. У него недостаточно развита речь, он бывает слишком многословен или чрезмерно краток, может терять контроль за аудиторией и временем занятия, не имеет соответствующей методической подготовки, которая в определенной степени формирует образ преподавателя [3].

Методика – это наука о задачах, содержании, формах и методах изложения и усвоения определенных знаний, умений и навыков.

Особое внимание методической подготовке следует уделять начинающим преподавателям. Для этого им необходимо самостоятельно изучать соответствующую литературу, периодически обращаться к опыту старших коллег, посещая их занятия и консультируясь по их содержанию, чаще самому проводить открытые занятия и консультации.

Подготовленный педагог уверенно владеет всеми методами обучения: устным изложением, показом, упражнениями и организацией самостоятельной работы. Он умело и комплексно сочетает основные принципы обучения, которые включают связь теории с практикой, наглядность представляемого учебного материала, последовательность, доступность и систематичность его изложения, индивидуальный подход к каждому из учеников.

Следует обоснованно и мотивированно оценивать знания обучаемых. Это позволяет не только реально определить уровень подготовки подопечных, но и найти к каждому из них необходимый подход. Успех учета успеваемости складывается из его всесторонности (наиболее полного контроля знаний), систематичности (непрерывности), объективности, гласности, индивидуальности и действенности.

Анализ текущего положения дел в системе методического обеспечения подготовки водителей показывает, что:

- имеющийся на рынке обширный набор различных учебников, пособий и других изданий по различным дисциплинам предназначен для водителей АТС, тогда как литература для преподавателей автошкол практически полностью отсутствует;
- отсутствует система изучения, распространения и внедрения передового опыта;
- методическая служба практически полностью отсутствует как на федеральном, региональном и муниципальном уровнях, так и в подавляющем большинстве образовательных учреждений;

- не уделяется должного внимания оценке эффективности учебного процесса, квалификации руководителей автошкол и преподавателей;
- в большинстве автошкол теоретическая подготовка обучаемых сводится к простому изложению пунктов ПДД, не уделяется внимание важным вопросам безопасности движения таким, как психологические основы управления транспортным средством и мотивация безопасного движения;
- в большинстве автошкол отсутствует взаимодействие между преподавателями теории и практики управления транспортным средством;
- уровень профессиональной подготовки специалистов, обслуживающих систему обеспечения безопасности дорожного движения не соответствует предъявляемым к нему системным требованиям.

Таким образом, в большинстве образовательных учреждений вопросам методической подготовки преподавательского состава, к сожалению, не уделяется должного внимания, и он, как говорится, «варится в собственном соку», что негативно отражается на качестве обучения будущих водителей. При этом, чаще всего, методическая работа проводится весьма формально, без тщательной ее подготовки, организации, анализа и оценки труда педагогов.

Тогда как эта работа для всего персонала образовательного учреждения является важнейшей составной частью их педагогической деятельности.

Условно методическую работу можно разделить на две формы: коллективную и самостоятельную. Коллективная форма включает:

- проведение ежегодных учебно-методических сборов всего преподавательского состава, на которых подводятся итоги процесса обучения, ставятся задачи на новый учебный год, проводятся методические занятия;
- заседания педагогических советов;
- проведения методических инструктажей по тем вопросам, которые вызывают затруднение или различное толкование;
- проведение инструктивно-методических занятий по обучению преподавателей организации и методике изложения тех или иных тем или отдельных вопросов (упражнений);
- проведение открытых занятий с целью обмена опытом и изучения наиболее эффективных методик обучения;
- проведение показательных занятий по наиболее сложным темам учебной программы.

Индивидуальная форма методической работы заключается в:

- самостоятельной подготовке преподавателя, которая является основным фактором в повышении уровня его знаний, умений и педагогического мастерства;
- взаимном посещении занятий по договоренности с наиболее опытными коллегами;
- выполнении индивидуальных заданий по поручению руководства (например, разработка методических указаний, инструктивных карт и т. д.);
- написании методических разработок по тем или иным занятиям [4].

Методическая работа должна быть направлена на улучшение организации и проведения учебно-воспитательного процесса, совершенствование знаний и методического мастерства преподавателей, обобщения их передового опыта и внедрение его в практику подготовки будущих водителей.

Эффективность обучения будущих водителей решающим образом зависит от профессионального уровня преподавательского состава. Только его теоретический потенциал и уверенное владение навыками в практической деятельности, помноженные на методическое мастерство, могут дать качественный результат обучения, который в конечном итоге будет способствовать решению актуальной проблемы национального масштаба по обеспечению безопасности дорожного движения.

Литература

1. Об утверждении профессионального стандарта «Педагог профессионального обучения, профессионального образования и дополнительного профессионального образования»: Приказ Минтруда России № 608н от 08.09.2015. URL: <http://rusedu.center/docs/category/15-standarts.html> (дата обращения: 05.04.2017).
2. Сальников А. А. Педагогические требования к проведению автомобильной подготовки. СПб.: Нестор, 2002. 23 с.
3. Глазков В. Ф., Евтюков С. А., Евтюков С. С., Мешечко Т. А. Методика профессиональной аттестации педагогического состава образовательных учреждений, осуществляющих подготовку водителей автотранспортных средств. СПб.: ИД «Петрополис», 2015. 96 с.
4. Общая и профессиональная педагогика: Учебное пособие для студентов педагогических вузов / под ред. В. Д. Симоненко. М.: Вентана-Граф, 2006. 368 с.

УДК 629. 017

Александр Владимирович Попов, канд. техн. наук,
доцент.
(Санкт-Петербургский государственный
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

ФАКТОР, ВЛИЯЮЩИЙ НА УВОД КОЛЕС АВТОМОБИЛЯ С ПЕРЕДНИМ ПРИВОДОМ

FACTOR AFFECTING WHEEL SLIP IN FRONT-WHEEL DRIVE VEHICLES

Дорожное движение становится более плотным, возрастает количество дорожно-транспортных происшествий. Немаловажную роль играет увод автомобиля при разгоне и интенсивном наборе скорости. В данной статье рассматриваются основные факторы и исследование влияния разности статических радиусов колес в комплекте транспортного средства на увод автомобиля, проводится анализ силы тяги на ведущих колесах при прямолинейном движении на автомобилях с передним приводом. С целью компенсации разницы пройденных путей и силы тяги на передних колесах рекомендуется поднять давление воздуха в шине с наименьшим радиусом качения. Это положительно скажется на сопротивлении качения передних колес в режиме торможения и в тяговом режиме при разгоне автомобиля, а следовательно, и на отклонении от траектории прямолинейного движения.

Ключевые слова: эластичность шины, увод колеса, боковая деформация шины, угловая деформация шины, радиус качения колеса.

Nowadays, road traffic is becoming heavier and the number of road accidents is increasing. In these circumstances, vehicle drifting during acceleration plays an important role. Main factors and influence of the difference between static radii of wheels on vehicle drifting are considered. An analysis of the traction force on driving wheels of front-wheel drive vehicles upon linear motion is carried out. To adjust distances covered and the traction force on front wheels, it is recommended to increase pressure in the tire with the smallest rolling radius. It will have a positive impact on rolling resistance of front wheels during braking and in the traction mode during acceleration, and, therefore, on deviation from the linear motion.

Keywords: tire flexibility, wheel slip, lateral tire deflection, angular tire deflection, wheel rolling radius.

Качение эластичного колеса имеет свои особенности, так как шина обладает эластичностью не только в продольном, но и поперечном направлении.

На рис. 1. показана схема сил, действующих на ведомое колесо при прямолинейном движении автомобиля. К колесу приложены нагрузка P_z (вертикальная), нормальная реакция дороги – результирующая элементарных нормальных реакций R_z , толкающая сила P_x и сила сопротивления качению P_k , направленная противоположно толкающей силе [1].

Из теории колеса известно, если ведущие колеса не пробуксовывают (сила тяги на колесах не превышает силы трения), автомобиль будет двигаться прямолинейно [2].

Но если хоть одно ведущее колесо будет катиться с пробуксовкой (сила тяги превысит силу трения), в пятне контакта появится перемещение колеса со скоростью, превы-

шающей скорость другого колеса относительно дороги, тем меньше скорость движения оси пробуксовывающего колеса V_F (рис. 2).

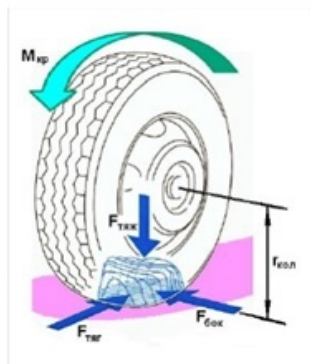


Рис. 1. Силы, действующие на колесо автомобиля

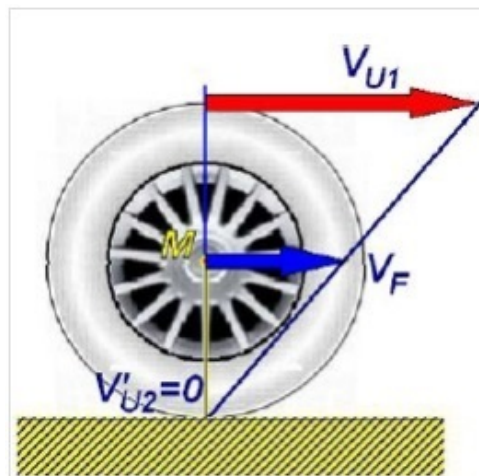
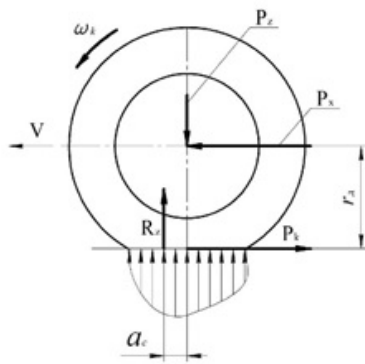


Рис. 2. Схема скоростей в различных точках колеса

Увод колеса существенно влияет не только на курсовую устойчивость и управляемость автомобиля, но и на работу шины в целом.

Для обеспечения прямолинейного движения необходимо соблюдение условий равенства $M_{кр}$ на обоих ведущих колесах [1]:

$$\frac{M_{кр1}}{M_{кр2}} = \frac{\varphi \cdot G_1}{\varphi \cdot G_2},$$

где φ – коэффициент сцепления автомобиля; G_1, G_2 – нагрузка на первом и втором колесе, соответственно.

Анализируя факторы, влияющие на увод колеса автомобиля, можно выделить такие параметры и свойства автомобильной шины, как ширина и высота профиля, углы нитей корда, эластичность материала.

Наиболее влияющим конструкционным фактором является размеры профиля шин. По результатам исследования выведена следующая закономерность, представленная на рис. 3.

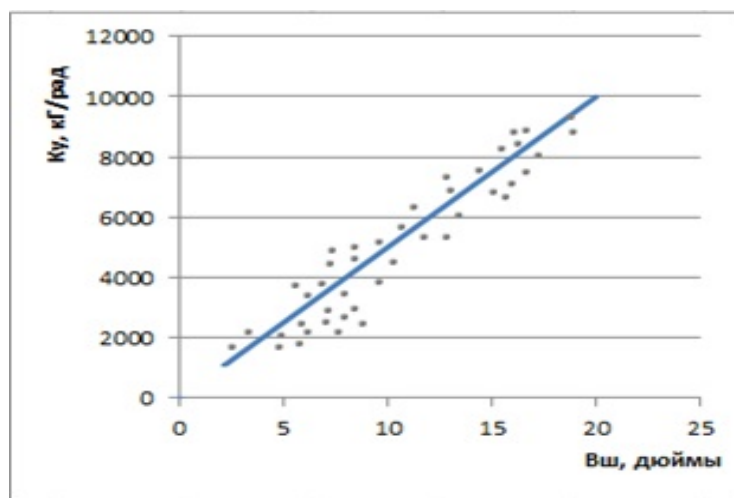


Рис. 3. Зависимость коэффициента сопротивления уводу K_y от высоты профиля $V_{ш}$

В связи с большим многообразием видов деформации пневматической шины, ее радиус не имеет одного определенного значения, как у колеса с жестким ободом. Различают следующие радиусы качения колеса с пневматической шиной (рис. 4): свободный r_0 , статический $r_{ст}$, динамический $r_д$ и кинематический $r_к$.

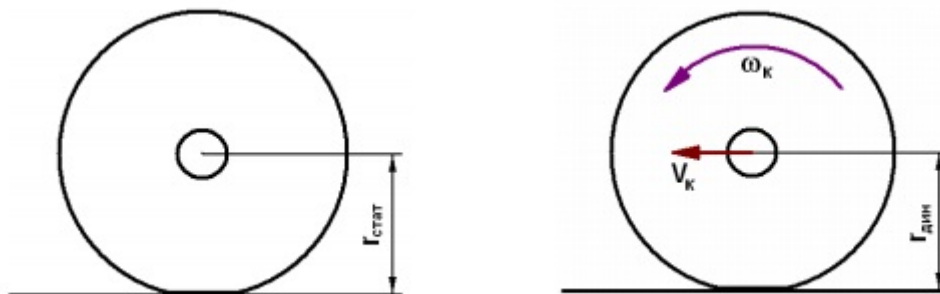


Рис. 4. Статический и динамический радиусы колеса автомобиля

Статический и динамический радиусы уменьшаются с увеличением нормальной нагрузки и с уменьшением давления воздуха в шине. Динамический радиус зависит от скорости движения: при увеличении скорости он увеличивается под действием центробежных сил. При движении колеса с малой скоростью по достаточно твердому грунту $r_{ст}$ и $r_д$ приблизительно одинаковые [3].

Кинематический радиус (радиус качения) колеса представляет собой поделенный на 2π действительный путь колеса S_k , пройденный за один оборот, или отношение линейной скорости к угловой:

$$r_k = \frac{S_k}{2\pi} = \frac{v_k}{\omega_k},$$

где S_k – путь колеса, пройденный за один оборот; v_k – поступательная скорость качения колеса; ω_k – угловая скорость вращения колеса.

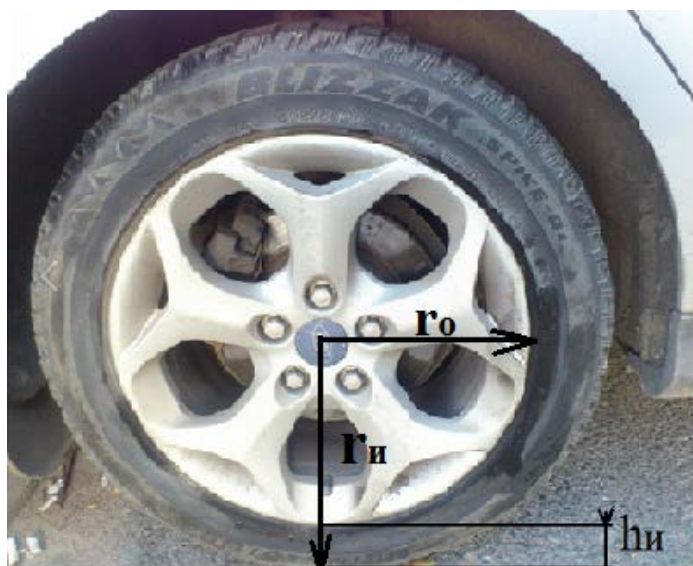


Рис. 5. Измеряемое расстояние $h_и$ колеса от опорной поверхности до обода

Ранее выполненными исследованиями установлено, что при одинаковом давлении воздуха в шине динамический радиус колеса может отличаться в одном комплекте шин [3]. А это без знаний закономерности изменения динамического радиуса от эластичности шины не может определить пути компенсации увода шин на ведущих колесах.

С целью выявления разности этих радиусов в комплекте шин легкового автомобиля *Ford Focus III* хетчбэк (комплектация автомобиля заводская), укомплектован шинами *Bridgestone Blizzak 205/55R16*, были замерены расстояния от опорной поверхности до обода колеса $h_и$, рис. 5.

Из теории качения колеса известно, что чем больше радиус колеса, тем больше его путь S . Значения $h_и$, приведены в табл. 1.

Таблица 1

Значения параметра h_n

Условия измерения		Значения параметра h_n , мм			
		Левое переднее колесо	Правое переднее колесо	Левое заднее колесо	Правое заднее колесо
1	Автомобиль без водителя	66	77,5	76,5	77,5
2	Автомобиль с водителем	65,5	77,5	76,5	77,5
3	Автомобиль с пассажиром справа от водителя	66	69,5	76,5	77,5

Рассчитанные пути колес S по формуле:

$$S_k = r_n \cdot 2\pi,$$

где r_n – измеренный радиус колеса:

$$r_n = h_u + r_o,$$

где r_o – радиус обода колеса, представлены на рис. 6.

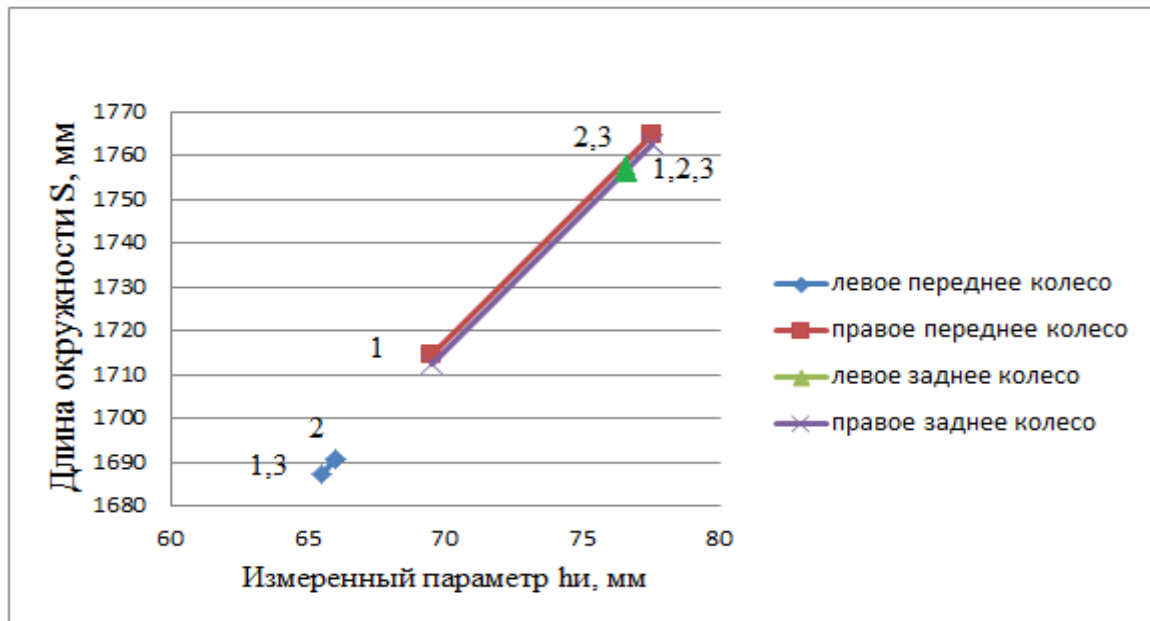


Рис. 3. Зависимость пути колеса S от параметра h_n

Из рис. 3 видно, что путь левого переднего колеса существенно отличается от правого переднего колеса, а именно на 3,93 % при первом и третьем условиях эксперимента, при втором на 4,55 %. Уравнение регрессии, описывающее зависимость S от h , с наибольшей вероятностью описывается линейной функцией:

$$y = 6,34 + 1271,88 \cdot x$$

Разный радиус ведущих колес приводит к разной силе тяги на левом и правом колесе, рассчитанный по формуле:

$$P_k = \frac{M_e \cdot i_{mp} \cdot n_{mp}}{r_k},$$

где M_e – эффективный крутящий момент двигателя, нм; r_k – радиус качения ведущего колеса, м; i_{ki} – передаточное отношение на i -ой передаче.

Расчеты представлены в табл. 2.

Таблица 2

Расчетная сила тяги P_k на ведущих колесах

Номер варианта	P_k	i_{k1}	i_{k2}	i_{k3}
1	P_k лев.	6911,069	3727,962	2458,543
	P_k прав.	6627,929	6627,929	2357,819
2	P_k лев.	6923,929	3734,9	2463,118
	P_k прав.	6627,929	3575,232	2357,819
3	P_k лев.	6911,069	3727,962	2458,543
	P_k прав.	6822,368	6822,368	2426,989

С целью компенсации разницы пройденных путей и силы тяги на передних колесах можно порекомендовать поднять давление воздуха в левой шине. Это положительно скажется на сопротивлении качения передних колес в режиме торможения и в тяговом режиме при разгоне автомобиля, а следовательно и на отклонении от траектории прямолинейного движения.

Литература

1. Литвинов А. С. Управляемость и устойчивость автомобиля. М.: Машиностроение, 1971. 416 с.
2. Литвинов А. С. Теория эксплуатационных свойств. М.: Машиностроение, 1989. 240 с.
3. Яковенко И. Ф. Основы теории автомобиля. Астана, 2014. 149 с.

УДК 620.03

Леван Ервандович Торосян, канд. техн. наук,
доцент
(Санкт-Петербургский государственный
архитектурно-строительный университет)
E-mail: levantor@mail.ru

Levan Ervandovich Torosian, PhD of Tech. Sci.,
Associate Professor
(Saint Petersburg State University
of Architecture and Civil Engineering)
E-mail: levantor@mail.ru

АНАЛИЗ СИСТЕМЫ ЭНЕРГООБЕСПЕЧЕНИЯ ПРОЦЕССА ДВИЖЕНИЯ АВТОМОБИЛЯ

ANALYSIS OF A VEHICLE POWER SUPPLY SYSTEM

В статье проводится анализ существующих тенденций в области проектирования силовых установок для привода в движение автомобиля. Приводится сравнение качества силовых приводов, работающих на электрической энергии. Рассматриваются вопросы поиска резервов для повышения качества тепловых двигателей внутреннего сгорания, работающих на углеводородном топливе. Ставятся вопросы возможности исследований в области оптимизации работы теплового двигателя на уровне рабочего процесса и кривошипно-шатунного механизма.

Ключевые слова: энергетическая установка, электропривод, гибридный двигатель, преобразователи энергии, энергетические потоки, транспортная работа, энергетические затраты.

An analysis of the current trends in the field of design of power supply units to drive a vehicle is carried out in the article. Electrical power drives are compared by quality. Issues related to search for resources to improve quality of hydrocarbon-powered heat ICE are considered. Issues concerning the possibility to carry out studies on heat engine operation optimization related to the engine cycle and crank-and-rod mechanism are raised.

Keywords: power supply unit, electric drive, hybrid engine, energy converters, energy flows, vehicle productivity, power consumption.

Тенденция поиска альтернативных видов топлива и энергии [1] приводит к необходимости задуматься над вопросом, а насколько полно мы представляем возможности существующей классической схемы привода автомобиля в движение и, главное, есть ли резервы получения и преобразования энергии в этой классической схеме?

Для привода автомобиля применяется тепловая энергетическая установка (ЭУ) в виде двигателя внутреннего сгорания (ДВС). Об очевидных преимуществах классической схемы привода в движение автомобиля говорить не приходится, так как эти преимущества доказаны временем. Недостатки же классической схемы, в которой используется кинематическая связь между двигателем, трансмиссией и ведущими колесами, можно обобщенно разделить на несколько групп. Одна группа связана с ограниченными временными перспективами классической схемы конструкции ДВС из-за использования углеводородного топлива, объема которого (во всяком случае, нефти) иссякнут в недалеком будущем. Вторая группа недостатков связана с экологическими проблемами [2]. Третья группа связана с низкой эффективностью использования тепловых ЭУ, особенно в группе легковых автомобилей, которые зачастую выполняют ничтожно малую транспортную работу.

Попытки инженерной мысли в последнее десятилетие перейти к поискам альтернативных способов привода в движение автомобиля привели к развитию двух основных направлений исследований. Первое направление связано с использованием электрической энергии в приводе (в основном легковых автомобилей), а второе направление – поиск альтернативных видов топлива для ДВС [3; 4; 5].

В последние годы также возникли некоторые разработки, которые призваны использовать кинетическую энергию движущегося автомобиля для получения и сохранения энергии.

Проанализируем названные тенденции.

Использование электрической энергии выражается в конструктивных схемах, где этот вид энергии накапливается и аккумулируется для последующего использования в приводе в движение автомобиля [6]. Недостатки электропривода выражаются в следующем:

- малое расстояние пробега до полного разряда аккумулятора;
- уровень надежности электродвигателя не соответствует широкому спектру условий эксплуатации;
- мощность ЭУ недостаточна для использования их на грузовых автомобилях, автобусах и тракторах;
- эксплуатация и сервис ЭУ, как и всех остальных элементов привода, практически ограничена и зависит от развития инфраструктуры.

Если учесть даже названные недостатки, то можно заключить, что серьезно говорить о применении электрического привода при существующих схемах энергообеспечения процесса движения, а главное транспортной работы, основную долю которой производят грузовые автомобили, автобусы и другая тяжелая техника, не приходится. Хотя перевод существенной части мирового парка легковых автомобилей на электрический привод, несомненно, даст возможность решить многие топливные и экологические проблемы.

Одним из способов обойти названные выше недостатки электропривода, который используется для электромобилей, является проектирование гибридной схемы привода. Однако и в этой схеме привода существуют свои недостатки, а именно:

- усложнение конструкции;
- увеличение веса за счет объемной аккумуляторной батареи (АКБ) с последующей проблемой ее утилизации;
- увеличенная стоимость конструкции и последующей эксплуатации транспортного средства;

- недостатки пусковых характеристик;
- недостатки эргономики салона в холодный период.

Как известно, гибридные автомобили подразделяются на два основных типа: с последовательной и параллельной схемами привода. При последовательной схеме привода тепловая ЭУ не используется для непосредственного привода в движение, а питает генератор и дает зарядку аккумулятору, они же (генератор и АКБ) и используются для привода в движение автомобиля. При параллельной схеме для привода в движение используется как тепловая ЭУ, так и электромотор (электропривод). У каждой из этих схем существуют свои недостатки. В частности, в последовательной схеме работает принцип двойного преобразования энергии для привода и, как следствие, снижение КПД. Параллельная схема предполагает усложнение конструкции для управления потоками энергии.

Комбинация последовательной и параллельной схем, с использованием основных преимуществ каждой, дает на сегодняшний день наиболее оптимальный результат. При такой схеме тепловая ЭУ используется наилучшим образом на режимах движения, когда электрический привод не может быть обеспечен энергией (например, при полной разрядке аккумулятора, при движении на малой скорости продолжительное время). К сожалению, и эта комбинированная схема обладает основными недостатками:

- увеличение стоимости конструкции;
- увеличение веса за счет использования дополнительного генератора;
- усложнение схемы энергопреобразования.

Для сравнения, цена на гибридный легковой автомобиль немецкого производителя *BMW* модели *i3* с электроприводом по сравнению с обычным автомобилем того же производителя, оснащенный бензиновым двигателем, на российском рынке больше почти в два раза.

И все-таки необходимо отметить, что гибридная схема привода автомобиля уже доказала свою жизнеспособность в определенных условиях эксплуатации, а значит, она представляет интерес к дальнейшему исследованию и развитию. Однако эта схема также в существующем виде пока очень далека от решения основных задач транспортной работы в промышленных масштабах.

Производство альтернативных видов топлива для ДВС является еще одним из направлений решения энергетических задач и проблем в конструкции привода автомобиля. К сожалению, те объемы производства и использования альтернативного топлива, которые существуют сегодня, нельзя назвать иначе как экспериментальные. Но научные исследования в этой области проводить необходимо, так как именно комбинация применяемых топлив может стать отправной точкой для создания новых конструкций ЭУ [7; 8]. Однако возникает вопрос, а насколько актуальным является это направление, например, для Российской Федерации, обладающей существенными запасами природного газа? Не является ли все-таки на данном этапе развития Российской экономики и ее направленности приоритетным решение задачи перевода техники на газовое топливо? Ведь разговоры на тему об альтернативных видах топлива при практическом отсутствии системы перехода на газовое топливо могут привести к увеличению затрат и увести экономику от реализации системы использования природного газа как варианта альтернативного топлива.

Инженерные решения по использованию кинетической энергии движущегося автомобиля на сегодняшний день приобрели несколько направлений. Одним из этих направлений является разработка системы использования тепловой энергии, которая выделяется при торможении и нагреве от трения (система рекуперации). В этой системе тепловая энергия не используется в чистом виде, как в цилиндре двигателя, а преобразуется в электрическую. Но все те устройства, которые связаны с преобразованием любого вида энергии в электрическую, сразу усложняют конструкцию по весу, по содержанию, а значит, и по стоимости. При этом КПД таких конструкций очень мал.

Еще одним направлением является попытка оптимизировать процесс управления автомобилем (например, компьютерная система *I-See* компании *VOLVO*), которая управляет в автоматическом режиме переключением передач для использования кинетической энергии движущегося автомобиля. Эта система поддерживает скорость автомобиля, автоматически управляя подачей топлива и тормозом при движении под уклон, обеспечивая наиболее экономный режим. В частности, система предполагает использование кинетической энергии при движении автомобиля под уклон накатом. Но не совсем ясно, как разработчики алгоритма управления данной системой учитывали параметры безопасности при движении на спусках? Также для работы такой системы необходим соответствующий рельеф местности, где существует множество уклонов.

Южно-корейская технология *Magneter* предполагает установку на автомобили магнитов, а в автомобильные дороги – ленточных систем, которые должны взаимодействовать с магнитами автомобиля. Предполагается, что магнит автомобиля при движении будет перемещать магниты ленточной системы, в результате чего генерируется ток, который затем можно использовать, например, для освещения дорог.

Анализ тенденций в исследованиях показал, что основным направлением в разработках систем привода автомобиля в движение является работа в области электрического привода и автоматизации как управления ЭУ, так и процессом движения автомобиля.

Результаты этих исследований, разработок и производства в основном наблюдаются в области легкового автомобилестроения. Можно сказать, что начало третьего тысячелетия ознаменовано борьбой инженерной мысли за уход от зависимости автомобильной отрасли от углеводородного топлива.

А что в области проектирования грузовых автомобилей и автобусов? Ведь эти транспортные средства (как было сказано выше) выполняют основной объем транспортной работы в экономике. В этой области пока наблюдаются робкие попытки, например, заставить двигаться грузовой автомобиль на электрической тяге. Оно и понятно, ведь здесь энергетические затраты совсем другого порядка.

Вернемся к тепловым ЭУ, которые пока незаменимы. На взгляд автора, тепловые ЭУ еще не исчерпали свои возможности. В данной статье хотелось бы поставить ряд вопросов, касающихся повышения качества тепловых двигателей.

Какие же резервы можно было бы выделить в области эффективности обычных (назовем их условно углеводородными) двигателей? Насколько полно исследованы рабочие процессы? Можно ли изменить процесс топливоподачи не только качественно, но и количественно? Можно ли существенно сократить потери тепловой энергии при работе углеводородного двигателя и тепло использовать вторично в рабочем процессе без дополнительных энергетических затрат и потерь? Как будет отражаться на процессе смесеобразования и последующего горения воздух, нагретый от тепла, отведенного из цилиндра двигателя? Является ли резервом сокращения энергетических затрат процесс усиления в кривошипно-шатунном механизме двигателя? И наконец, можно ли говорить о том, что поиск и оптимизация состава углеводородного топлива для теплового двигателя окончательно надо считать завершенным?

На современном этапе развития процесса двигателестроения, при существующих технологиях проектирования приводов, преобразование электрической энергии в механическую будет неуклонно сопряжено с необходимостью управлять несколькими потоками энергии, что означает автоматическое увеличение веса установок и, как следствие, увеличение энергетических затрат. Можно сказать, что проектирование электропривода при существующих конструкциях аккумуляторных батарей и системе зарядки автомобилей электроэнергией ведет не к уменьшению энергетических затрат, а к увеличению их. Ведь когда речь идет об автомобилях на электрической тяге, то обоснованием их преимуществ

является недорогая зарядка аккумуляторных батарей и отсутствие вредных выбросов. Но так ли это?

Практика использования автомобилей, конструкция которых представляет всевозможные преобразователи энергии для привода в движение автомобиля, пока не дает права говорить о перспективности таких конструкций в плане энергетических затрат. Нельзя рассматривать технические преимущества электромобилей или гибридных автомобилей до тех пор, пока не будет раскрыта полная картина в сравнительных параметрах, как минимум, по трем направлениям – затраты (в том числе энергетические) на производство, экологические показатели (в том числе на стадии производства) и возможности транспортной работы.

Для зарядки АКБ требуются существенные затраты энергии на всех этапах – их производство, зарядка в период эксплуатации, утилизация. АКБ также не лишены привилегии отсутствия вредных выбросов из-за протекающих в них химических реакций и выделений в атмосферу.

Однако изменение конструкции АКБ может стать еще одним резервом снижения затрат энергии [8; 9; 10].

Проведя анализ существующих систем энергообеспечения процесса движения автомобиля и направлений проектирования технических систем, можно заключить, что исследования в области рабочего процесса теплового двигателя не исчерпали свои возможности. В связи с этим хотелось бы выделить ряд направлений, которые, на взгляд автора, могли бы стать резервом повышения качества тепловых ЭУ:

1. Исследования в области усиления в цилиндре двигателя.
2. Исследования в области вторичного использования тепловой энергии ДВС для обеспечения рабочего процесса без дополнительных преобразований энергопотоков.
3. Исследования в области проектирования АКБ и применения для их конструкций материалов, позволяющих снизить вес и размеры.
4. Исследования в области использования кинетической энергии движущихся частей автомобиля для решения задачи зарядки АКБ электромобилей.
5. Исследования в области разработки новых видов топлива для тепловых ЭУ, основанных на углеводородном сырье.

Литература

1. Пополов А. С. Солнечный транспорт. М.: Транспорт, 1996. 168 с.
2. Новиков Ю. В. Городу – чистый воздух. М.: Московский рабочий, 1982. 160 с.
3. Эйдинов А. А., Лежнев Л. Ю., Каменев В. Ф. Электромобили и автомобили с КЭУ // Автомобильная промышленность. 2002. № 1. С. 9–12.
4. Златин П. А., Кеменов В. А., Ксенович И. П. Электромобили и гибридные автомобили. М.: Агроконсалт, 2004. 416 с.
5. Ксенович И. П., Эйдинов А. А. и др. Электромобиль: состояние и приоритетные направления развития // Приводная техника. 1988. № 8/90. С. 5–22.
6. Ипатов А. А., Эйдинов А. А. Электромобили и автомобили с КЭУ. М., 2004. 328 с.
7. Эйдинов А. А., Яковлев А. И. Возможные пути развития энергетических установок автомобилей // Автомобили и агрегаты: сб. науч. тр. НАМИ. 1999. Вып. 223. С. 48–69.
8. Furukawa N. et al. EV 24h Travel Distance Record Challenge // 17th International Electric Vehicle Symposium (EVS-17). Montreal, Canada, 2000. Washington, D.C.: EVAA, 2000. CD.
9. Moore S. W., Schneider P. J. A Review of Cell Equalization Methods for Lithium Ion and Lithium Polymer Battery Systems. SAE Technical Paper Series, 2001-01-0959, March, 5–8, 2001. Warrendale, PA, 2001. P. 1–5.
10. Martinez C., Sorlien D., Goodrich R., Chandler L., Magnuson D. Using Cell Balancing to Maximize the Capacity of Multi-cell Li-Ion Battery Packs. AN167. URL: <https://www.intersil.com/content/dam/Intersil/documents/an16/an167.pdf> (accessed on: 26.03.2017).

СЕКЦИЯ ТРАНСПОРТНЫХ СИСТЕМ

УДК 656.1

Петр Геннадьевич Атаев, директор по развитию
(ООО «Дорнадзор», СПб)
E-mail: pierre_ataev@yahoo.fr

Petr Gennadievich Ataev, Development Director,
(Dornadzor Ltd., St. Petersburg)
E-mail: pierre_ataev@yahoo.fr

**АКТУАЛЬНЫЕ ПРОБЛЕМЫ РАЗРАБОТКИ ПРОЕКТОВ ОРГАНИЗАЦИИ
ДОРОЖНОГО ДВИЖЕНИЯ**

**CURRENT PROBLEMS OF THE ROAD TRAFFIC ORGANIZATION PROJECTS
DEVELOPMENT**

В работе рассмотрены проблемы, возникающие при разработке проектов организации дорожного движения, а также сложности, которые возникают на стадии использования подобной документации. Представлен отечественный и зарубежный опыт в сфере организации дорожного движения. Предложены пути решения обозначенных проблем. Рекомендовано создание единой базы данных, в которой может аккумулироваться информация обо всей документации по организации дорожного движения. Показано, что в сочетании с информационно-аналитической системой этот ресурс решит часть рассмотренных проблем. Разобран проект закона «Об организации дорожного движения в Российской Федерации».

Ключевые слова: ПОДД, организация дорожного движения, проектирование, автомобильные дороги, безопасность дорожного движения, база данных.

The article considers the problems that arise in the development of road traffic projects, as well as the difficulties that arise at the stage of using such documentation. Domestic and foreign experience in the field of traffic management is presented. The ways of solving the indicated problems are suggested. It is recommended to create a general database, where information on all documentation for traffic management can be accumulated. This resource, in combination with an information and analytical system, will solve some of the discussed problems. The draft law “On the organization of road traffic in the Russian Federation” has been addressed.

Keywords: road traffic management, organization of road traffic, planning, highways, road traffic safety, database.

В настоящую статью включены тезисы заметки автора на интернет-портале «Транспорт Российской Федерации» (<http://www.rostransport.com/article/16163/>). В исследовании подняты проблемы, которые возникают при реализации проектов организации дорожного движения (ПОДД) как в службе заказчика, так и у организации-проектировщика, реализующей данные проекты. Практика разработки ПОДД на автомобильных дорогах различных категорий (от 1А до V) и опыт работы с различными заказчиками (управлениями федеральных автодорог общего пользования, владельцами автодорог регионального и муниципального значения) позволяют систематизировать проблемы, встречающиеся на различных этапах реализации проектов: заключении контракта, сборе исходных данных, проектировании и согласовании на всех уровнях, и предложить пути их решения.

Прежде всего, следует отметить, что демпинг со стороны низкоквалифицированных организаций и, как следствие, выбор последних в качестве разработчиков ПОДД, приводит к значительному снижению качества работ. Такие проекты в процессе эксплуатации требуют уточнений, корректировки, и, в конечном счете, затраты на их реализацию превышают сметные расчеты. Подобные случаи характерны для непрофильных организаций, не обладающих ни техническими средствами для сбора исходных данных, например, дорожными лабораториями, ни навыками проектирования в сфере организации дорожного движения. В результате, низкое качество проектной документации может привести к осложнению ситуации на автомобильных дорогах и повышению аварийности. Следует учитывать обозначенные факторы и не создавать предпосылки к увеличению риска для участников дорожного движения.

Процесс разработки зачастую сопряжен с решением проектировщиками проблем, которых можно избежать при должном регулировании: как и во многих сферах, связанных

с госзаказом, финансирование и сроки сдачи работ привязаны к календарному году, соответственно, не редки случаи, когда сбор исходных данных вынужденно производится в условиях, не предусмотренных для полевых изысканий в рамках разработки ПОДД. Вероятно, эту проблему решил бы предлагаемый рядом экспертов перенос периода отчетности в сфере дорожного строительства с декабря на конец сентября. Определение четких принципов планирования, которые установили бы требование о проведении конкурсов на проектирование до начала сезона, также поможет исключить данную проблему.

Качество отечественного программного обеспечения зачастую ведет к появлению ряда сложностей. Использование даже активно эксплуатируемых специализированных программ требует постоянного обращения к разработчикам для текущей доработки программного продукта. Так как повышение качества работы отечественных программ происходит невысокими темпами, полезным будет заимствование зарубежного опыта и программного обеспечения. Так, инструментарий *imajbox* французской фирмы *Imajing* в сочетании с софтом *imajview*, способен дать результат на высоком европейском уровне. Цена превышает отечественные аналоги в 2–3 раза, однако более высокая стоимость оправдывается отсутствием необходимости устранять множество недоработок. Данный продукт, безусловно, следует дорабатывать и приводить в соответствие с российским законодательством, однако при наличии стабильного спроса русификация неизбежна. Программное обеспечение польской фирмы *Vectra Poland Company*: инвентаризатор *EBFViewer* и пространственная база данных *Roadman* больше приближены к ПОДД в отечественном понимании и позволяют осуществлять сбор, хранение и геоинформационное отображение информации, относящейся к дорожному конструктиву и организации дорожного движения. Обслуживание иностранного софта может быть упрощено за счет российских представительства.

Еще одной проблемой является отсутствие унификации требований заказчиков, недостает четко прописанных критериев оценки результатов проектной работы. Отчасти это объясняется недостаточным количеством профессионально подготовленных кадров на местах, а также несовершенством специализированной методологической документации. Проблему могла бы решить подготовка нового отраслевого дорожного методического документа (ОДМ) по разработке ПОДД в дополнение к ОДМ 218.6.010-2013 [1] и ОДМ 218.6.019-2016 [2].

Существует ряд вопросов и к нормативной документации, имеющейся в данной области проектирования. ГОСТ Р 52289–2004 [3] оставляет широкие возможности для неоднозначного трактования некоторых положений, что можно заметить при сравнении проектов в различных регионах. Двоякое толкование приводит к совершенно разным требованиям профильных ведомств, что осложняет процесс проектирования. Уточнение требований нормативной документации позволит выстроить более предсказуемый процесс работы в любых субъектах Российской Федерации.

Отсутствие у заказчиков актуальной информации о ситуации на дорогах, находящихся в их управлении, либо противоречивые данные, имеющиеся в разных отделах службы заказчика, приводят к путанице в балансовой принадлежности, разработке проектов организации дорожного движения на не эксплуатируемые и не обслуживаемые автодороги. В результате, некоторые выполненные проекты не используются на практике. ПОДД должен уточнять информацию об автодороге, а не обосновывать неактуальные данные. Например, результаты качественно сделанной съемки сертифицированной дорожной лабораторией не учитываются для уточнения длины автодороги, так как у владельца уже зафиксирована определенная протяженность, полученная устаревшими методами измерения. Возможным решением стало бы создание единой федеральной базы данных, в которую будет поступать вся проектная документация. Подобная информационно-аналитическая система необходима для обеспечения удобства и открытости деятельности всех игроков в сфере организации дорожного движения. Аналогичный портал в сфере документов территориального планирования уже действует – федеральная государственная

информационная система территориального планирования (ФГИС ТП), обеспечивающая доступ к сведениям, содержащимся в государственных и муниципальных информационных ресурсах, ощутимо помогает в работе и проектировщиков, и органов власти.

Техническое состояние некоторых автодорог низких категорий, фактически бескатегорийных, требует установки большого числа дополнительных дорожных знаков. В этих случаях логично первоначально привести автодорогу в нормативное состояние и уже после этого разрабатывать проекты организации дорожного движения на нее. В качестве примера: если существующая геометрия автодороги предполагает необходимость установки множества предупреждающих знаков – 1.11.1-2, 1.12.1-2 (опасные повороты), 1.13, 1.14 (крутой спуск, подъем) [4], то после требующейся реконструкции многие из них не понадобятся.

Следующая проблема происходит из предыдущей: большое количество предупреждающих и запрещающих знаков вызывает перегруженность и снижение их восприятия водителем. Например, для грунтовой автодороги V категории с расчетной скоростью движения 60 км/ч и разрешенной, согласно правилам дорожного движения, скоростью 90 км/ч требуется установка множества запрещающих знаков, которые на отдельных участках уменьшают данное значение. Необходимо на законодательном уровне произвести уточнения в нормативной документации для ликвидации подобных противоречий.

К перечисленным принципиальным замечаниям можно добавить более частные: необходимо отходить от печати нескольких бумажных экземпляров проекта в пользу электронных носителей, включать в ПОДД ситуацию на пересечениях с другими автодорогами в начале и в конце участка, рационально использовать растровые изображения на всех этапах, кроме сдачи работы, важно оснастить профильные ведомства специализированным программным обеспечением, произвести автоматизацию процессов согласования и другие вопросы.

Рассматриваемый в настоящее время в Государственной Думе проект федерального закона «Об организации дорожного движения в Российской Федерации и о внесении изменений в отдельные законодательные акты» решает часть поднятых вопросов. Во-первых, закон поднимает на более высокий уровень организацию дорожного движения как отдельный вид деятельности и устанавливает ее основные принципы, в то время как сегодня эта сфера регулируется законодательными актами более низкого уровня, в частности приказом Минтранса РФ от 17 марта 2015 г. № 43 «Об утверждении Правил подготовки проектов и схем организации дорожного движения» [5]. Во-вторых, устанавливаются требования к структуре, содержанию, порядку согласования и утверждения документации.

В проекте закона дано меткое определение организации дорожного движения: «деятельность по упорядочиванию движения транспортных средств и (или) пешеходов на дорогах, направленная на снижение потерь времени (задержек) при их передвижении, при условии обеспечения безопасности дорожного движения» [6]. Данный законопроект, в частности, обращается к проблеме отсутствия критериев оценки проектной документации. Предусматривается обязательность разработки и исполнения документов по организации дорожного движения для органов государственной власти и местного самоуправления.

В соответствии с законопроектом, ПОДД разрабатываются в целях проектной реализации комплексных схем организации дорожного движения (КСОДД) либо в качестве самостоятельного документа без предварительной разработки КСОДД. На многих территориях логично совмещение этих двух работ, во избежание противоречий между документами и дублирования затрат на сбор исходных данных.

Авторы закона сделали шаг к решению проблемы квалификации кадров на местах, регламентировав перечень профессий и должностей, связанных с деятельностью по организации дорожного движения, и квалификационных требований к ним. Также в законе прописаны сроки обновления документации: «проекты организации дорожного движения разрабатываются на период эксплуатации дорог и их участков», пункт 2, статья 18, а «внесение изменений в утвержденный проект организации дорожного движения на период

эксплуатации дорог или их участков либо его повторное утверждение должны осуществляться не реже чем один раз в три года» пункт 3, статья 18 [6].

Остается ряд нерешенных вопросов, в частности унификация требований к исполнителям, определение условий сбора исходных данных, однако они могут быть предусмотрены на другом уровне. Кроме того, следовало бы зафиксировать в данном нормативном акте требование о загрузке утверждаемых документов в общую базу данных.

Профессиональное сообщество должно заниматься решением обозначенных проблем и реализовывать перспективные методы ведения работ. Появление единой базы данных стало бы важным шагом к упорядочиванию данной сферы. Разработка федерального закона «Об организации дорожного движения» поможет упорядочить процесс создания и исполнения соответствующей проектной документации. В любом случае, ключевым вопросом выполнения проектов организации дорожного движения останется качество продукта и, соответственно, профессионализм исполнителей. Это непосредственно влияет на повышение безопасности дорожного движения и улучшение облика автомобильных дорог.

Литература

1. ОДМ 218.6.010–2013. Методические рекомендации по организации аудита безопасности дорожного движения при проектировании и эксплуатации автомобильных дорог / Росавтодор. М., 2013. 36 с. URL: http://rodosnpp.ru/media/rodos/normative_base/nt_dejstv/odm/_218.6.010-2013.pdf (дата обращения: 04.04.2017).
2. ОДМ 218.6.019–2016. Рекомендации по организации движения и ограждению мест производства дорожных работ / Росавтодор. М., 2016. 113 с. URL: <http://meganorm.ru/Index2/1/4293756/4293756299.htm> (дата обращения: 04.04.2017).
3. ГОСТ Р 52289–2004 Технические средства организации дорожного движения. Правила применения дорожных знаков, разметки, светофоров, дорожных ограждений и направляющих устройств / Росстандарт. М.: Стандартинформ, 2004. 95 с. URL: http://konstryktiv.com/uploads/nomativniye_dokumenty/gost%2052289-2004.pdf (дата обращения: 04.04.2017).
4. О Правилах дорожного движения: постановление Правительства Российской Федерации от 23.10.1993 № 1090 (ред. от 24.03.2017). URL: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_2709/ (дата обращения: 04.04.2017).
5. Об утверждении Правил подготовки проектов и схем организации дорожного движения: приказ Министерства транспорта Российской Федерации от 17 марта 2015 г. № 43. URL: <http://www.garant.ru/products/ipo/prime/doc/70993350/> (дата обращения: 04.04.2017).
6. Проект №1047264-6 федерального закона «об организации дорожного движения в Российской Федерации и о внесении изменений в отдельные законодательные акты». URL: https://www.mintrans.ru/upload/iblock/b52/fz_izm_dd.doc (дата обращения: 04.04.2017).

УДК 656.11; 656.13; 656.13.08

Александр Владимирович Белов, канд. техн. наук,
доцент
(Санкт-Петербургский государственный
архитектурно-строительный университет)
E-mail: belov_trans@mail.ru

Aleksandr Vladimirovich Belov, PhD of Tech. Sci.,
Associate professor
(Saint Petersburg State University
of Architecture and Civil Engineering)
E-mail: belov_trans@mail.ru

АНАЛИЗ ТЕНДЕНЦИЙ РАЗВИТИЯ СИСТЕМ АВТОМАТИЗАЦИИ УПРАВЛЕНИЯ АВТОМОБИЛЕМ И ИХ ВЛИЯНИЯ НА УПРАВЛЕНИЕ ТРАНСПОРТНЫМИ ПОТОКАМИ

ANALYSIS OF DEVELOPMENT TRENDS FOR DRIVING AUTOMATION SYSTEMS AND THEIR INFLUENCE ON TRAFFIC CONTROL

Рассмотрен процесс развития систем, позволяющих автоматизировать различные задачи управления автомобилем. Проведен анализ влияния таких систем на безопасность и эффективность движения транспортного потока. Выявлен перечень систем, оказывающих влияние на управление транспортными потоками. Результаты анализа показывают, что сформировалась устойчивая тенденция к замене функций человека-водителя системами автоматизации. Предельным состоянием этого процесса будет полностью автоматиче-

ское транспортное средство, способное самостоятельно перемещаться в любых дорожных условиях. Далее приведены результаты анализа влияния автоматизации на состояние транспортного потока как объекта управления, показывающие необходимость в значительных изменениях методов ОДД.

Ключевые слова: беспилотный автомобиль, автономный автомобиль, организация дорожного движения, транспортный поток, управление формированием транспортных потоков.

A process of developing systems for automation of various vehicle control tasks is considered. An analysis of influence which such systems exert on traffic safety and efficiency is carried out. A list of systems affecting traffic control is specified. According to the analysis results, a steady trend to replacement of human driver's functions with automation systems has formed. An automatic vehicle able to move independently in any road conditions can be considered as the limit state of this process. Results of an analysis of automation influence on the condition of the traffic flow as a management object, showing the need for significant changes in traffic management methods, are given.

Keywords: unmanned vehicle, autonomous vehicle, traffic management, traffic flow, traffic control.

Системы автоматизирующие различные аспекты управления автомобилем стали появляться начиная с 60-х гг. прошлого века. Одной из первых подобных систем стала система «круиз контроля», позволяющая автоматически поддерживать определенную скорость движения. Позднее появились системы экстренного торможения, автоматического подруливания для удержания автомобиля в полосе и др. Как показал проведенный анализ, в настоящее время отсутствует единая универсальная классификация подобных систем. Производители и разработчики таких систем стремятся повысить конкурентное преимущество своих систем, объединить несколько функций и дают им различные наименования, что вызывает затруднения в проведении классификации.

В работе [1] приводится классификация систем автоматизации с точки зрения выполняемых ими функций:

- системы, повышающие удобство. К ним относятся системы помогающие водителю и облегчающие процесс управления;
- системы, повышающие безопасность. К ним относятся системы активной безопасности, помогающие предотвратить ДТП;
- системы повышения эффективности отдельного ТС. Такие системы, как правило, устанавливаются на грузовые автомобили и автобусы с целью оптимизировать режимы движения и снизить расход топлива и уменьшить эксплуатационные затраты;
- системы, повышающие эффективность управления движением. К этой категории относятся системы, позволяющие учитывать при управлении автомобилем состояние транспортного потока в целом, и позволяющие повысить эффективность управления движением.

Более общий взгляд на классификацию систем автоматизации управления ТС представлен в работе [2], где направления автоматизации делятся на три домена:

- Безопасность.
- Эффективность.
- Информирование и помощь в управлении.

Системы, повышающие эффективность управления движением с точки зрения режимов взаимодействия с управляющим органом делятся на системы с двухсторонней связью между ТС и инфраструктурой (кооперативные системы) и системы локального воздействия на транспортный поток в совокупности.

На рис. 1 приведена сводная классификация систем автоматизации управления автомобилем по степени автоматизации и области применения [3].

К системам, не оказывающим прямого воздействия на поведение транспортного потока в целом, можно отнести системы, повышающие безопасность и комфорт, такие как различные системы предупреждения и оповещения водителя, не вмешивающиеся в управление автомобилем. Тем не менее, такие системы могут оказывать косвенное воздействие на состояние потока.

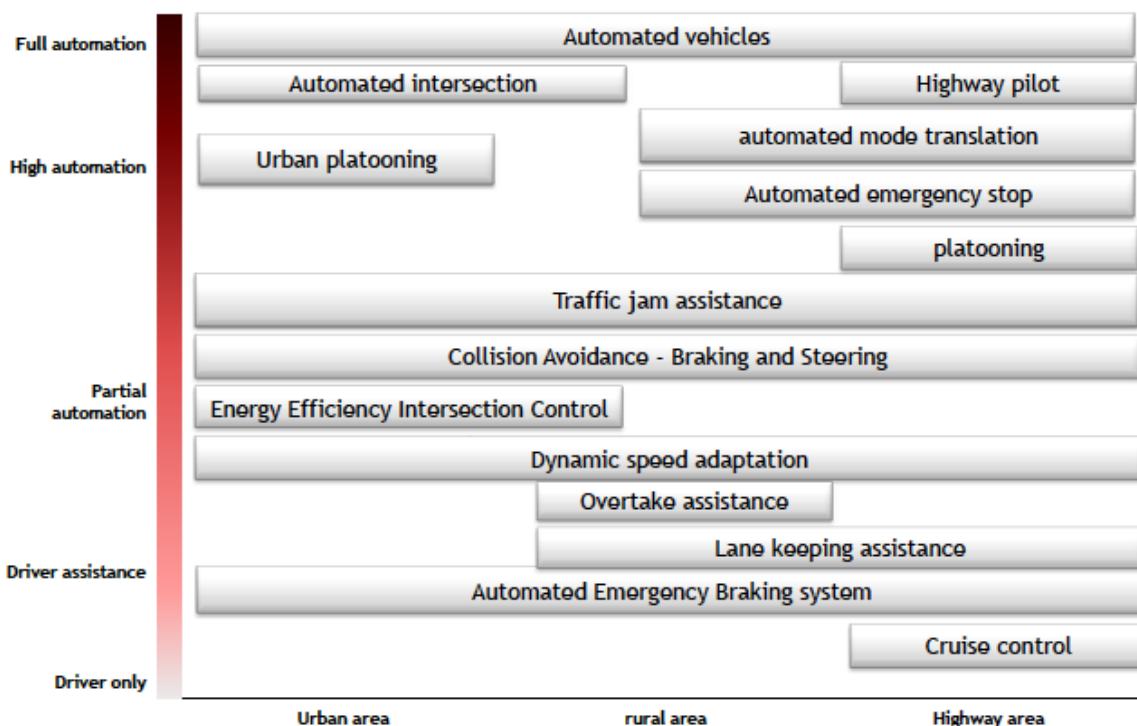


Рис. 1. Функциональная структура систем автоматизации управления автомобилем

К системам, оказывающим прямое влияние на транспортный поток, относятся системы, которые так или иначе вмешиваются в процесс управления автомобилем или существенно сокращают время реакции и обработки информации водителем. Такие системы могут быть классифицированы на:

- системы круиз-контроля;
- системы контроля скорости для повышения плавности потока и снижения расхода топлива;
- системы помощи при смене полосы (вливания в поток);
- системы колонного движения;
- навигационные системы;
- комбинированные системы.

Наличие возможности быстрой передачи информации от автомобиля к автомобилю и к управляющему пункту открывает еще большие возможности для автоматизации управления автомобилем. Становится доступной возможность координации действий отдельных автомобилей для повышения эффективности движения, как потока на отдельном участке, так и на уровне УДС в целом.

Одной из первых реализаций принципа координированного движения автомобилей стала концепция колонного движения (*platooning concept*). Этот подход объединяет принципы работы системы адаптивного круиз-контроля, системы удержания в полосе с возможностью быстрой передачи информации всем ТС находящимся в составе колонны. Принцип колонного движения является на данный момент одним из наиболее перспективных и близких к масштабной реализации из всех систем автоматизации управления автомобилем. Исследования показывают, что колонное движение в автоматическом режиме при наличии кооперативного управления может повысить пропускную способность полосы в 3 раза [4; 5].

Одной из наиболее значимых систем для автоматизации управления автомобилем является система адаптивного круиз-контроля. В одном из исследований отмечается, что

при увеличении доли автомобилей, оборудованных такой системой, пропускная способность растет в квадратичной зависимости [6]. Это позволяет обосновывать стимулирование перехода на такие автомобили и выделения отдельных полос движения для них. Но положительный эффект от выделения отдельной полосы появляется при доле оборудованных автомобилей в потоке не менее 40% [7]. Но также отмечается, что наличие системы кооперативного круиз-контроля у большой доли автомобилей ухудшает условия вливания в поток с примыкающих направлений.

Для решения этой проблемы разработаны системы кооперативного слияния потоков (*Cooperative Merging*), которые позволяют вливаться в поток не вызывая в нем резких колебаний параметров [8]. Для полностью автоматического вливания в поток и перестроения внутри него разработаны системы автоматического управления в продольной плоскости [9].

За контроль скорости движения отвечают системы класса *Intelligent Speed Adaptation*. Наиболее продвинутые версии такой системы позволяют автоматически контролировать скорость движения для оптимизации условий движения потока и не позволяя водителю нарушать скоростной режим [10].

Комбинации функций перечисленных систем воплощаются в комплексных системах автоматизации управления движением, например *Highway Pilot*. Это система, установленная на отдельное ТС, позволяющая автоматизировать все функции водителя при движении по магистрали в диапазоне скоростей от 0 до 130 км/ч [3].

Также к классу комбинированных систем относится вышеупомянутая система *Vehicle Platooning Systems*, которая в наиболее расширенной версии позволяет организовывать движения ТС разных типов в плотных колоннах с возможностью автоматического присоединения и выхода из колонны [11; 12].

Кроме автоматизации управления важное значение также имеют навигационные системы *Navigation Assistance Systems*. В отличие от стационарных табло или передачи информации через радиовещание, они позволяют передать водителю информацию о его местоположении, текущих условиях и возможных маршрутах движения в максимально удобной форме, сокращая тем самым время на принятие решения и повышая его качество.

Системы автономного вождения представляют собой комплексные системы, включающие в себя полный спектр функционала кооперативных систем и дополнительные функции для обеспечения полностью автоматического перемещения по дорогам общего пользования. Такие системы полностью замещают водителя, а не помогают ему. При этом такие системы могут функционировать как в полностью автономном режиме, полагаясь только на собственные средства оценки окружающей ситуации, так и в кооперативном, получая информацию от других ТС, инфраструктуры и управляющего пункта. Принцип работы подобных систем заключается в создании динамической модели окружающей обстановки посредством ее оценки различными сенсорами. Как правило, используется комбинация сенсоров, таких как радиолокационные, ультразвуковые, лазерные радары, системы оптического распознавания (машинного зрения) и даже тепловизионные датчики.

За последние годы появилось множество статей и отчетов описывающих перспективы и различные аспекты внедрения беспилотных автомобилей в транспортные системы городов. Анализ последних публикаций показал, что основные эффекты от появления беспилотных автомобилей ожидаются в следующих сферах [3;13 и ссылки внутри]:

1. Аварийность. Существенное снижение в зависимости от уровня автоматизации, от 30 до 95 %.
2. Мобильность. На уровне полной автоматизации индивидуальная мобильность маломобильных групп населения резко повышается. Также повышается общий уровень мобильности и числа поездок.

3. Потери времени (заторы). Уже при уровне частичной автоматизации существенно повышается пропускная способность дорог за счет уменьшения динамического габарита ТС (при условии отделения от потока обычных ТС). На уровне полной автоматизации происходит еще большее увеличение пропускной способности, по разным оценкам от 300 до 500 %.

4. Землепользование. Уровни условной и полной автоматизации позволяют использовать время в поездке для других целей (работа, чтение, просмотр фильмов и т. д.), это снижает обобщенную стоимость поездки, что в свою очередь позволяет выбирать более удаленное и дешевое расположение места проживания. Таким образом, ожидается еще большее расширение территории агломераций за счет пригородного расселения. Вместе с тем ожидается уплотнение центрального ядра городов вследствие снижения необходимости в парковках, так как автономные автомобили смогут парковаться на удалении от места назначения поездки.

5. Энергоэффективность и вредные выбросы. Если не учитывать эффект от внедрения альтернативных видов топлива, то при появлении беспилотных автомобилей произойдет снижение общего объема вредных выбросов за счет повышения плавности потоков. Также на уровне полной автоматизации, вследствие почти полного исключения риска столкновений упростится конструкция автомобилей и снизится их масса.

Из указанных предположений, можно сделать вывод, что большинство положительных эффектов можно ожидать только на этапе полной автоматизации процесса движения и при полном переходе на такие автомобили.

По своей сути, существующие направления деятельности по ОДД решают задачу по минимизации влияния человеческого фактора и упорядочивания процесса совершения поездок на автомобильном транспорте. Автоматизация управления автомобилем призвана снизить или полностью исключить влияние человеческого фактора на многие аспекты в процессе дорожного движения. Следовательно, при повышении уровня автоматизации управления должны быть пересмотрены методы организации движения, которые могут стать избыточными и неэффективными.

Человек-водитель является самым ненадежным звеном в системе ВАДС. Он подвержен утомляемости, обладает ограниченной способностью к приему и обработке информации, имеет существенное время реакции, может отвлекаться, а также склонен нарочно нарушать установленные ПДД режимы движения.

По аналогии с техническими системами существует понятие надежности водителя, то есть его способности работать без отказов (без создания аварийных ситуаций) в течение определенного периода. Можно выделить четыре основные составляющие надежности водителя [14]:

- медицинская – отсутствие заболеваний, симптомы (проявления) которых могут привести к потере контроля над автомобилем в процессе движения;
- психофизиологическая – комплекс личностных качеств водителя (свойства нервной системы, память, время реакции, качества внимания и т. п.), недостатки которых могут вызвать потерю времени в условиях его дефицита, например в опасной ситуации, или привести к ошибкам в принятии решений либо к их исполнению;
- профессиональная – наличие опыта, совокупность навыков управления автомобилем, позволяющих реализовать наиболее рациональные приемы обеспечения безопасности в любых условиях движения, в том числе опасные и критические ситуации;
- социально-психологическая – совокупность личностных качеств человека (уровень общей культуры, чувство ответственности, дисциплинированность и т. п.), определяющих характер поведения на дороге, представляющей собой своеобразную социальную среду.

Исследования, проведенные в последние десятилетия, доказали, что исключение человека из контура управления автомобилем может значительно повысить безопасность и эффективность транспортного потока [15; 16].

Повышение степени автоматизации означает снижение доли операций, выполняемых человеком и замещение функций восприятия, оценки информации и передачи управляющих воздействий специальными сенсорами, программными алгоритмами и исполнительными устройствами соответственно. Сенсоры, в отличие от человека, не подвержены утомлению и снижению концентрации внимания, а исполнительные устройства реагируют предсказуемо и значительно быстрее [17].

Таким образом, с точки зрения проявления человеческих особенностей поведения, методы ОДД должны быть направлены на минимизацию влияния следующих трех групп факторов:

- психофизиологические особенности водителя при непосредственно управлении автомобилем;
- особенности поведения при совершении конкретной поездки (выбор пункта назначения и маршрута движения, спешка при возможности опоздания в зависимости от цели поездки);
- факторы коллективного поведения (взаимовлияние выбора маршрутов движения и времени начала поездки).

Современные тенденции развития систем управления дорожным движением показывают, что все больше возрастает роль автоматизации и объединения различных аспектов управления путем внедрения систем коммуникации в рамках общего понятия Интеллектуальных транспортных систем. Тем не менее, базовая методология управления дорожным движением строится на фундаментальных свойствах транспортного потока из обычных автомобилей.

Как объект управления, транспортный поток из управляемых человеком автомобилей обладает следующими свойствами:

- нестационарность (суточная, недельная и сезонная неравномерность);
- стохастичность (различия в целях у участников движения и их поведении);
- устойчивость (периодический характер поездок);
- инерционность;
- взаимосвязанность (наличие внутренних зависимостей между параметрами потока);
- неполная управляемость.

Появление автоматических автомобилей приведет к изменениям в некоторых свойствах транспортного потока как объекта управления.

Стохастичность потока будет уменьшаться с повышением степени автоматизации управления автомобилем и доли автоматических автомобилей в потоке.

Снижение времени реакции, а также кооперативные технологии управления приведут к существенному снижению инерционности потока, позволяя быстрее изменять его параметры.

Автоматические транспортные средства, двигаясь в общем потоке, ведут себя как своего рода фильтр возмущений потока, что меняет внутренние зависимости между параметрами потока и позволяют сделать движение более плавным.

Наличие автоматических транспортных средств в потоке предполагает более высокую степень управляемости в зависимости от степени автоматизации и состава потока вплоть до 100 % при полном исключении человека из контура управления.

Таким образом, автоматизация управления автомобилем существенно скажется на свойствах транспортного потока как объекта управления. Кроме того, интеграция систем управления автомобилем и систем управления движением меняет существующую методологию управления, поскольку объектом управления уже становится не транспортный по-

ток в совокупности, а отдельные ТС, что приводит к концепции «управления формированием транспортных потоков» [18]. Адаптация методов управления транспортными потоками требует проведения специальных исследований с целью определения свойств потока автомобилей с различной степенью автоматизации и различной долей таких автомобилей в потоке.

Литература

1. Bishop R. Intelligent Vehicle Technology and Trends. Norwood, USA: Artech House Inc, 2005.
2. Popescu-Zeletin R., Radusch I., Rigani M.A. Vehicular-2-X Communication: State-of-the-Art and Research in Mobile Vehicular Ad hoc Networks. Berlin – Heidelberg:Springer-Verlag, 2010.
3. Roadmap Automation in Road Transport // iMobility Forum. April, 2013. URL: <http://vra-net.eu/wp-content/uploads/2013/12/Automation-Roadmap-final.pdf> (accessed on: 10.03.2017).
4. Sengupta R., Rezaei S., Shladover S. E., Cody D., Dickey S., Krishnan H. Cooperative collision warning systems: Concept definition and experimental implementation // Journal of Intelligent Transportation Systems: Technology, Planning, and Operations.2007. No. 11(3). P. 143–155.
5. Ioannou P., Wang Y., Chang H. Integrated Roadway/Adaptive Cruise Control System: Safety, Performance, Environmental and Near Term Deployment Considerations. California PATH Research Report UCB-ITS-PRR-2007-8, California PATH Program, Institute of Transportation Studies, University of California, Berkeley, 2007.
6. VanderWerf J., Shladover S., Miller M. A., Kourjanskaia N. Effects of adaptive cruise control systems on highway traffic flow capacity // Transportation Research Record.2002. Vol. 1800. Paper No. 02-3665. P. 78–84.
7. Visser R. Co-operative Driving on Highways – An Assessment of the Impact of the Advanced Driver Assistance System ‘Co-operative Adaptive Cruise Control’ on Traffic Flow Using Microscopic Traffic Simulation. MSc Thesis.The Netherlands, University of Twente, 2005.
8. Tampère C. M. J., Hogema J. H., van Katwijk R. T., van Arem B. Exploration of the impact of Intelligent Speed Adaptation and Co-operative Following and Merging on Highways using MIXIC: TNO-report Inro/NK2003 prepared for the Transport Research Centre (AVV) of the Dutch Ministry of Transport, Public Works and Water Management, The Netherlands. 1999.
9. Knake-Langhorst S., Löper C., Schebitz N., Köster F. Merge and exit support for the driver. ATZ worldwide. 2013. No. 115(4). P. 82–87.
10. Vlassenroot S., van der Plas J.-W., Brookhuis K., De Mol J., Marchau V., Witlox F. Easy going – Multilevel assessment of ISA // Infrastructure and Safety in a Collaborative World. Road Traffic Safety; E. Bekiaris, M. Wiethoff, E. Gaitanidou (Eds). Berlin – Heidelberg – New York: Springer Verlag, 2011. P. 215–232.
11. SARTRE. Project Final Report. SAfe Road TRains for the Environment project. 2013.URL:https://www.sp.se/sv/index/research/dependable_systems/Documents/The%20SARTRE%20project.pdf (accessed on: 10.03.2017).
12. Tsugawa S. An automated truck platoon within the Energy ITS Project. Featured Article // IEEE ITS Society Newsletter. 2014. Vol. 16. No. 1. P. 11–14.
13. Litman T. Autonomous Vehicle Implementation Predictions. Implications for Transport Planning. Victoria Transport Policy Institute, 2015. 24 p. URL: <https://www.vtpi.org/avip.pdf> (accessed on: 10.03.2017).
14. Мишурун В. Н., Романов А. Н. Надежность водителя и безопасность движения. М.: Транспорт, 1990. 167 с.
15. Handbook on transportation science /ed. by Randolph W. Hall. Springer US; Kluwer academic publishers, 2003. 741 p.
16. Stevens W. B. Evolution to an Automated Highway System // Automated Highway Systems; P. A. Ioannou, ed. New York: Plenum Press, 1997. P. 109–124.
17. Ward J. D. Step by step to an Automated Highway System-and beyond // Automated Highway Systems; P. A. Ioannou, ed. New York: Plenum Press, 1997. P. 73–91.
18. Белов А. В. Повышение эффективности использования улично-дорожных сетей на основе управления формированием транспортных потоков: дисс. ... канд.техн. наук: 05.22.01. М., 2014. 134 с.

УДК 656.025.2

Андрей Эдливич Горев, д-р экон. наук, профессор
Ольга Валентиновна Попова, канд. техн. наук,
доцент
(Санкт-Петербургский государственный
архитектурно-строительный университет)
E-mail: a-gorev@mail.ru, o-popova@mail.ru

Andrey Edlivich Gorev, Dr of Economics, Professor
Olga Valentinovna Popova, PhD of Tech. Sci.,
Associate Professor
(Saint Petersburg State University
of Architecture and Civil Engineering)
E-mail: a-gorev@mail.ru, o-popova@mail.ru

АРХИТЕКТУРА СЕРВИСОВ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ ТРАНСПОРТНОЙ СИСТЕМЫ В ОБЛАСТИ УПРАВЛЕНИЯ ПРОЦЕССАМИ ПЕРЕВОЗОК ПАССАЖИРОВ

INTELLIGENT TRANSPORTATION SYSTEM SERVICE ARCHITECTURE IN THE FIELD OF PASSENGER TRANSPORTATION MANAGEMENT

В статье рассматриваются сервисы интеллектуальных транспортных систем (ИТС), которые могут способствовать повышению эффективности транспортного обслуживания населения. Анализируется роль таких сервисных доменов как «Информирование участников движения», «Общественный транспорт» и «Электронные платежи на транспорте». Для выявления перспективных сервисов ИТС, оказывающих наибольшее влияние на эффективность транспортного обслуживания был применен многокритериальный подход. В результате экспертной оценки соответствия каждого сервиса ИТС рассматриваемым критериям был определен ряд сервисов ИТС с наибольшей степенью влияния на эффективность транспортного обслуживания населения, для которых и была построена архитектура.

Ключевые слова: интеллектуальная транспортная система, архитектура сервисов, сервисный домен, транспортное обслуживание, транспорт общего пользования, управление перевозками.

The article considers intelligent transportation system (ITS) services which can facilitate the improvement of transportation efficiency. A role of such service domains as “Informing of road users”, “Public transport” and “Electronic payments in transport” is analyzed. A multi-criteria approach was applied to identify prospective ITS services exerting the greatest influence on transportation efficiency. Due to the expert assessment of compliance of each ITS service with the considered criteria, a number of ITS services with the greatest influence on transportation efficiency was identified. A corresponding architecture was developed for those services.

Keywords: intelligent transportation system, service architecture, service domain, transportation, public transport, transportation management.

Сервисы в интеллектуальных транспортных системах (ИТС) в области управления процессами перевозок пассажиров целесообразно рассматривать в рамках сервисных доменов ИТС, в которые они входят. В соответствии с ГОСТ Р ИСО 14813-1–2011 [1], сервисными доменами ИТС, в области управления процессами перевозок пассажиров, являются: **Сервисный домен «Информирование участников движения»**, который предусматривает обеспечение пользователей ИТС (пассажиров, водителей, транспортные организации) информацией различного характера. Эта информация может носить как статический (различные придорожные объекты, расписание движения транспорта), так и динамический (загрузка дорог, изменение маршрутов следования транспорта) характер. Используя данную информацию, пассажир может заранее спланировать маршрут предстоящей поездки, водитель транспортного средства оперативно менять маршрут следования (не относится к транспорту общего пользования) на основе информации о загрузке магистралей, а транспортная организация получает возможность для сбора информации, которая позволит управлять работой подвижного состава на линии и планировать рейсы. **Сервисный домен «Общественный транспорт»** предусматривает функционирование служб транспорта общего пользования и предоставление оперативной информации перевозчикам и пассажирам. Домен «Общественный транспорт» включает в себя сервисы ИТС, направленные на планирование, эксплуатацию и управление пассажирским транспортом общего пользования. Данные сервисы позволяют транспортному предприятию получать оперативную информацию о местоположении каждой единицы подвижного состава,

находящейся на линии, что позволяет в динамическом режиме корректировать расписание движения. Кроме этого, транспортное предприятие, при помощи сервисов этого домена, получает информацию о степени использования подвижного состава (загрузке подвижного состава пассажирами), функционировании бортовых систем транспортного средства (работа двигателя, давление в шинах). При помощи подобных сервисов ИТС могут выполняться действия, связанные с планированием и составлением расписания таким образом, чтобы обеспечить минимизацию потерь времени пассажиров при выполнении поездки, в том числе при использовании стыковки различных видов транспорта. **Сервисный домен «Электронные платежи на транспорте»** включает сервисы ИТС, направленные на использование электронных и безналичных систем оплаты проезда на пассажирском транспорте общего пользования.

Для выявления наиболее перспективных сервисов ИТС, в области управления процессами перевозок пассажиров, которые позволят повысить эффективность транспортного обслуживания населения, был применен многокритериальный подход. В этой связи, все сервисы ИТС были разделены на 2 группы: сервисы ИТС, предназначенные для пассажира и предназначенные для транспортной организации. Несмотря на то, что все сервисы ИТС, входящие в эти группы, направлены на повышение эффективности транспортного обслуживания населения, степень влияния каждого сервиса может быть разной. Так, использование многокритериального подхода позволяет выявить степень влияния сервиса ИТС на обобщенный (интегральный) показатель эффективности, включающий различные критерии. В качестве таких критериев рассматривались: снижение затрат времени пассажиров на перемещение; повышение информационного обеспечения поездки для пассажира; повышение скорости движения подвижного состава; повышение регулярности движения пассажирского транспорта общего пользования; повышение надежности работы подвижного состава. В случае равнозначности критериев, интегральный показатель рассчитывается путем подсчета среднего арифметического экспертных баллов по каждому сервису ИТС, что и позволит определить сервисы ИТС с наибольшей степенью влияния на эффективность транспортного обслуживания населения.

В результате экспертной оценки соответствия каждого сервиса ИТС рассматриваемым критериям был определен ряд сервисов ИТС с наибольшим интегральным показателем. Такими сервисами являются: информирование пассажира о предстоящем маршруте следования, включая информацию о стыковке различных видов пассажирского транспорта; корректировка расписания движения подвижного состава пассажирского транспорта общего пользования в режиме реального времени; информирование пассажира о расписании движения пассажирского транспорта общего пользования; мониторинг бортовых систем подвижного состава пассажирского транспорта общего пользования. Из них первый и третий сервисы относятся к сервисам, предназначенным для пассажира, а второй и четвертый – для транспортной организации, осуществляющей (организующей) транспортные услуги по перевозке пассажиров.

При построении архитектуры рассматриваемых сервисов ИТС будем опираться на структуру архитектуры ИТС, приведенную в ГОСТ Р ИСО 14813-1–2011.

Таким образом, архитектура сервисов ИТС, обеспечивающих наибольшее влияние на эффективность транспортного обслуживания может быть представлена в виде схемы, приведенной на рис. 1.

Сервис «Информирование о предстоящем маршруте следования, включая информацию о стыковке различных видов пассажирского транспорта» предназначен для пассажира. При помощи подобной информации пассажир получает альтернативные варианты следования до указанной точки назначения с использованием различных видов транспорта общего пользования (трамвай, троллейбус, автобус, метро) и может заранее выбрать маршрут следования, включая места стыковки транспорта общего пользования.

Кроме этого, пассажир получает информацию о времени проезда по маршруту и пройденному расстоянию, количество и время пешеходных переходов, время ожидания транспорта, в том числе в месте стыковки. Эту информацию пассажир может получить с помощью мобильного транспортного приложения или интернет-портала транспорта общего пользования. Таким образом, для получения подобной информации, как при дотранспортном информировании, так и при информировании во время поездки, нужен интернет. Архитектура данного сервиса приведена на рис. 2.



Рис. 1. Архитектура сервисов ИТС, с наибольшей степенью влияния на эффективность транспортного обслуживания

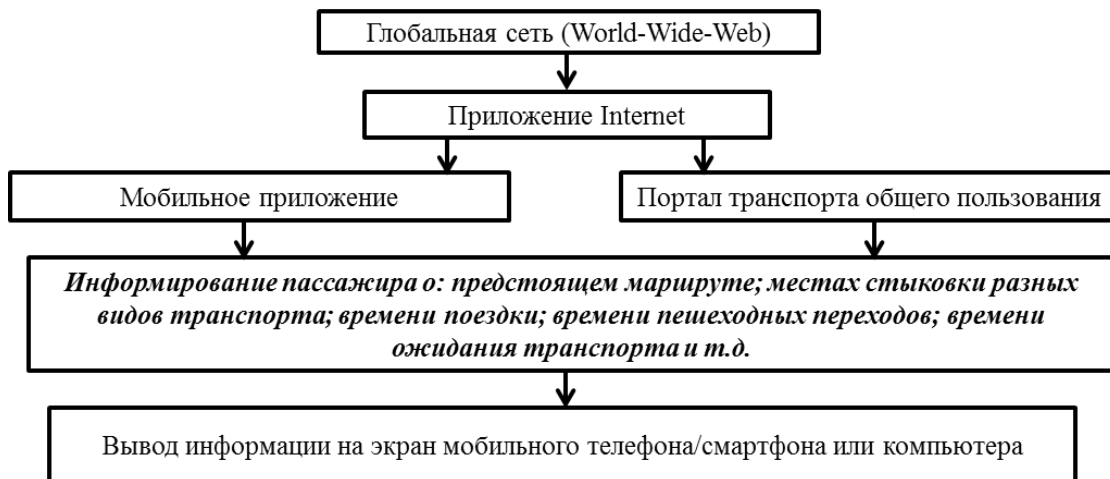


Рис. 2. Архитектура сервиса «Информирование пассажира о предстоящем маршруте следования»

Сервис «Информирование о расписании движения пассажирского транспорта общего пользования» так же, как и предыдущий, предназначен для пассажира. При помощи данного сервиса пассажир получает информацию о расписании движения различных видов транспорта, времени прибытия транспортного средства на остановочный пункт, виде транспортного средства (трамвай, троллейбус, автобус), номере маршрута, прогнозом времени ожидания, низкопольности транспортного средства. Эту информацию он впоследствии может использовать для выбора предстоящего маршрута следова-

ния, а также для оценки времени ожидания транспорта на остановочном пункте. Подобную информацию пассажир может получить при помощи мобильного транспортного приложения, интернет-портала транспорта общего пользования или с помощью информационного или интерактивного табло на остановочном пункте или транспортно-пересадочном узле. В свою очередь, для передачи информации на информационное табло необходима реализация алгоритмов расчета прибытия транспортных средств на остановочный пункт, с учетом пробок, а также использование различных средств предоставления оперативной и аналитической информации о дорожной обстановке, что позволит повысить уровень качества информированности населения. Архитектура данного сервиса приведена на рис. 3.



Рис. 3. Архитектура сервиса «Информирование пассажира о расписании движения пассажирского транспорта общего пользования»

Сервис «Корректировка расписания движения подвижного состава пассажирского транспорта общего пользования в режиме реального времени» предназначен для транспортной организации, которая организывает (осуществляет) транспортные услуги по перевозке пассажиров. Сервис позволяет транспортной организации получать информацию для целей планирования работы пассажирского транспорта (например, информацию о текущих уровнях загрузки пассажирского транспорта, получаемую от информационных систем общественного транспорта).

При помощи данного сервиса транспортная организация получает возможность автоматизировать процессы оперативного диспетчерского управления перевозочным процессом, автоматизировать процессы расчета расписаний, автоматизировать процесс выравнивания интервалов движения транспортных средств, обеспечить регулярность движения маршрутного транспорта, что позволит повысить качество транспортного обслуживания населения. Данный сервис ИТС может быть реализован посредством использования прикладных программ, которые позволяют рассчитывать расписание движения транспорта для маршрутов с изменением трассы маршрута в зависимости от периода суток или дня недели, изменением скоростных режимов движения на различных участках трассы. Архитектура данного сервиса приведена на рис. 4.

Сервис «Мониторинг бортовых систем подвижного состава пассажирского транспорта общего пользования» предназначен для транспортной организации, которая организывает (осуществляет) транспортные услуги по перевозке пассажиров. При помощи данного сервиса ИТС транспортная организация получает информацию о статусе каждой единицы маршрутного транспортного средства на предмет надежности работы его

основных агрегатов (управление двигателем, давление в шинах и т. д.). Данный сервис ИТС может быть реализован посредством использования навигационных систем, при помощи которых информация с бортового оборудования, установленного на каждой единице подвижного состава пассажирского транспорта общего пользования, передается на сервер, осуществляющий первичную обработку данных для автоматизированной системы управления городским пассажирским транспортом. На основе этой информации транспортная организация, отвечающая за безопасную эксплуатацию подвижного состава, сможет принимать оперативные решения по обеспечению безопасности перевозки пассажиров. Взаимодействие целесообразно осуществлять по принципу ведущий – ведомый, причем ведущий всегда сервер. Сервер отправляет запросы, а бортовое оборудование обрабатывает их и отправляет в ответ требуемые данные. Архитектура данного сервиса приведена на рис. 5.



Рис. 4. Архитектура сервиса «Корректировка расписания движения подвижного состава транспорта общего пользования»

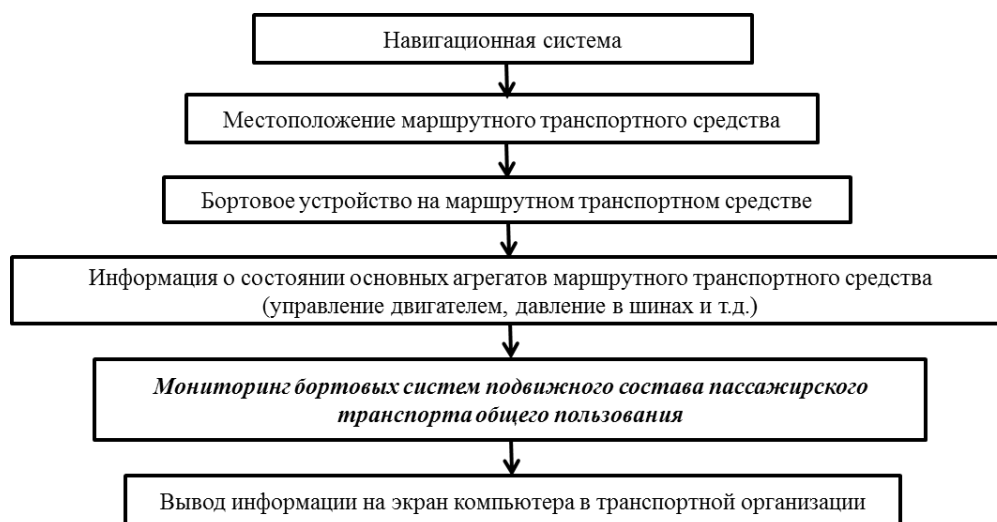


Рис. 5. Архитектура сервиса «Мониторинг бортовых систем подвижного состава пассажирского транспорта общего пользования»

Все вышеперечисленные сервисы могут быть реализованы в рамках построения современной интеллектуальной транспортной системы управления транспортом общего пользования.

Литература

1. ГОСТ Р ИСО 14813-1–2011. Интеллектуальные транспортные системы. Схема построения архитектуры интеллектуальных транспортных систем. Часть 1. Сервисные домены в области интеллектуальных транспортных систем, сервисные группы и сервисы. М.: Стандартинформ, 2011. 26 с. URL: <http://www.gostrf.com/normadata/1/4293800/4293800056.pdf> (дата обращения: 03.03.2017).

УДК 620.9(075.8) : 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, PhD of Tech. Sci.,
Professor
(Saint Petersburg State University
of Architecture and Civil Engineering)
E-mail: cotikov@mail.ru

ОБ ОЦЕНКЕ ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТИ ПЕРЕВОЗКИ НА ОСНОВЕ ЕДИНИЦЫ «ТРАН»

CONCERNING ASSESSMENT OF TRANSPORTATION ENERGY EFFECTIVENESS BASED ON THE TRAN UNIT

На фоне обзора показателей работы и энергоэффективности перевозок отмечается недостаток в их структуре квадрата скорости доставки. Отмечается необходимость привлечения квадрата скорости как основного фактора формирования оценки энергоемкости движения объекта и сопротивления среды. Рассматривается авторский подход формирования оценок энергоэффективности транспорта, основанный на использовании *LT*-систематизации Бартини и сущности с единицей измерения «Тран». В качестве примера применения методики выполнен расчет коэффициента энергоэффективности перемещения груза автомобилем КамАЗ-5320 в виде отношения неизбежной диссипации энергии движения груза к затратам автотранспортного комплекса на энергетическое обеспечение перевозки.

Ключевые слова: автомобильный транспорт, энергоэффективность, *LT*-систематизация, квадрат скорости, Тран, жизненный цикл.

The review of performance and energy effectiveness of transportations reveals the lack of the squared delivery speed in their structure. The need to attract the squared speed as the major factor in forming the assessment of the energy intensity of the object motion and the medium resistance is noted. The author's approach to forming assessments of the transport energy effectiveness based on the use of Bartini's *LT*-systematization and a principle with the measurement unit of Tran is considered. As an example of procedure application, the calculation of energy effectiveness for transportation by KamAZ-5320 automotive vehicle in the form of the ratio between the inevitable dissipation of freight traffic energy and expenditures of the transportation industry for transportation energy supply is carried out.

Keywords: automotive transport, energy effectiveness, *LT*-systematization, squared speed, Tran, life cycle.

Транспорт, являясь одним из основных элементов жизнедеятельности и экономики, захватывает для своей работы более четверти всех используемых энергоресурсов планеты. Процесс продвижения энергии от первичных источников через множество различных преобразователей до парка транспортных машин, а затем превращение его этим парком в транспортную работу по сути своей является логистическим процессом [1]. В роли глобального логистического менеджера выступает научно-техническое сообщество планеты. Транспортники же подключаются к этому менеджменту на последнем этапе – производстве транспортной работы и предоставлении транспортных услуг.

Главная оперативная задача перевозчика – доставить груз по назначению точно в срок. Вместе с тем, в стратегическом и историческом ракурсе идет постоянная борьба за повышение скоростей доставки грузов.

Перевозки – весьма энергоемкий вид деятельности. Оценка его энергоемкости – актуальная задача всех времен и народов. На практике применяется ряд общепризнанных показателей оценки работы и энергоэффективности перевозки: т-км, км/литр, трг, kJ/t-km, BTU/(ton-mile), другие [2; 3]. Однако, как правило, в них не учитывается непосредственно скорость доставки объекта – весьма важный фактор логистики. Кроме того, если учесть фактор энергозатрат, то важнее является даже не скорость, а квадрат скорости – поскольку энергия любого движения (и сопротивления среды этому движению) пропорциональна именно квадрату скорости реализации процесса.

В последнее время появилась, однако, возможность развить новый методологический подход в оценке энергоэффективности транспорта и предоставляемых им транспортных услуг, который учитывал бы квадрат скорости доставки объекта. Эта возможность связана с освоением идей Роберта Бартини по геометрической LT -систематизации законов физики на базе пары координатных параметров Длина – Время ($L-T$) [4; 5].

Еще Максвеллом (1873 г.) была высказана мысль, что для построения системы единиц измерений достаточно двух величин: длины и времени. Бартини обобщил этот посыл на все физические величины, систематизировав и расположив их по степеням L^m и T^n в специальной LT -таблице (1965 г.) [4]. Отметим размерность следующих классических кинематических величин в координатах $L-T$: длины – L^1T^0 ; массы – L^3T^{-2} ; энергии – L^5T^{-4} ; мощности – L^5T^{-5} ; транспортной работы в т-км – L^4T^{-2} .

Бартини совместно с Кузнецовым П. Г. была предложена величина с размерностью L^6T^{-4} , представляющая собой Смещение (передачу на расстояние) энергии (1974 г.) [5]. Позже (1980 г.) Образцовой Р. И. и Кузнецовым П. Г. [6] было предложено название для этой единицы: «Тран» с размерностью $[L^6T^{-4}] = (\text{т}\cdot\text{км})\cdot\text{км}^2/\text{ч}^2$.

Фрагмент Кинематической системы физических величин Бартини, охватывающий рассматриваемый в статье аспект, приведен в табл.

Фрагмент таблицы Бартини

	L^3	L^4	L^5	L^6
T^5			Мощность N , Вт	
T^4		Сила	Энергия E , Дж	Транспортная услуга S (Тран), т-км ³ /ч ²
T^3		Импульс	Момент количества движения	
T^2	Масса M , т	Транспортная работа (Выработка) W_P , т-км		

Формирование сущности Тран можно представить с помощью табл. как произведение массы груза M на расстояние L (перенос массы груза на это расстояние), с образованием выработки W_P в т-км, и затем умножение величины выработки W_P на квадрат скорости V^2 , реализуемой при этом переносе [1; 7]. Если принять выработку W_P за меру инерции перевозок, то можно отметить подобие отображений: $W_P \cdot V^2 = S \sim M \cdot V^2 = E$.

Подобно тому, как для физического тела (с мерой инерции тела – массой) квадрат скорости играет роль коэффициента, отражающего уровень способности совершать работу (действие) в гравитационном поле – так и для перевозки (с мерой инерции – Выработкой W_P) квадрат скорости может играть роль коэффициента, отражающего уровень способности совершать работу (действие) в экономическом поле.

Применение Трана должно приводить к такой системе стимулирования, которая в целом требует более высокого темпа перевозок. Тран точнее всего отражает энергетическую суть транспортного процесса. Этим самым определяется его роль уравнивающего энергетического критерия между спросом и предложением транспортных услуг, поскольку экономические оценки как спроса, так и предложения в конечном итоге базируются на энергетических ресурсах и их стоимости. Ведь желательный высокий уровень спроса на скорость доставки встречается с необходимыми на это энергозатратами (и то, и другое зависит от квадрата скорости доставки).

То есть Тран способен выступать в роли оценщика транспортной услуги. Наличие в структуре Трана сомножителя в виде квадрата скорости означает для заказчика, что удовлетворение желательного уровня скорости доставки вызовет увеличение тарифа (зависящего от энергопотребления) пропорционально увеличению квадрата скорости доставки.

Транспортная услуга в 1 Тран равна полезной работе, затраченной на перемещение груза массой 1 т на расстояние 1 км со средней скоростью движения 1 км/ч. Размерность единицы этой услуги – $\text{т} \cdot \text{км}^3/\text{ч}^2$.

Далее, $1 \text{ Тран} = 1 \text{ т} \cdot (\text{км}/\text{ч})^2 \cdot \text{км} = 1000 \text{ кг} \times (1/3,6)^2 \text{ м}^2/\text{с}^2 \times \text{км} = 77,16 \text{ Дж} \cdot \text{км}$. Таким образом, 1 Тран можно представить как энергию величиной 77,16 Дж, необходимую для перемещения объекта перевозок массой 1 т в условиях гравитационного поля Земли на 1 км.

В системе транспортировки грузов мы встречаемся с двумя видами мощности: с мощностью собственно транспортного потока и с мощностью фронта погрузочно-разгрузочных и терминально-складских средств. Обе мощности направлены на достижение общей цели: обеспечить необходимую народному хозяйству (или цепи поставок) высокую скорость доставки.

В процесс транспортировки груза входит множество погрузочно-разгрузочных операций и складских задержек, способных занимать до 80 % общего времени доставки по цепи. Компенсировать задержку груза на вспомогательных операциях большей скоростью движения нерационально, так как это приводит к резкому увеличению расхода топлива и износу силовой установки. Тран может играть немаловажную критериальную роль в оптимизации распределения энергозатрат на реализацию названных двух видов мощности потоков транспортной инфраструктуры. Также высокой может оказаться роль Трана в оценке энергоэффективности как процесса перевозок в целом, так и отдельных его этапов.

Приведем пример формирования оценки энергоэффективности процесса транспортировки груза посредством АТС КамАЗ-5320.

Общие энергозатраты автотранспортного комплекса на подготовку и реализацию перевозки грузов укрупненно складываются из составляющих энергозатрат следующих сфер действия:

- 1) производство автотранспортных средств;
- 2) строительство и содержание автомобильных дорог;
- 3) обеспечение перевозок топливом и эксплуатационными материалами;
- 4) поддержание работы техники и персонала;
- 5) управление дорожным движением;
- 6) погрузочно-разгрузочные и транспортно-складские работы;
- 7) связь и управление транспортно-логистическим процессом;
- 8) утилизация транспортных средств как завершение их жизненного цикла (ЖЦ).

Ограничимся, однако, в примере первыми четырьмя сферами. Используем методические наработки и данные авторских работ [1, 8–10].

Если сопоставить значение Транспортной услуги (в Тран), обеспечиваемой одним автомобилем, с суммарной энергией, вложенной АТК в осуществление перевозки груза этим автомобилем, то можно будет получить коэффициент энергоэффективности (КЭ) этой перевозки.

Каждая из четырех названных сфер имеет свой ЖЦ. Наиболее адекватными будут оценки обобщенного для четырех сфер КЭ, построенные на базе ЖЦ транспортного средства. В завершение процедуры расчета приведем все показатели к одному километру пути автомобиля, поскольку Тран/км имеет размерность Энергии.

Грузовой автомобиль КамАЗ-5320, везя 8 т груза со скоростью движения 60 км/ч и пробегая за год 50 тыс. км, выполняет годовой объем услуг $S_{\text{год}} = 8 \times 50000 \times (60^2) = 1,44 \cdot 10^9$ тран = $1,44 \cdot 77,16 \cdot 10^9 = 111,1$ ГДж·км. За 7 лет, набегая гарантийный пробег 350 тыс. км (условно примем это за ЖЦ АТС), он выполняет объем услуг по перемещению груза $S_{\text{жц}} = 111,1 \times 7 = 777,7$ ГДж·км = 2,222 МДж х 350000 км. То есть, «абсолютно чистые» энергозатраты, связанные с услугой по перемещению названного груза на расстояние 1 км со скоростью 60 км/ч, равны $S_{\text{км}} = 2,222$ МДж (и они не зависят от вида ТС, а характеризуют уровень рассеиваемой на отрезке 1 км энергии движения массы 8 т в среде обитания (в гравитационном поле) при скорости доставки 60 км/ч).

Рассматриваем под грузом носитель – АТС, движущееся по АД: это конструкция с вложенной при ее изготовлении энергией $E_{\text{к}}$; дорога с частью вложенной в нее энергии $E_{\text{а.д}}$ (приведенной к конкретному АТС); топливо, энергия которого $E_{\text{топл}}$ используется для продвижения АТС по АД в вязкой воздушной среде и связывающем транспортном потоке; расходные эксплуатационные материалы с вложенной в них энергией $E_{\text{э.м}}$; энергозатраты на ТО и ремонт с учетом энергии, вложенной в запасные части при их изготовлении и установке на АТС $E_{\text{т.о.р}}$. Сумма рассматриваемых статей энергозатрат

$$E_{\Sigma \text{жц}} = E_{\text{к}} + E_{\text{а.д}} + E_{\text{топл}} + E_{\text{э.м}} + E_{\text{т.о.р}}. \quad (1)$$

Суммарные энергозатраты на изготовление одного КамАЗ-5320 составляют $E_{\text{к}} = 523$ ГДж.

Общий расход энергоресурсов на сооружение 1 м² дороги $E_{\text{с.д.}} = 535$ МДж/м².

Суммарные энергозатраты на разовый ремонт дорожного покрытия названной дороги 290 МДж на 1 м². За ЖЦ дороги длительностью 30 лет и периодичностью ремонта в 7 лет, т. е. при трех ремонтах, энергозатраты на ремонтные работы составят $290 \times 3 = 870$ МДж/м². То бишь вложенная в 1 м² такой дороги энергия с учетом содержания и ремонта дороги за ее ЖЦ в 30 лет составляет $535 + 870 = 1405$ МДж/м². Тогда за 7 лет ЖЦ АТС на 1 м² автомобильной дороги потребуются энергии: $1405 \times 7/30 = 328$ МДж/м².

При ширине дорожной полосы 4 м в один погонный метр полосы за ЖЦ АТС вкладывается энергия $328 \text{ МДж/м}^2 \times 4 \text{ м} = 1311$ МДж/м. При условной интенсивности движения по полосе 2000 авт./сут. через сечение полосы за 7 лет пройдет $2000 \times 365 \times 7 = 5\,110\,000$ АТС. Тогда на 1 автомобиль, проходящий 1 пог. м по полосе, можно отнести энергию дороги $1311 \text{ МДж/м} / 5\,110\,000 \text{ авт.} = 0,257$ кДж/м·авт. Наш автомобиль, пробежав 350 тыс. км, утилизирует $E_{\text{ад}} = 0,257 \text{ кДж/м} \cdot \text{авт} \times 350\,000\,000 \text{ м} = 90$ ГДж энергии, вложенной в АД.)

Обеспечение топливом и эксплуатационными материалами. Пусть расход топлива автомобиля 34 л/100 км, тогда суммарный расход за 7 лет $Q_{\text{т}} = 34 \times 3500 = 119000$ л. Количество химической энергии, заключенной в топливе: $119000 \text{ л} \times 35,3 \text{ МДж/л} = 4201$ ГДж. Кроме того, на изготовление промышленностью 1 кг дизельного топлива, согласно [1], расходуется энергия 3,5 кВт·ч/кг топлива. Следовательно, в изготовление 119000 л топлива промышленностью вкладывается $3,5 \text{ кВт} \cdot \text{ч/кг} \times 0,83 \text{ кг/л} \times 3,6 \text{ МДж/кВт} \cdot \text{ч} \times 119000 \text{ л} = 1244$ ГДж. Таким образом, суммарное количество первичной энергии, утилизированное через топливо $E_{\text{топл}} = 4201 + 1244,5 = 5445$ ГДж.

Эксплуатационные материалы. Расход масла составляет 2 % расхода топлива, т. е. $119000 \text{ л} \times 0,02 = 2380$ л. На изготовление такого количества масла затрачено энергии $50 \text{ кВт} \cdot \text{ч/кг} \times 0,85 \text{ кг/л} \times 3,6 \text{ МДж/кВт} \cdot \text{ч} \times 2380 \text{ л} \approx 364,3$ ГДж. Расход антифриза – 200 л, это соответствует вложенной энергии $4 \text{ кВт} \cdot \text{ч/кг} \times 1,07 \text{ кг/л} \times 3,6 \text{ МДж/кВт} \cdot \text{ч} \times 200 \text{ л} \approx$

≈ 5 ГДж. Расход свинца – 70 кг, это соответствует вложенной энергии $23 \text{ кВт}\cdot\text{ч}/\text{кг} \times 3,6 \text{ МДж}/\text{кВт}\cdot\text{ч} \times 70 \text{ кг} \approx 6 \text{ ГДж}$ (Расход антифриза – 200 л, это соответствует (при удельных энергозатратах на изготовление антифриза $4 \text{ кВт}\cdot\text{ч}/\text{кг}$ [1]) вложенной энергии $4 \text{ кВт}\cdot\text{ч}/\text{кг} \times 1,07 \text{ кг}/\text{л} \times 3,6 \text{ МДж}/\text{кВт}\cdot\text{ч} \times 200 \text{ л} \approx 5 \text{ ГДж}$. Расход свинца – 70 кг, это соответствует (при удельных энергозатратах на получение свинца $23 \text{ кВт}\cdot\text{ч}/\text{кг}$ [1]) вложенной энергии $23 \text{ кВт}\cdot\text{ч}/\text{кг} \times 3,6 \text{ МДж}/\text{кВт}\cdot\text{ч} \times 70 \text{ кг} \approx 6 \text{ ГДж}$.). Всего $E_{\text{э.м}} = 364 + 5 + 6 = 375 \text{ ГДж}$.

Энергозатраты на ТО и ремонт.

Энергетический эквивалент материалов (стали и чугуна, алюминия, меди, резины, лаков, химикатов, топлива) на ремонтно-восстановительные нужды автомобиля КамАЗ-5320 (без запчастей) в пределах его ЖЦ: $77,2 \text{ ГДж}/350 \text{ тыс. км}$.

Энергетический эквивалент материалов (стали и чугуна, алюминия, меди, резины (без шин)) в виде запчастей при выполнении ремонта АТС КамАЗ-5320: $34,7 \text{ ГДж}/350 \text{ тыс. км}$.

Прямые энергозатраты при выполнении ТО и ремонта АТС КамАЗ-5320: $139 \text{ ГДж}/350 \text{ тыс. км}$.

Тогда суммарные энергозатраты на ТО и ремонт (с учетом энергии, вложенной в запасные части при их изготовлении и установке): $E_{\text{т.о.р}} = 77,2 + 34,7 + 139 = 251 \text{ ГДж}$.

Сумма всех энергозатрат, вложенных в обеспечение посредством грузового АТС транспортной услуги $S = 777,7 \text{ ГДж}\cdot\text{км}$, в соответствии с выражением (1), составляет $E_{\Sigma\text{жц}} = 523 + 90 + 5445 + 375 + 251 = 6684 \text{ ГДж} = 6684 \times 77,16 = 515737 \text{ Тран.}$ В расчете на 1 км это составляет $E_{\Sigma\text{км}} = 6684 \text{ ГДж} / 350000 \text{ км} = 19,1 \text{ МДж}/\text{км}$.

Таким образом, для оказания транспортной услуги – перемещения груза массой 8 т посредством грузового АТС КамАЗ 5320 со скоростью 60 км/ч, с неотъемлемой диссипацией в среду со стороны груза на километр его перемещения энергии 2,22 МДж, требуется вложить в автотранспортный комплекс 19,1 МДж энергии. Значение $\eta = S_{\text{км}} / E_{\Sigma\text{км}} = 2,22 / 19,1 = 0,1162 = 11,62 \%$ и является показателем энергоэффективности процесса транспортирования со скоростью 60 км/час, осуществляемого автотранспортным комплексом посредством автомобиля класса КамАЗ-5320.

Вполне резонно полагать, что при учете энергозатрат на управление дорожным движением, погрузочно-разгрузочные и транспортно-складские работы, управление транспортно-логистическим процессом, на утилизацию элементов ТС (это все то, что мы опустили в примере) значение показателя энергоэффективности $\eta = S_{\text{км}} / E_{\Sigma\text{км}}$ будет снижаться. Это связано с тем, что учет соответствующих энергозатрат будет увеличивать знаменатель выражения, а неизбежное снижение темпа перевозки (скорости доставки по цепи) – уменьшать числитель этого выражения.

Литература

1. Котиков Ю. Г., Ложкин В. Н. Транспортная энергетика: учеб. пособие для студ. высш. учеб. заведений / под ред. Ю. Г. Котикова. М.: Издательский центр «Академия», 2006. 272 с.
2. International Energy Outlook 2016 / U.S. Energy Information Administration. URL: [https://www.eia.gov/outlooks/ieo/pdf/0484\(2016\).pdf](https://www.eia.gov/outlooks/ieo/pdf/0484(2016).pdf) (accessed on: 07.04.2017).
3. Davis S. C., Diegel S. W., Boundy R. G. Transportation Energy Data Book: Edition 35. Oak Ridge, Tennessee, 2016. 458 p. URL: http://cta.ornl.gov/data/tedb35/Edition35_Chapter01.pdf (accessed on: 07.04.2017).
4. Бартини Р. О. Некоторые соотношения между физическими константами // Доклады Академии наук СССР. 1965. ТОМ 163. № 4.
5. Бартини Р. О., Кузнецов П. Г. Множественность геометрий и множественность физик // Моделирование динамических систем: труды семинара «Кибернетика электроэнергетических систем». Вып. 2. Брянск, 1974. URL: http://situation.ru/app/rs/lib/pobisk/ur_model_sys/ur_model_sys.htm (дата обращения: 07.04.2017).
6. Образцова Р. И., Кузнецов П. Г., Пшеничников С. Б. Инженерно-экономический анализ транспортных систем. Новосибирск. 1997. 156 с. URL: http://lib.uni-dubna.ru/search/files/ur_enj-ek-an/~ur_enj-ek-an.htm (дата обращения: 07.04.2017).
7. Котиков Ю. Г. Основы системного анализа транспортных систем: учеб. пособие / СПбГАСУ. СПб., 2001. 264 с.

8. Котиков Ю. Г. Анализ энергоэффективности транспорта с помощью измерителя Тран // Интегрированная логистика. 2005. № 3. С. 15–20.

9. Котиков Ю. Г. Моделирование энергетической инфраструктуры транспорта при исследовании ее безопасности // Организация и безопасность дорожного движения в крупных городах: сб. докладов 6-й международной конференции. СПб.: СПбГАСУ, 2004. С. 141–145.

10. Котиков Ю. Г. Энергетическая эффективность автотранспортного комплекса // Вестник транспорта. 2005. № 4. С. 37–39.

УДК 625.7

Александр Иванович Солодкий, д-р экон. наук,
доцент

(Санкт-Петербургский государственный
архитектурно-строительный университет)

E-mail: ASolodkiy@mail.ru

Aleksandr Ivanovich Solodkii, Dr of Economics,
Associate Professor

(Saint Petersburg State University
of Architecture and Civil Engineering)

E-mail: ASolodkiy@mail.ru

**КЛЮЧЕВЫЕ УСЛОВИЯ УСПЕХА РЕАЛИЗАЦИИ ПРОЕКТА
«БЕЗОПАСНЫЕ И КАЧЕСТВЕННЫЕ ДОРОГИ»**

**KEY CONDITIONS FOR SUCCESSFUL IMPLEMENTATION OF THE
“SAFE AND HIGH-QUALITY ROADS” PROJECT**

Рассмотрены основные условия, необходимые для успешной реализации проекта «Безопасные и качественные дороги», в качестве которых определены: правильный выбор приоритетных объектов; проведение госзакупок, ориентированных на конечные показатели потребительских свойств автомобильной дороги; уровень развития дорожного бизнеса; качество разработки проектных решений – их нацеленность на эффективное и безопасное функционирование дорог; применение современных технологий и обеспечение соблюдения технологической дисциплины; четкая организация всего процесса работы по программе «Безопасные и качественные дороги».

Ключевые слова: автомобильные дороги, безопасность дорожного движения, потребительские свойства дорог, опорная сеть улиц и дорог, пропускная способность.

The article reviews the following key conditions required for successful implementation of the “Safe and High-Quality Roads” project: adequate prioritizing; government procurements focused on target indicators of road usability; road construction business development level; design development quality — orientation towards safe and effective road operation; application of modern technologies, ensuring compliance with procedures; “Safe and High-Quality Roads” program workflow management.

Keywords: motor roads, traffic safety, road usability, basic network of roads and streets, traffic capacity.

Министерством транспорта РФ начата работа по приоритетному проекту «**Безопасные и качественные дороги**» (утв. президиумом Совета при Президенте Российской Федерации по стратегическому развитию и приоритетным проектам, пр. № 10 от 26.11.2016.). Целью Проекта является приведение, с учетом соблюдения требований технического регламента Таможенного союза «Безопасность автомобильных дорог», в нормативное состояние дорожной сети 34 городских агломераций с населением свыше 500 тыс. человек в каждой (в 2018 г. – не менее 50 процентов протяженности дорожной сети, в 2025 г. – 85 процентов) и снижение в указанных городских агломерациях мест концентрации дорожно-транспортных происшествий в 2018 г. (относительно уровня 2016 г.) в 2 раза, в 2025 г. – на 85 процентов. Для реализации проекта предусмотрено финансирование из федерального и региональных бюджетов в общем размере 540 млрд рублей (по 60 млрд руб. в год с 2017 по 2025 гг.).

Очень правильный и крайне необходимый для крупных городов проект. Проблемы транспортного обеспечения в крупных городах, особенно на связях города с пригородной зоной, имеющей устойчивые трудовые корреспонденции, становятся все более острыми. Для их решения в Москве и Санкт-Петербурге разработаны специальные программы и созданы дирекции, которые должны обеспечить гармонизацию развития транспортных си-

стем Москвы и Московской области, Санкт-Петербурга и Ленинградской области. Данный проект должен решить эту задачу для 34 крупнейших агломераций России.

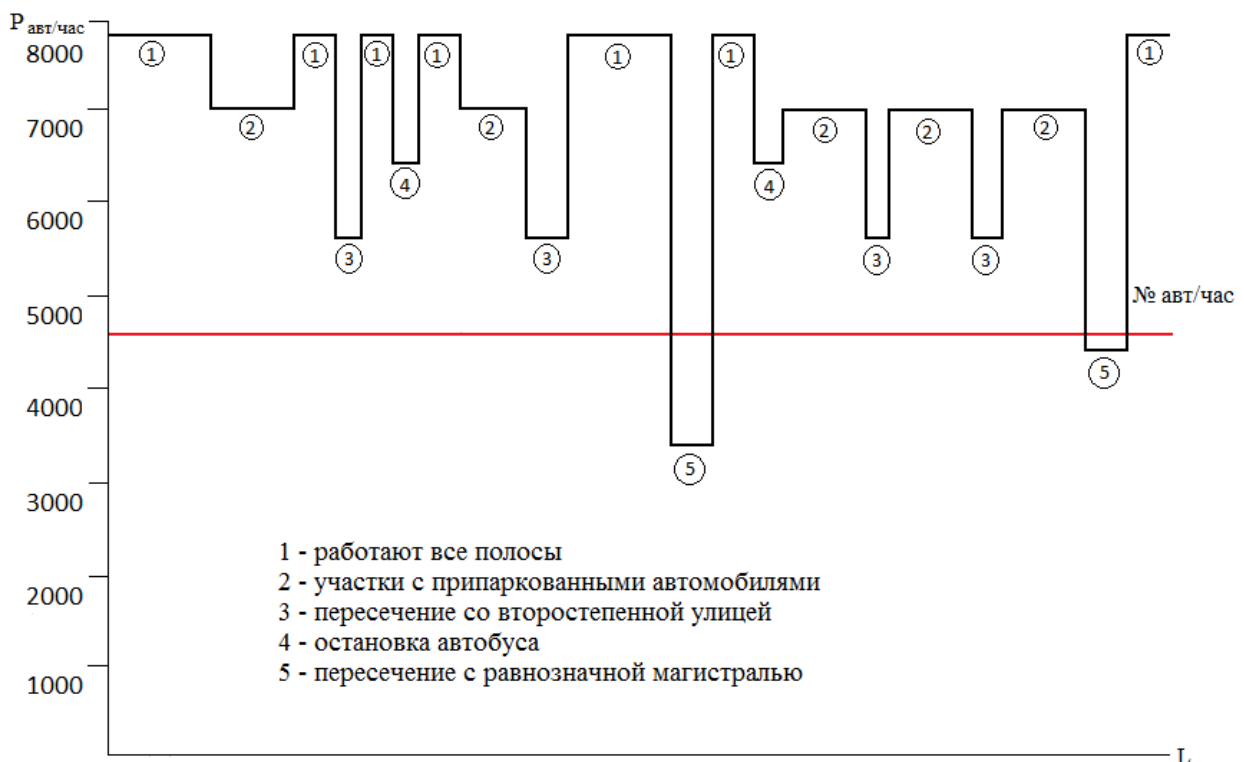
Что необходимо, чтобы поставленные, еще раз повторюсь, крайне важные и актуальные цели и задачи проекта были успешно реализованы? Рассмотрим ключевые условия успеха реализации проекта «Безопасные и качественные дороги». Это, прежде всего:

- правильный выбор приоритетных объектов – на что потратить выделенные деньги;
- проведение госзакупок, ориентированных на конечные показатели потребительских свойств автомобильной дороги – заказать то, что необходимо пользователям дорог;
- уровень развития дорожного бизнеса – кто сможет создать «качественные и безопасные дороги»;
- качество разработки проектных решений – их нацеленность на эффективное и безопасное функционирование дорог;
- качество выполнения строительных, реконструктивных и ремонтных работ – применение современных технологий и обеспечение соблюдения технологической дисциплины;
- четкая организация всего процесса работы по программе «Безопасные и качественные дороги» – прежде всего, планирования всех работ и их финансирования.

Для **обеспечения правильного выбора приоритетных объектов** необходимо сформировать опорную сеть улиц и дорог, по которой реализуются основные транспортные связи в агломерации. К сожалению, в России до сих пор не принята функциональная классификация улиц и дорог, в соответствии с которой выполняется их четкое разделение на магистральные, распределительные и местные [1]. Для решения задач проекта «Безопасные и качественные дороги» необходимо совершенствование именно магистральной сети, реализующей основные пригородно-городские связи и принимающие наибольшие транспортные потоки. Можно воспользоваться опытом Санкт-Петербурга, который ввел в классификации улично-дорожной сети (УДС) города в Региональных нормах градостроительного проектирования понятие опорной сети и выделил эту сеть при разработке Генеральной схемы развития УДС. В опорную сеть были включены: скоростные дороги, магистральные улицы городского значения непрерывного движения и магистральные улицы городского значения регулируемого движения I класса. Для чего магистральные улицы городского значения регулируемого движения были разделены на 2 класса (I и II-й). К первому классу были отнесены магистральные улицы городского значения регулируемого движения, формирующие транспортный каркас города.

Следующим шагом должен быть анализ обеспеченного уровня удобства и безопасности движения на основных магистралях опорной сети (прежде всего связывающих городскую УДС с загородными дорогами) и определение участков (узлов) с неблагоприятными условиями движения. Понятие уровня удобства (обслуживания) движения включено в три действующих нормативных документа: 1) СП 34.13330.2012. Автомобильные дороги. Актуализированная редакция СНиП 2.05.02-85*; 2) ГОСТ 33100-2014. Межгосударственный стандарт. Дороги автомобильные общего пользования. Правила проектирования автомобильных дорог и 3) ОДМ 218.2.020-2012. Отраслевой дорожный методический документ. Методические рекомендации по оценке пропускной способности автомобильных дорог. Однако этот показатель не находит своего применения в реальной практике проектирования улиц и дорог и оценке качества их функционирования. Основным параметром, определяющим уровень уровня удобства (обслуживания) движения является коэффициент загрузки магистрали. К сожалению, наши улицы запроектированы и построены таким образом, что имеют очень высокую неравномерность пропускной способности и, соответственно, коэффициента загрузки. Рассмотрим характерный пример изменения фактической пропускной способности магистральной

улицы (см. рис.). Для примера принята магистраль с четырьмя полосами движения в каждом направлении, на графике показана пропускная способность этой магистрали в одном направлении. Горизонтальный масштаб искажен для наглядности. Магистраль построена по практически повсеместно принятой схеме, одинаковое количество полос движения без уширений, изменения ширины проезжей части и количества полос. Максимальная пропускная способность будет на участках перегонов, где нет никаких помех движению (на рис. обозначены цифрой 1). При появлении припаркованных автомобилей (участки 2), происходит снижение пропускной способности, аналогично при остановке общественного транспорта (участки 4). При пересечении с второстепенными улицами (участки 3), снижение пропускной способности будет зависеть от соотношений пересекающихся потоков транспорта основной и второстепенной улиц, в соответствии с которым осуществляется светофорное регулирование. При пересечении равнозначных по интенсивности движения магистралей (участки 5) пропускная способность по рассматриваемому направлению не достигает и половины от пропускной способности на свободном перегоне, а при значительных левоповоротных потоках это снижение может быть и существенно больше. Для упрощения примем, что по магистрали в данном направлении движется поток автомобилей примерно одинаковой интенсивности (красная линия на рисунке). На такой магистрали будут иметься участки достаточно свободного и комфортного движения автомобилей (1 и 2) и места постоянных заторов, на пресечении с равнозначными улицами (5), где поток превышает пропускную способность. То есть мы будем иметь картину характерную для большинства наших городов.



Пример изменения фактической пропускной способности магистральной улицы

Уровень удобства (обслуживания) движения будет изменяться от Б до Г-б (по СП 34.13330.2012), коэффициент загрузки от 0,4 до превышающего 1. При этом имеет место очень неравномерный режим движения автомобилей, следствием которого является повышение негативного воздействия автомобилей на окружающую среду, увеличение выбросов при работе двигателей в режиме разгона-торможения и стояния в пробках,

а также существенное снижение безопасности движения. Также будут значительные потери времени в заторах на пересечениях равнозначных магистралей. Все это приводит к большим социально-экономическим потерям для пользователей УДС и общества в целом. Вложенные деньги в увеличение числа полос магистрали не дают эффекта, так как в итоге ее пропускная способность определяется именно узкими местами. Высокая неравномерность пропускной способности на магистрали не позволяет эффективно скоординировать светофорное регулирование по ней, что вызывает дополнительные задержки транспорта [2].

Следует выполнить анализ аварийности, выявив места совершения ДТП и их причины. Как правило, значительная часть ДТП происходит именно в «узких» местах, где имеет место большое изменение уровня удобства движения (уровня загрузки) улицы.

В результате такого анализа можно наглядно определить наиболее проблемные магистрали, нуждающиеся в реконструкции и «узкие» места на них. Именно данные магистрали и должны войти в состав объектов реконструкции и ремонта проекта «Безопасные и качественные дороги», в программу госзакупок по проекту.

Получение действительно качественных и долговечных дорог может быть обеспечено только при **проведении госзакупок, ориентированных на конечные показатели потребительских свойств автомобильной дороги**. Передовой международный опыт показывает, что применение долгосрочных контрактов с оценкой результатов по обеспеченным потребительским свойствам дорог позволяет получить:

- повышение транспортно-эксплуатационных свойств автомобильной дороги;
- сокращение сроков выполнения работ;
- уменьшение объемов ремонтных работ и затрат на их производство;
- существенное уменьшение частоты ограничений движения на дорогах и сроков этих ограничений;
- сокращение общих затрат на реконструкцию, ремонт и содержание дороги.

Необходимо заказывать то, что необходимо пользователям дорог – **высокие потребительские свойства дороги**. Действующая нормативная документация по госзакупкам, сложившаяся практика проведения торгов в дорожном хозяйстве в большой степени ориентирует заказчика на минимизацию стоимости заказываемых работ. Однако в итоге мы (налогоплательщики) платим за эту экономию гораздо больше, и не только затратами на очень скорые ремонты дорог, финансовыми потерями из-за их низкого качества и уровня обслуживания движения, но и погибшими и пострадавшими на наших дорогах.

Следующее важнейшее условие успеха – **развитый дорожный бизнес**. Уровень любой отрасли определяется уровнем развития отраслевого бизнеса. Даже если мы проведем очень правильные торги, выделим значительные объемы финансирования, но в регионе нет дорожных предприятий, имеющих современную технику, асфальто-бетонных заводов, выпускающих качественные смеси, нет специалистов, причем всех уровней, от дорожного рабочего и машиниста дорожных машин до руководителей предприятий, качественную и долговечную дорогу мы не получим. Дорожный бизнес является очень капиталоемким, требующим больших затрат на машины и механизмы, производственную базу и т. п. Отработка технологий производства работ, формирование культуры производства требуют времени и стабильной работы.

Что необходимо дорожному бизнесу для развития:

- умный заказчик;
- объемы работ;
- высокопрофессиональные сотрудники;
- современные технологии производства работ;
- **стабильность, понимание перспективы.**

Важнейшим фактором из вышеперечисленных является **стабильность и понимание перспективы**. Без этого не будет ни высокопрофессиональных сотрудников, ни современных технологий, требующих дорогостоящей дорожной техники и, в итоге, самого бизнеса, способного создавать высококачественные и долговечные дороги. Стабильность и понимание перспективы позволяют получить **долгосрочные контракты**. Именно благодаря таким контрактам можно прогнозировать будущие объемы работ, их состав и, исходя из понятной перспективы, развивать предприятия. К сожалению, сегодня долгосрочные контракты не получают в дорожной отрасли должного развития.

Какой будет дорога, насколько удобным и безопасным будет движение по ней, во многом определяется качеством проектных решений. В развитых странах, имеющих качественные дороги, процесс проектирования строится по следующей схеме:

- определяется функция дороги и функциональный класс дороги;
- определяется соответствующий функциональный классу дороги и условиям прохождения уровень обслуживания движения;
- по расчетной интенсивности движения и составу транспортного потока выбирается наиболее рациональная категория дороги, экономически выгодная расчетная скорость и геометрические параметры, обеспечивающие заданный уровень обслуживания движения.

При этом решаются две задачи: формируется иерархически построенная эффективно работающая структура дорожной сети и обеспечивается требуемая транспортная связь. Как указывалось выше, к сожалению у нас нет функциональной классификации, однако, воспользовавшись опытом формирования опорной сети, примененного в Санкт-Петербурге, можно на основе действующей классификации выделить часть УДС на которой обеспечиваются улучшенные условия движения [3]. На этих улицах необходимо применение планировочных решений, обеспечивающих максимальную пропускную способность пересечений улиц:

- устройство уширений на подходах к перекресткам и на перекрестках;
- выделение полос движения для потоков различного направления;
- физическое разделение «сливающихся» потоков;
- устройство карманов для остановок общественного транспорта;
- устройство уширений проезжей части для парковки автомобилей;
- устройство специальных местных проездов для левоповоротных потоков;
- устройство мест для разворота до пешеходных переходов и перекрестков с выделением специальной полосы.

Применение таких локальных мероприятий не только повышает пропускную способность, но позволяет существенно повысить безопасность движения.

В городских условиях отработка проектных решений и их оценка обязательно должны осуществляться с применением современных транспортных моделей. Необходимо применение:

- макромодели района проектирования для оценки работы (условий движения) существующих магистралей, прогнозирования интенсивности движения;
- микромодели отдельных узлов дороги для разработки проектных решений по дороге, искусственных сооружений на ней, организации дорожного движения;
- моделей оценки прогнозируемого уровня безопасности на дороге.

Для решения задач проекта крайне важно включать в технические задания на проектирование оценку обеспеченного уровня обслуживания движения по магистрали и ожидаемого уровня безопасности на пересечениях, что, к сожалению, сегодня, как правило, не делается. С целью оказания методической помощи по применению транспортных моделей Ассоциация транспортных инженеров (АТИ) выполнила перевод Руководства по применению транспортных моделей в транспортном планировании и оценке проектов [4], раз-

работанному *JASPERS* (Совместное содействие проектам в европейских регионах – партнерство между Европейской Комиссией, Европейским инвестиционным банком и Европейским банком реконструкции и развития), дополнила примером технического задания на транспортную модель и распространяет Руководство среди заказчиков и членов АТИ.

Качество выполнения работ по строительству, реконструкции и ремонту улиц и городских дорог во многом будет определяться организацией выполнения всего комплекса работ по проекту «Безопасные и качественные дороги». Организационные условия успеха следующие:

- четкое планирование всех процессов по программе (поведение госзакупок, проектирование, выполнение работ по строительству (реконструкции, ремонту), стабильное и своевременное финансирование);
- проведение торгов на производство работ в году, предшествующем году производства работ;
- текущий контроль выполнения работ, строгое соблюдение технологии производства работ.

Сегодняшняя практика организации работ в дорожном хозяйстве очень часто характеризуется крайне сжатыми сроками выполнения проектных работ, поздним проведением торгов на выполнение работ по строительству (реконструкции, ремонту), в лучшем случае, к началу строительного сезона, запланированным проведением завершения дорожных работ в конце года. Во многом это обусловлено принятой системой финансирования дорожной отрасли, привязанной к календарному году и поступлением значительной доли финансовых средств, как правило, во второй половине года. Результатом такой практики являются недостаточно эффективные проектные решения (проектировщики физически не успевают качественно выполнить весь комплекс работ, включая изыскания, сбор полноценного объема исходных данных, проработку вариантов, моделирование по ним и т. д.) и выпускают проекты, для которых главное пройти экспертизу. Работы по строительству (реконструкции, ремонту) начинаются к середине строительного сезона, а самая чувствительная к погодным условиям часть – устройство асфальтобетонных покрытий, переходит на четвертый квартал, когда в большинстве регионов России, эти работы лучше вообще не производить, но подрядчику необходимо выполнить контракт, заказчику освоить выделенное финансирование.

При реализации проекта «Безопасные и качественные дороги» необходимо перейти к проектному управлению с разработкой четкого плана всех работ на срок реализации проекта, включая комплекс вопросов по совершенствованию нормативно-правовых документов, выполнение научно-исследовательских работ, предпроектных проработок и проектирования, собственно работ по строительству (реконструкции, ремонту). Финансирование работ предусмотреть при этом таким образом, чтобы финансовый год у подрядных организаций завершался (условно) 30 сентября. Заказчику проводить торги на производство работ по строительству (реконструкции, ремонту) в году, предшествующем году производства работ, предусмотрев срок завершения работ до 30 сентября, что позволит существенно повысить качество дорожных работ. Одной из основных причин низкого качества и долговечности дорожных покрытий является недостаточно строгое соблюдение технологии производства работ (температурного режима укладки и уплотнения, качества уплотнения и др). При выполнении работ по устройству асфальтобетонных покрытий в четвертом квартале в большинстве регионов России их соблюдение практически невозможно. В результате, через сезон асфальт сходит вместе со снегом. Необходима четкая система контроля соблюдения технологии работ и заинтересованность подрядчика в этом.

Проект «Безопасные и качественные дороги» – это хороший шанс не только решить дорожные проблемы включенных в него агломераций, но сделать попытку изменить к лучшему качество работ и безопасность движения на всех дорогах России за счет отра-

ботки и внедрения более совершенных механизмов управления дорожным хозяйством. Обеспечить переход отрасли на долгосрочные контракты, ориентированные на потребительские свойства дороги, за счет отработки механизмов проектного управления, обновления нормативной базы.

Литература

1. Солодкий А. И., Скворцов О. В., Немчинов Д. М. Классификация городских улиц и дорог // Дорожная держава. 2015. № 59 С. 16–19.
2. Солодкий А. И. Проектирование экономически эффективной улично-дорожной сети городов // Зодчий. 2013. № 1. С. 78–81.
3. Калинина В. В., Солодкий А. И. Пути повышения пропускной способности улично-дорожной сети городов (на примере Санкт-Петербурга) // Дорожная держава. 2012. № 40. С. 32–36.
4. Руководство по применению транспортных моделей в транспортном планировании и оценке проектов. СПб.: ООО «Издательско-полиграфическая компания «КОСТА», 2016. 128 с. (Серия: «Библиотека транспортного инженера»).

СЕКЦИЯ ФИЗИЧЕСКОГО ВОСПИТАНИЯ

УДК 796

Василий Васильевич Вольский, канд. пед. наук,
доцент
(Санкт-Петербургский государственный
архитектурно-строительный университет)
E-mail: www1962@mail.ru

Vasily Vasilyevich Volskiy, PhD of Pedagogic Sci.,
Associate Professor
(Saint Petersburg State University
of Architecture and Civil Engineering)
E-mail: www1962@mail.ru

ИЗУЧЕНИЕ ТРЕБОВАНИЙ К ФИЗИЧЕСКОЙ ПОДГОТОВЛЕННОСТИ СТУДЕНТОВ, ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ПРОГРАММЕ ВОЕННОЙ ПОДГОТОВКИ, И ОБОСНОВАНИЕ МОДЕЛИ ФИЗИЧЕСКОЙ ПОДГОТОВКИ СТУДЕНТОВ

STUDY ON REQUIREMENTS FOR PHYSICAL FITNESS OF STUDENTS RECEIVING MILITARY TRAINING AND JUSTIFICATION OF A MODEL OF STUDENTS' PHYSICAL TRAINING

В статье представлено изучение взаимосвязи требований к уровню физической подготовленности студентов, обучающихся по программам военной подготовки солдат (матросов) и сержантов запаса ФГКВБОУ ВПО Военной академии материально-технического обеспечения имени генерала-армии А.В. Хрулёва и ФГБОУ ВПО Санкт-Петербургского государственного архитектурно-строительного университета и на основании экспериментальных данных обосновано содержание модели организации их физической подготовки. Представленные результаты исследований свидетельствуют о необходимости целенаправленного развития специальных физических качеств выпускников, обучающихся по программе военной подготовки специалистов автомобильных и дорожных войск. Раздел профессионально-прикладной физической подготовки студентов должен быть адаптирован в соответствии с предметом обучения «Физическая подготовка» и программой боевой подготовки автомобильных и дорожных войск.

Ключевые слова: военная служба, военно-профессиональная деятельность, физическая подготовка, физические качества, уровень физической подготовленности, физическая культура.

The article presents a study of interrelated requirements for physical fitness of students receiving military training (future soldiers (sailors) and reserve sergeants) at the Federal State Military Educational Institution of Higher Professional Education Khrulyov Military Academy of Logistics and the Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Professional Education Saint Petersburg State University of Architecture and Civil Engineering. Based on the experimental data, the content of a model for their physical training is substantiated. The results of studies suggest a need for the intentional development of particular physical qualities in graduates receiving military training as future specialists of motor transport and road troops. The corresponding form of professional applied physical training of students shall be adapted in accordance with the "Physical Training" module and combat training program for motor transport and road troops.

Keywords: military service, professional military activity, physical training, physical qualities, physical fitness, physical education.

Современные условия жизни предъявляют все новые, более повышенные, требования к выпускникам, обучающихся по программам военной подготовки. В настоящее время наблюдается недостаточное соответствие физической подготовленности студентов, изъявивших желание проходить военную службу, особенностям военно-профессиональной деятельности [1].

Наряду с этим, вся информация содержит довольно общий характер. Она не позволяет конкретизировать меры для повышения качества обучения и воспитания.

Для получения необходимых для нас объективных данных касающихся уровня профессиональной и физической подготовленности выпускников, изъявивших желание проходить военную службу, нами были проанализированы результаты анкетирования 110 молодых специалистов и 25 командиров воинских частей. В анкетировании участвовали более 130 человек. В итоге проведения анкетирования было установлено следующее: 28,7 % опрошенных нами выпускников отметили, что уровень их профессиональной и физической подготовленности, полученный ими во время обучения по программе военной подготовки, не обеспечивает эффективного выполнения ими учебно-боевых задач.

С момента самостоятельной служебной деятельности к основным трудностям 13,6 % выпускников отнесли отсутствие какого-либо практического опыта; 9,1 % – нетвердые методические навыки; 7,3 % – неумение правильно применять полученные знания на практике; 2,2 % – недостаточное умение общаться с личным составом и командирами.

Основные недостатки молодых специалистов 21,4 % их командиров связывают с отсутствием практических навыков в работе; 17,6 % – с недостаточным уровнем развития методических навыков; 11,4 % – с наличием недостаточно твердых военно-прикладных навыков; 10,7 % – с низким уровнем развития специальных физических качеств; 8,3 % – с отсутствием навыков в работе с подчиненными; 8,7 % отмечают боязнь принятия самостоятельных решений в сложной обстановке; 6,7 % – неумение решать несколько служебных задач одновременно; 4,4 % – отрицательные черты характера; 3,6 % отмечают непрочные навыки по обслуживанию машин.

В целом, 46,5 % экспертов отметили работу выпускников с оценкой «хорошо», 51,5 % – «удовлетворительно» и только 2 % – «неудовлетворительно».

Результаты проведенного опроса специалистов свидетельствуют о том, что у значительной части выпускников уровень специальной физической подготовленности не достаточно отвечает требованиям, которые предъявляет к ним специфика военно-профессиональной деятельности.

Скорее всего, данное обстоятельство связано с тем, что система подготовки специалистов слишком перегружена теоретическими занятиями по различным дисциплинам и характеризуется оторванностью от реальных условий осуществления деятельности будущих специалистов [2].

Учебный процесс по военно-учетным специальностям автомобильных и дорожных войск направлен, преимущественно, на повышение теоретических знаний обучаемых, основным недостатком которого является слабая связь междисциплинарных предметов и физической культуры, не позволяющая комплексно формировать у студентов профессиональные умения и навыки.

Физическая подготовка это наиболее эффективное средство для формирования профессиональной подготовленности к выполнению учебно-боевых заданий. На занятиях физической культурой выполняются физические упражнения, которые направлены не только на совершенствование основных физических качеств и на выполнение военно-профессиональных двигательных действий [3]. В ходе практического выполнения данных упражнений воспитываются настойчивость, упорство, инициативность и другие наиболее важные профессиональные психические качества.

В результате обобщения результатов анкетирования нами установлено, что для военнослужащих автомобильных и дорожных войск физическая готовность к действиям, как

в условиях повседневной деятельности, так и в экстремальных боевых условиях, является самым главным фактором успешности их профессиональной деятельности.

Для уточнения особенностей профессиональной деятельности военнослужащих автомобильных и дорожных войск нами было проведено изучение их учебно-боевой деятельности.

Результаты проведенного опроса позволили установить, что 76 % опрошенных респондентов выказали заметную физическую усталость в конце рабочего дня и недостаточную восстанавливаемость своей работоспособности к началу следующего дня. И лишь 24 % чувствовали незначительную усталость в конце рабочего дня и полностью восстанавливались к началу следующего рабочего дня.

Результаты наших исследований свидетельствуют о необходимости целенаправленного развития специальных физических качеств выпускников, обучающихся по программе военной подготовки специалистов автомобильных и дорожных войск.

С целью определения степени значимости различных физических качеств для эффективного выполнения учебно-боевых задач нами было проведено анкетирование специалистов, имеющих непосредственное отношение к процессу физической культуры, стаж работы которых составил более пяти лет, а также преподавателей кафедр физической культуры других вузов. Всего в анкетировании приняло участие 45 человек.

Анализ полученных результатов анкетирования свидетельствует о том, что наиболее важным физическим качеством для выполнения учебно-боевых задач, стоящих перед военнослужащими автомобильных и дорожных войск, является «выносливость». Оценка ее значимости составила 4,63 балла по 5-балльной шкале. Несколько меньшим средним баллом были оценены респондентами «сила» и «силовая выносливость» (4,00 балла). Оценка «двигательно-координационных способностей» составила 3,88 балла. Примерно на таком же уровне было оценено физическое качество «быстрота» – 3,78 балла. Значительно ниже уровень, по оценкам респондентов, физического качества «гибкость», что выразилось в 2,44 балла.

При определении значимости этими же респондентами средств развития выносливости, отмечено наиболее эффективным применение равномерного бега 3000–5000 м (при ЧСС 140–160 ударов в минуту). Оценка здесь составила 4,44 балла по 5-балльной шкале. Бег по глубокому снегу (при ЧСС 165–180 ударов в минуту) оценен в 4,31 балла; двусторонняя игра в баскетбол, футбол, регби до 45 минут – 3,69 балла.

Для развития силовых и скоростно-силовых качеств эксперты выделяют, в первую очередь, жим гири 16–24 кг в максимальном темпе (4,13 балла). Значительная роль отводится упражнениям в приседании с отягощениями 50–80 % веса от максимального индивидуального (3,65 балла), спаррингу в борьбе с более тяжелым соперником до явного утомления (3,28 балла), подтягиванию на высокой перекладине максимальное количество раз (2,82 балла).

Следует отметить, что для развития двигательно-координационных способностей наибольшее значение уделено респондентами применению спортивных игр: баскетбол, регби, футбол, проводимых как на ограниченной площадке, так и с увеличенным количеством игроков (4,54 балла).

Для развития быстроты высока значимость применения спортивных игр (4,30 балла) и челночного бега (3,54 балла).

Как показал опрос, для выпускников наиболее важными являются следующие качества: общая и силовая выносливость, сила, быстрота мышления и эмоциональная устойчивость.

Проведенное исследование выявило специальные физические качества, которые, по нашему мнению, необходимо развивать в процессе физической культуры.

Важность профессиональных, физических и психических качеств для выпускников определялась методом экспертного опроса преподавателей.

Полученные данные свидетельствуют, что эффективность профессиональной деятельности меняется в зависимости от развития того или иного физического качества. Так,

эксперты ведущее место для молодых офицеров со стажем работы от 3 до 5 лет отвели общей и силовой выносливости.

Нами было определено (по результатам проведенного экспертного ранжирования профессионально важных физических качеств), что наиболее значимыми качествами для выпускников являются общая и силовая выносливость, сила, быстрота мышления и эмоциональная устойчивость. Поэтому главной задачей профессионально-прикладной физической подготовки должно быть обеспечение должного уровня развития этих физических качеств.

Определение профессионально важных качеств, а также средств и методов физической подготовки, способствующих их развитию и поддержанию, проводилось методом опроса в виде анкетирования.

Из всего числа опрошенных 98 % подтвердили, что физическая подготовка способствует развитию важнейших профессионально важных качеств. По их мнению, с этой целью необходимо применять следующие упражнения: бег на длинные дистанции, лыжи, преодоление препятствий с применением имитационных средств, упражнения с гирями, подъем переворотом.

Таким образом, проведенный опрос показал необходимость преимущественного использования упражнений аэробного характера для развития общей выносливости, а также специальных средств для развития силы и силовой выносливости. Эти физические качества, по мнению специалистов, будут способствовать эффективному выполнению учебно-боевых задач.

Так как раздел профессионально-прикладная физическая подготовка полностью оторван от специфики возможной будущей профессиональной деятельности выпускников, мы предлагаем, в рамках существующего бюджета времени на данный раздел, адаптировать под предмет обучения «Физическая подготовка» программы боевой подготовки автомобильных и дорожных войск.

Исходя из проведенных исследований, мы предлагаем следующее распределение часов модели физической подготовки студентов (таблица).

Перечень тем и расчет часов модели физической подготовки студентов

№ темы	Наименование темы	Количество часов
1	Гимнастика и атлетическая подготовка	8
2	Рукопашный бой	12
3	Преодоление препятствий	10
4	Ускоренное передвижение и легкая атлетика	16
5	Лыжная подготовка	4
6	Военно-прикладное плавание	4
7	Спортивные и подвижные игры	8
	Зачет	2
ИТОГО:		64

Комплексные занятия предлагается проводить в период интенсивной подготовки во время проведения учебных сборов в объеме 16 часов.

Выводы. В результате проведенных исследований нами установлено, что для военнослужащих автомобильных и дорожных войск физическая готовность к действиям, как в условиях повседневной деятельности, так и в экстремальных боевых условиях, является наиболее важным фактором успешности их военно-профессиональной деятельности.

Результаты наших исследований свидетельствуют о необходимости целенаправленного развития специальных физических качеств выпускников, обучающихся по программе военной подготовки специалистов автомобильных и дорожных войск.

Раздел профессионально-прикладной физической подготовки студентов должен быть адаптирован в соответствии с предметом обучения «Физическая подготовка» программы боевой подготовки автомобильных и дорожных войск.

Экспериментальная проверка эффективности предложенной нами модели физической подготовки свидетельствовала об ее эффективности.

Анализ результатов экспериментальной работы свидетельствует о том, что у студентов контрольной группы достоверных изменений в показателях физического развития за период обучения не произошло. В экспериментальной группе достоверные различия наблюдались в показателях ЖЕЛ – прирост составил 9 см³. В показателях, характеризующих функциональное состояние организма, в контрольной группе достоверных изменений за период эксперимента не произошло, в то время как в контрольной различия были достоверны по всем показателям.

В показателях, характеризующих уровень физической подготовленности студентов контрольной группы в конце эксперимента, достоверных различий не выявлено. В экспериментальной группе произошли достоверные изменения по всем рассматриваемым показателям (прирост от исходного уровня в подтягивании на перекладине составил 3,5 раза, в беге на 100 м – 0,6 с, в беге на 1 км – 12,1 с).

Литература

1. Зюкин А. В., Коваленко В. Н., Малофеев В. Г. Исследование уровня физической подготовленности военнослужащих внутренних войск МВД России // Актуальные проблемы физической и специальной подготовки силовых структур: научный рецензионный журнал (часть 1). 2009. № 3. С. 98–103.
2. Ендальцев Б. В. Физическая культура, здоровье и работоспособность человека в экстремальных экологических условиях: монография. СПб.: Изд-во МО РФ, 2008. 197 с.
3. Астафьев К. А. Методика развития основных физических качеств на начальном этапе обучения в военном инженерном вузе: дисс. ... канд. пед. наук. Воронеж: ВИРЭ, 2006. 199 с.

УДК 796

Василий Васильевич Вольский, канд. пед. наук,
доцент
(Санкт-Петербургский государственный
архитектурно-строительный университет)
E-mail: www1962@mail.ru

Vasily Vasilyevich Volskiy, PhD of Pedagogic Sci.,
Associate Professor
(Saint Petersburg State University
of Architecture and Civil Engineering)
E-mail: www1962@mail.ru

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЗАИМОСВЯЗИ УСПЕВАЕМОСТИ СТУДЕНТОВ ПО ОТДЕЛЬНЫМ УЧЕБНЫМ ДИСЦИПЛИНАМ ПРОГРАММЫ ОБУЧЕНИЯ С УРОВНЕМ ИХ ФИЗИЧЕСКОЙ ПОДГОТОВЛЕННОСТИ

A STUDY ON INTERRELATION BETWEEN ACADEMIC PROGRESS IN PARTICULAR COURSES OF THE TRAINING PROGRAM AND PHYSICAL FITNESS OF STUDENTS

В статье рассматриваются результаты изучения взаимосвязи уровня физической подготовленности студентов, обучающихся по программам военной подготовки солдат (матросов) и сержантов запаса ФГКВОУ ВПО Военной академии материально-технического обеспечения имени генерала армии А. В. Хрулева и ФГБОУ ВПО Санкт-Петербургского государственного архитектурно-строительного университета с успешностью их обучения по дисциплинам программы обучения. Анализ проведенных нами экспериментальных исследований позволяет сделать заключение о том, что между уровнем физической подготовленности и качеством овладения студентами программой обучения наблюдается определенная зависимость, так, чем выше уровень физической подготовленности студентов, тем успешнее они осваивают программу обучения.

Ключевые слова: физические качества, морально-волевые качества, уровень физической подготовленности, корреляционные взаимосвязи, тактико-специальная подготовка, физическая культура.

The article presents results of a study on interrelation between physical fitness of students receiving military training (future soldiers (sailors) and reserve sergeants) at the Federal State Military Educational Institution of Higher Professional Education “Military Academy of Logistics Named after General of the Army A. V. Khrulyov” and students of the Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Professional Education “Saint Petersburg State University of Architecture and Civil Engineering” and their academic progress in particular courses of the training program. An analysis of the experimental studies allows concluding that physical fitness and academic progress of students are interrelated: the higher the physical fitness level is, the more successfully students master the training program.

Keywords: physical qualities, moral qualities and will, physical fitness level, correlations, tactical and special training, physical education.

Результаты многочисленных исследований, проведенных в последнее время, свидетельствуют о том, что в настоящий момент в установках современного поколения российских граждан наблюдается пересмотр жизненных ценностей, а также отношение молодых людей к воинской службе, в том числе и к обучению по программе военной подготовки [1].

Основной причиной, по которой студенты выбирают обучение по программе военной подготовки (далее – военная подготовка) в учебных военных центрах, факультетах военного обучения и военных кафедрах (далее – военные кафедры (факультеты)) при федеральных государственных образовательных учреждениях высшего профессионального образования (далее – образовательные организации), является перспектива получения престижной специальности, овладение более широким уровнем знаний, навыков и компетенций, возможности их применения к выполнению определенного вида профессиональной деятельности, в том числе и для дальнейшей самореализации в вооруженных силах [2]. Ввиду этого изучение взаимосвязи между уровнем физической подготовленности студентов и успешность их обучения для нас представляет определенный интерес.

В интересах решения задач настоящего исследования существенный интерес представляет изучение зависимости успешности обучения студентов по отдельным учебным дисциплинам программы обучения с уровнем физической подготовленности и развития у них наиболее значимых физических качеств.

Для этого нами проведено исследование с привлечением студентов, обучающихся по программе военной подготовки по военно-учетным специальностям автомобильных и дорожных войск в количестве 40 человек. Все исследуемые были разделены нами на три группы в зависимости от уровня их физической подготовленности: «лучшие», «средние» и «худшие» численностью по 10 человек в каждой. Десять случайных результатов нами были исключены из общей совокупности выборки. Результаты исследования взаимосвязи успеваемости студентов по учебным дисциплинам программы обучения в зависимости от уровня их физической подготовленности представлены в табл. 1 и на рис. 1.

Таблица 1

Результаты взаимосвязи успеваемости студентов с уровнем их физической подготовленности

Учебная дисциплина программы обучения	Группа, $x \pm m$		
	лучшие	средние	худшие
Иностранный язык	4,1±0,16	4,0±0,17	3,8±0,13
Военное право	3,9±0,12	3,8±0,12	3,4±0,12
Военная история	3,5±0,4	3,4±0,11	3,2±0,14
Общевоинские уставы	3,6±0,13	3,5±0,14	3,3±0,13
Огневая подготовка	3,8±0,15	3,6±0,14	3,4±0,12
Эксплуатация и восстановление вооружения и военной техники	4,3±0,17	4,1±0,16	3,7±0,14
Вождение машин	4,2±0,15	4,1±0,14	3,6±0,13
Эксплуатация машин	4,3±0,16	4,3±0,12	3,3±0,14

Результаты проведенных нами исследований позволяют сделать вывод о том, что студенты с различным уровнем физической подготовленности по различным учебным дисциплинам программы обучения имеют различную успеваемость.

Между уровнем физической подготовленности и качеством овладения студентами программой обучения наблюдается определенная зависимость. Это проявляется, прежде всего, в том, что студенты, вошедшие в группу «лучшие» по уровню физической подготовленности более успешно овладевают программой обучения, нежели студенты группы «худшие».

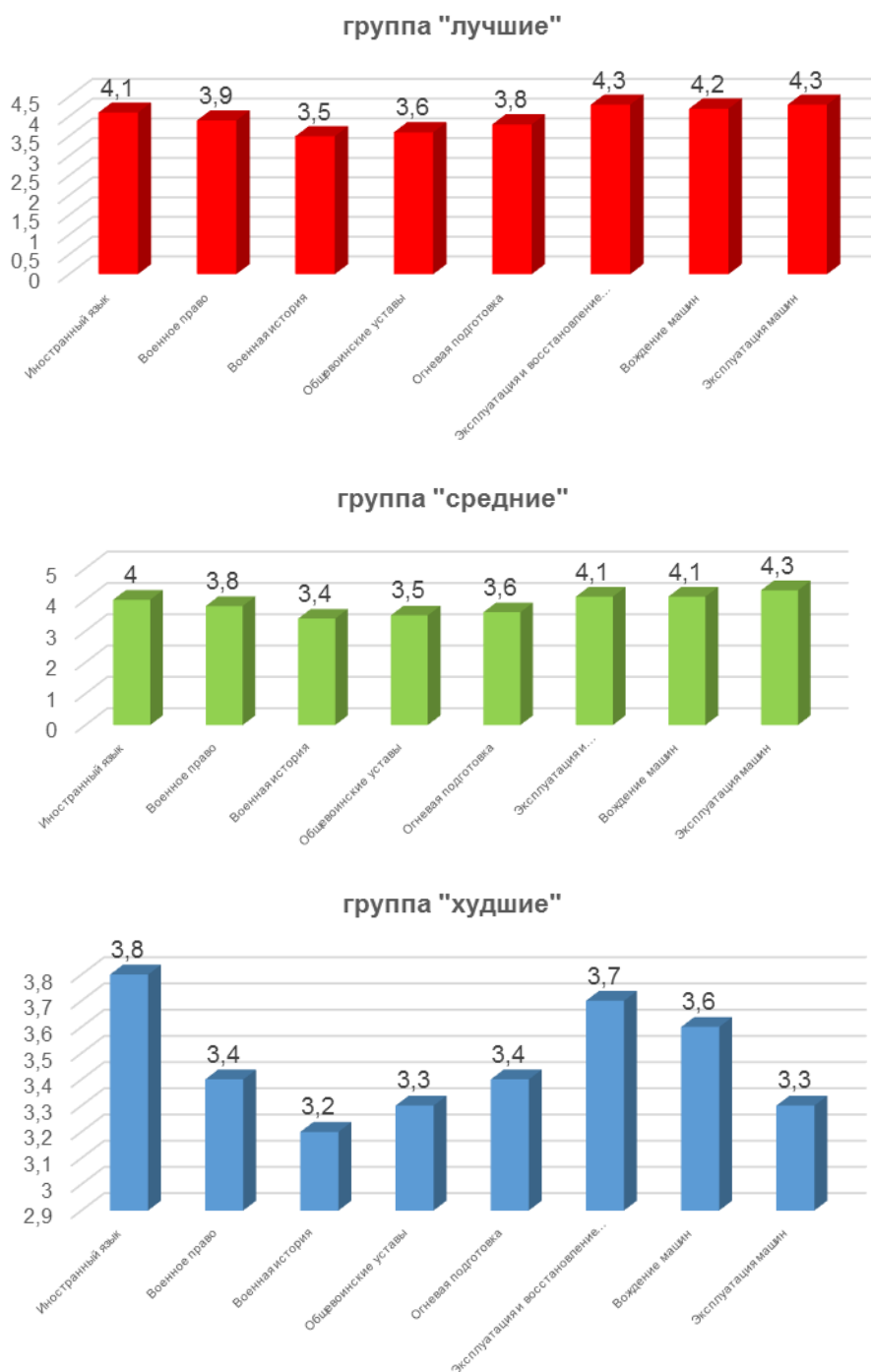


Рис. 1. Взаимосвязь успеваемости студентов с уровнем их физической подготовленности

Характерно также, что уровень физической подготовленности студентов оказывает существенное влияние и на воспитание волевых качеств студентов, таких как требовательность к себе, настойчивость и упорство в достижении цели, уверенность в себе (табл. 2 и рис. 2).

Таблица 2

Влияние уровня физической подготовленности студентов на воспитание морально-волевых качеств

Проявление морально-волевых качеств	Группа, $x \pm m$		
	лучшие	средние	худшие
Чувство уверенности в себе	4,4 \pm 0,15	4,1 \pm 0,13	3,7 \pm 0,11
Общее желание к занятиям различными предметами программы обучения	4,7 \pm 0,14	3,8 \pm 0,12	3,3 \pm 0,13
Требовательность к себе	4,2 \pm 0,12	3,8 \pm 0,14	3,5 \pm 0,11
Настойчивость и упорство в достижении цели	4,5 \pm 0,12	3,9 \pm 0,13	3,5 \pm 0,13



Рис. 2. Влияние уровня физической подготовленности студентов на воспитание морально-волевых качеств

Данный вывод был получен в результате проведения анкетного опроса студентов, обучающихся по программе военной подготовки с разным уровнем физической подготовленности.

Для выявления суммарных показателей связи между успешностью обучения студентов и уровнем их физической подготовленности нами были рассчитаны коэффициенты корреляции и проведен их анализ.

Результаты проведенного анализа представлены в табл. 3.

Таблица 3

Корреляционная связь показателей успеваемости студентов по отдельным дисциплинам программы обучения и уровнем их физической подготовленности

Учебная дисциплина программы обучения	Коэффициент корреляции с уровнем физической подготовленности		
	лучшие	средние	худшие
Иностранный язык	0,49	0,46	0,42
Военное право	0,63	0,59	0,55
Военная история	0,56	0,52	0,48
Общевоинские уставы	0,47	0,41	0,39
Огневая подготовка	0,62	0,58	0,54
Эксплуатация и восстановление вооружения и военной техники	0,69	0,64	0,62
Вождение машин	0,71	0,67	0,63
Эксплуатация машин	0,73	0,69	0,64

Результаты наших исследований позволяют констатировать, что уровень физической подготовленности студентов вносит существенный вклад в успешность освоения ими предметов программы обучения.

Так, коэффициент корреляции по учебной дисциплине «Иностранный язык» в группе «лучшие» составил 0,49, в то время как в группе «средние» – 0,46, а в группе «худшие» – 0,42. По учебной дисциплине «Военное право» соответственно 0,63, 0,59 и 0,55. Корреляционные взаимосвязи учебной дисциплины «Военная история» характеризовались следующими значениями: 0,56, 0,52 и 0,48; «Общевойсковые уставы» – 0,47, 0,41 и 0,39.

Наиболее значимыми явились показатели по военно-техническим учебным дисциплинам: «Эксплуатация и восстановление вооружения и военной техники» – 0,69, 0,64 и 0,62; «Вождение машин» – 0,71, 0,67 и 0,63 и «Эксплуатация машин» – 0,73, 0,69 и 0,64.

Ввиду того, что в соответствии с программой обучения студенты в процессе обучения сдают нормативы по различным тактико-специальным дисциплинам, нами были рассчитаны коэффициенты корреляции и проведен их анализ между уровнем их физической подготовленности и успешностью выполнения ими нормативов по различным тактико-специальным дисциплинам.

Результаты проведенного корреляционного анализа представлены в табл. 4.

Таблица 4

Корреляционная связь выполнения контрольных нормативов по тактико-специальным дисциплинам и уровнем физической подготовленности студентов факультета военного обучения

Нормативы тактико-специальных дисциплин	Коэффициент корреляции с уровнем физической подготовленности		
	лучшие	средние	худшие
Н-Т-1	0,56	0,49	0,42
Н-Т-10 (перебежками)	0,62	0,58	0,54
Н-Т-10 (переползанием)	0,61	0,57	0,52
Н-Т-10 (перебежками и переползанием)	0,63	0,58	0,55
Н-Т-11 (переползанием на боку)	0,51	0,47	0,41
Н-Т-11 (перебежками)	0,52	0,49	0,43
Н-М-8	0,65	0,61	0,57

Результаты проведенных исследований позволяют констатировать, что чем выше уровень физической подготовленности студентов, тем выше коэффициенты корреляции с выполнением нормативов по боевой подготовке.

Так, коэффициенты корреляции студентов с различным уровнем физической подготовленности при выполнении норматива Н-Т-1 (занятие окопа, траншеи, позиции (огневой позиции), опорного пункта, района обороны или указанного места (военнослужащим)) имеют вид: в группе «лучшие» – 0,56, в группе «средние» – 0,49 и в группе «худшие» – 0,42.

При выполнении норматива Н-Т-10 (передвижение на поле боя (скрытое выдвижение к объекту противника)) перебежками коэффициенты корреляции имеют вид: в группе «лучшие» – 0,62, в группе «средние» – 0,58 и в группе «худшие» – 0,54.

Выполнение норматива Н-Т-10 (передвижение на поле боя (скрытое выдвижение к объекту противника)) переползанием характеризуется показателями: в группе «лучшие» – 0,61, в группе «средние» – 0,57 и в группе «худшие» – 0,52.

Коэффициенты корреляции в выполнении норматива Н-Т-10 (передвижение на поле боя (скрытое выдвижение к объекту противника)) перебежками и переползанием имеют следующий вид: в группе «лучшие» – 0,63, в группе «средние» – 0,58 и в группе «худшие» – 0,55.

Коэффициенты корреляции в выполнении норматива Н-Т-11 (доставка боеприпасов под огнем противника) переползанием на боку имеют следующий вид: в группе «лучшие» – 0,51, в группе «средние» – 0,47 и в группе «худшие» – 0,41.

Коэффициенты корреляции в выполнении норматива Н-Т-11 (доставка боеприпасов под огнем противника) перебежками имеют следующий вид: в группе «лучшие» – 0,52, в группе «средние» – 0,49 и в группе «худшие» – 0,43.

Выполнение норматива по медицинской подготовке Н-М-8 (оттаскивание раненого) имеет вид: соответственно – 0,65, 0,61 и 0,57.

Выводы

Результаты проведенных нами экспериментальных исследований позволяют нам сделать заключение о том, что между уровнем физической подготовленности и качеством овладения студентами программой обучения наблюдается определенная зависимость. Чем выше уровень физической подготовленности студентов, тем успешнее они осваивают программу обучения [3]. Уровень физической подготовленности студентов оказывает существенное влияние и на воспитание морально-волевых качеств студентов и качество выполнения нормативов по тактико-специальным дисциплинам [4].

Таким образом, проведенный анализ развития физических и психических качеств у студентов, а также обобщенные результаты исследования свидетельствуют о недостаточной эффективности программы по учебной дисциплине «Физическая культура». Все вышеизложенное выдвигает на первый план обоснование наиболее эффективной модели физической подготовки студентов с акцентом на военно-профессиональную направленность. Обоснованию модели физической подготовки при изучении предмета обучения «Физическая подготовка» для студентов, обучающихся по военно-учетным специальностям солдат (матросов) и сержантов запаса, посвящен следующий раздел нашего исследования.

Литература

1. Антонова Н. А. Социально-психологические факторы нервно-психической дезадаптации сотрудников силовых структур: дисс. ... канд. психол. наук: 19.00.04. СПб., 2009. 214 с.
2. Концепция федеральной системы подготовки граждан Российской Федерации к военной службе на период до 2020 года [Электронный ресурс]: утверждена распоряжением Правительства Российской Федерации от 03.02.2010 № 134-р; в ред. распоряжения Правительства РФ от 20.09.2012 № 874-р. Электрон. дан. Программа информационной поддержки Российской науки и образования: КонсультантПлюс: Высшая школа / справочные правовые системы. 2016. Режим доступа: <http://www.consultant.ru> (дата обращения: 03.02.2017).
3. Батурин А. Е., Вольский В. В., Емельянцева С. Л. Разработка современных систем проверки и оценки физической подготовленности студентов вузов // Научные труды Северо-Западного института управления. Т. 7. № 2(24). СПб.: Изд-во СЗИУ РАНХиГС при Президенте РФ, 2016. С. 21–24.
4. Пашута В. Л. Подготовка офицерских кадров для Вооруженных Сил России на современном этапе военной реформы: дисс. ... д-ра пед. наук. СПб.: ВИФК, 2005. 500 с.

УДК 796

Василий Васильевич Вольский, канд. пед. наук,
доцент
(Санкт-Петербургский государственный
архитектурно-строительный университет)
E-mail: www1962@mail.ru

Vasily Vasilyevich Volskiy, PhD of Pedagogic Sci.,
Associate Professor
(Saint Petersburg State University
of Architecture and Civil Engineering)
E-mail: www1962@mail.ru

ИССЛЕДОВАНИЕ ФУНКЦИОНАЛЬНОГО СОСТОЯНИЯ, ФИЗИЧЕСКОГО РАЗВИТИЯ И ФИЗИЧЕСКОЙ ПОДГОТОВЛЕННОСТИ СТУДЕНТОВ, ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ПРОГРАММАМ ВОЕННОЙ ПОДГОТОВКИ СОЛДАТ (МАТРОСОВ) И СЕРЖАНТОВ ЗАПАСА

STUDY ON FUNCTIONAL STATE, PHYSICAL DEVELOPMENT AND PHYSICAL FITNESS OF STUDENTS RECEIVING MILITARY TRAINING (AS FUTURE SOLDIERS (SAILORS) AND RESERVE SERGEANTS)

В статье приводятся результаты исследования уровня физической подготовленности, физического развития и функционального состояния студентов, обучающихся по программе военной подготовки солдат (матросов) и сержантов запаса ФГКВБОУ ВПО Военной академии материально-технического обеспечения имени генерала-армии А. В. Хрулева и студентов ФГБОУ ВПО Санкт-Петербургского государственного архитектурно-строительного университета. На основе анализа полученных данных установлены недостатки

действующих программ и направлений совершенствования процесса физического совершенствования студентов, Результаты исследования свидетельствуют, что изучаемые нами показатели функционального состояния студентов недостаточно высокие. Вместе с тем основные показатели соответствуют норме, предъявляемой для среднестатистического студента.

Ключевые слова: физическая культура, физическая подготовка, физические качества, физическое развитие, функциональное состояние, специальные качества.

The article presents results of a study on physical fitness, physical development and functional state of students receiving military training (future soldiers (sailors) and reserve sergeants) at the Federal State Military Educational Institution of Higher Professional Education “Military Academy of Logistics Named after General of the Army A. V. Khrulyov” and students of the Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Professional Education “Saint Petersburg State University of Architecture and Civil Engineering”. Based on the analysis of the obtained data, shortcomings of the existing programs and directions for the improvement of the students’ physical development process are established. According to the study results, the analyzed indicators of the students’ functional state are insufficient. Meanwhile, the main indicators comply with the norms specified for an average student.

Keywords: physical education, physical training, physical qualities, physical development, functional state, physical qualities.

В настоящий момент наряду с реформированием Российской армии проводится реформа и всего военного образования. Это обуславливает необходимость поиска направлений, способствующих повышению качества подготовки кадров для Вооруженных сил Российской Федерации (далее – Вооруженных сил) на всех этапах их профессионального становления. Одной из основных задач является создание механизма подготовки специалиста, отвечающего задачам Вооруженных сил. В этом плане военно-профессиональное образование необходимо вывести на принципиально новый уровень, который обеспечивал существенное повышение общей культуры и профессионализма кадров [1; 2].

В целях определения эффективности действующей программы по дисциплине «Физическая культура (подготовка)» студентов проведен анализ показателей, которые характеризуют функциональное состояние, физическое развитие студентов, а также уровень физической подготовленности студентов, которые поступают на обучение по программам военной подготовки.

Нами анализировались основные показатели, отражающие этот уровень (табл. 1).

Таблица 1

Показатели уровня физического развития студентов, поступавших на обучение по программам военной подготовки

Показатели	Ед. изм.	Значение ($x \pm m$), год поступления	
		2015	2016
Рост	см	170,1 \pm 0,87	168,9 \pm 0,81
Вес	кг	69,8 \pm 0,95	69,2 \pm 0,92
Окружность груди	см	85,2 \pm 0,91	84,9 \pm 0,87
ЖЕЛ	см	3532 \pm 82,1	3527 \pm 81,2
Динамометрия, левой руки	кг	42,9 \pm 1,3	43,2 \pm 1,2
Динамометрия, правой руки	кг	48,7 \pm 1,2	49,5 \pm 1,2

Примечание: количество студентов, поступавших на обучение по программам военной подготовки: 2015 год – n = 70; 2016 год – n = 68.

Помимо физического развития, немаловажную роль играет и функциональное состояние организма человека. Данная категория определяется, прежде всего, функциональной полноценностью различных внутренних органов и систем человека, их устойчиво-

стью к воздействию разнообразных неблагоприятных факторов окружающей среды, наличием разнообразных заболеваний.

Как отмечает ряд исследователей, функциональные возможности во многом обеспечивают успешное выполнение профессиональной деятельности и определяются: динамикой функциональных резервов в рамках профессиональной деятельности; степенью мотивации человека к выполняемой им работе; обученностью; тренированностью; психофизиологическими качествами; способностью мобилизовать свои резервы и т. д.

Показатели функционального состояния студентов, поступающих на факультет военного образования, представлены в табл. 2.

Анализ представленных данных свидетельствует, что исследуемые нами показатели функционального состояния студентов недостаточно высокие. Вместе с тем основные показатели соответствуют норме, предъявляемой для среднестатистического студента.

Таблица 2

Показатели функционального состояния студентов, поступавших на обучение по программам военной подготовки

Показатели	Ед. изм.	Значение ($\bar{x} \pm m$), год поступления	
		2015	2016
Гарвардский степ-тест	баллы	88,78±1,81	89,13±1,78
Проба Штанге	сек.	57,28±1,41	57,27±1,4
Проба Генче	сек.	30,88±1,27	31,16±1,26
ЧСС	уд./мин	74,92±1,4	75,23±1,38

Примечание: количество студентов, поступавших на обучение по программам военной подготовки: в 2015 году – $n = 70$; в 2016 году – $n = 68$.

Показатели физической подготовленности студентов оценивались нами по трем упражнениям в соответствии с НФП-2009 для кандидатов в вуз из гражданской молодежи. Результаты представлены в табл. 3.

Таблица 3

Показатели физической подготовленности студентов, поступавших для обучения на военный факультет по программам военной подготовки

Физические упражнения	Ед. изм.	Значение ($\bar{x} \pm m$), год поступления	
		2015	2016
Подтягивание на перекладине	кол-во раз	8,2±0,39	8,6±0,42
Бег на 100 м	сек.	14,1±0,12	14,2±0,15
Бег на 1 км	сек.	233,2±1,87	237,3±1,91

Примечание: количество студентов, поступавших на обучение по программам военной подготовки: в 2015 году – $n = 70$; в 2016 году – $n = 68$.

Представленные данные свидетельствуют о крайне низком уровне развития исследуемых качеств и физической подготовленности студентов. Сумма за выполнение трех упражнений в среднем составляет 120 баллов, что в соответствии с таблицей нормативов оценки физической подготовленности для кандидатов в вуз из гражданской молодежи оценивается на «неудовлетворительно».

Наименее развитым качеством является выносливость. Средний балл по результатам проверки этого физического качества составляет 31,3. Лучшие результаты студенты показали при проверке силы. Средний балл при проверке силы составил 42,2. Наиболее развитым физическим качеством является быстрота. Средний балл при проверке составил 46,5.

С целью изучения динамики уровня физической подготовленности студентов нами проведено исследование уровня их физической подготовленности по семестрам обучения за три семестра обучения.

Результаты исследования представлены в табл. 4 и на рис. 1.

Таблица 4

Динамика уровня физической подготовленности студентов военного факультета по годам обучения (семестрам)

Семестр обучения	Упражнения физической подготовки, ($\bar{x} \pm m$)		
	подтягивание на перекладине (кол-во раз)	бег на 100 м (с)	бег на 1 км (с)
(n=40)			
начало обучения	8,1±0,38	14,2±0,14	237,4±1,88
1 семестр	8,3±0,37	14,0±0,15	235,2±1,91
2 семестр	8,6±0,39	14,0±0,17	231,3±1,89
3 семестр	8,4±0,38	14,1±0,16	234,2±1,87



Рис. 1. Динамика уровня физической подготовленности студентов военного факультета по годам обучения (семестрам) (n = 40 чел.)

Проведенный анализ физической подготовленности студентов по семестрам обучения свидетельствует о том, что достоверных изменений на протяжении всего периода обучения на военном факультете в уровне физической подготовленности студентов не происходит. Так, анализируя показатели развития у студентов силы видно, что до 2-го семестра обучения результаты незначительно улучшаются (в начале обучения 8,1±0,38, 1 семестр – 8,3±0,37, 2 семестр – 8,6±0,39). С этого момента в уровне развития силы наступает спад, который характеризуется следующими показателями: 8,4±0,38 (рис. 2).

Показатели развития у студентов быстроты характеризуются следующими значениями: в начале обучения 14,2±0,14, 1 семестр – 14,0±0,15, 2 семестр – 14,0±0,17, 3 семестр – 14,1±0,16 (рис. 3).

Развитие у студентов выносливости находится на самом низком уровне и характеризуются следующими показателями: в начале обучения 237,4±1,88, 1 семестр – 235,2±1,91, 2 семестр – 231,3±1,89, 3 семестр – 234,2±1,87 (рис. 4).

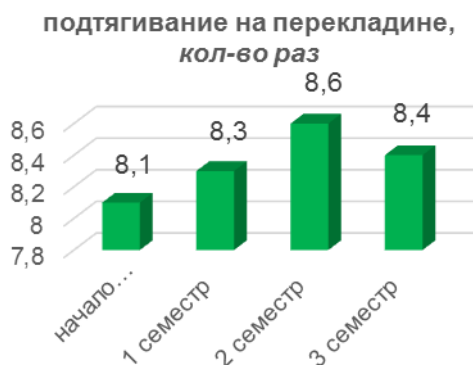


Рис. 2. Динамика уровня развития силы у студентов

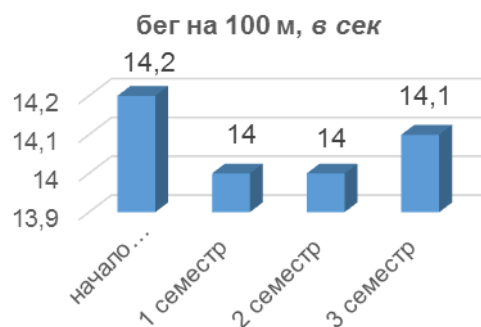


Рис. 3. Динамика уровня развития быстроты у студентов



Рис. 4. Динамика уровня развития выносливости у студентов

Выводы

Проведенный анализ представленных данных позволяет констатировать, что программа по учебной дисциплине «Физическая культура» не эффективна и не позволяет сформировать у студентов необходимый уровень их физической готовности к выполнению задач в соответствии с должностным предназначением в случае их прихода на службу в Вооруженные силы. Данное заключение требует поиска новых подходов для улучшения физического состояния студентов, обучающихся по программам военной подготовки [3].

Литература

1. Пашута В. Л. Подготовка офицерских кадров для Вооруженных Сил России на современном этапе военной реформы: дис. ... д-ра пед. наук. СПб.: ВИФК, 2005. 500 с.
2. Батурин А. Е., Вольский В. В., Емельянцева С. Л. Разработка современных систем проверки и оценки физической подготовленности студентов вузов // Научные труды Северо-Западного института управления. Т. 7. № 2(24). СПб.: Изд-во СЗИУ РАНХиГС при Президенте РФ, 2016. С. 21–24.
3. Дмитриев Г. Г., Катков А. А., Пугачев И. Ю. Методика развития основных физических качеств у курсантов на начальном этапе обучения в вузе ПВО // Актуальные проблемы военно-профессионального образования и физической подготовки в Вооруженных Силах Российской Федерации: сборник научных статей № 8. СПб.: Изд-во ВИФК, 2008. С. 12–18.

УДК 796

Василий Васильевич Вольский, канд. пед. наук,
доцент
Юрий Иванович Логинов, канд.
пед. наук, доцент
(Санкт-Петербургский государственный
архитектурно-строительный университет)
E-mail: www1962@mail.ru, ya.yralogi@yandex.ru

Vasily Vasilyevich Volskiy, PhD of Pedagogic Sci.,
Associate Professor
Yuriy Ivanovich Loginov, PhD of Pedagogic Sci.,
Associate Professor
(Saint Petersburg State University
of Architecture and Civil Engineering)
E-mail: www1962@mail.ru, ya.yralogi@yandex.ru

**СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ СИЛОВЫХ ВОЗМОЖНОСТЕЙ БОРЦОВ
ВОЛЬНОГО СТИЛЯ РАЗЛИЧНОГО УРОВНЯ ПОДГОТОВКИ**

**COMPARATIVE ANALYSIS OF STRENGTH ENDURANCE IN FREESTYLE
WRESTLERS WITH VARIOUS LEVELS OF PHYSICAL TRAINING**

Изменение правил борьбы, введение новых весовых категорий, использование нетрадиционных средств подготовки и многие другие факторы сказываются на структуре силовой подготовленности борцов. В данной статье рассматривается оценка силовых возможностей борцов, а также характеристика физических упражнений, тестов, приборов и аппаратуры, с помощью которых можно правильно и грамотно оценить скоростно-силовые качества борца и его мышечную силу. Установлено, что не всегда есть необходимость использовать большое число измерений для оценки названных мышечных групп, подобные закономерности конкретны для каждого вида борьбы, для каждого уровня квалификации борцов, да и проявляются они в определенное время.

Ключевые слова: силовые возможности, скоростно-силовая подготовленность, специальные навыки, весовые категории борцов, уравнения регрессии, тестирование.

Changes in wrestling rules, introduction of new weight classes, non-traditional training and many other factors affect the structure of training in wrestling. The article provides an assessment of strength endurance in wrestlers, as well as description of physical exercises, tests, devices and equipment used to assess speed, strength and muscular endurance of wrestlers properly and accurately. It is established that it is not always necessary to perform a large number of measurements to assess muscle groups. In different types of wrestling and for different skill levels, different patterns are observed, which manifest only at a certain time.

Keywords: strength endurance, speed and power, special skills, wrestling weight classes, regression equations, testing.

Эффективность силовой подготовки борцов может быть обеспечена при систематическом всестороннем контроле над ее динамикой. Другим важным обстоятельством является определение оптимального сочетания уровня силовых способностей разных мышечных групп. Борцам не нужно стремиться к достижению предельных силовых показателей всех мышечных групп; силу следует развивать, ориентируясь на ее «топографию» у сильнейших борцов страны в каждой весовой категории. Но и это стремление не должно быть слепым, оно должно как бы преломляться сквозь призму индивидуальных особенностей.

Оценить силовую и скоростно-силовую подготовленность можно по результатам контрольных упражнений, педагогических тестов, полидинамометрическими методами, а также по времени выполнения скоростно-силового задания. Уровень скоростно-силовой подготовленности принято определять с помощью тестов, в которых должны проявляться высокие скорости, ускорения, либо максимальная частота движений в упражнениях с отягощениями. Естественно, что разнообразие тестов, отвечающих подобным условиям, весьма велико. Поэтому тренерам всегда приходится решать вопрос о выборе тестов, адекватно характеризующих скоростно-силовые качества. Например, для оценки скоростно-силовых возможностей малоквалифицированных и начинающих борцов-юношей нет необходимости использовать большое число тестов. Наиболее информативны частота подтягивания на перекладине и отжиманий на брусьях, сгибания рук и разгибания туловища с различными отягощениями. Измерять мышечную силу можно как при статиче-

ском, так и при динамическом режиме работы. В статическом режиме для этой цели используются динамометры [1].

На смену динамометрам (пружинным, ударным, маятниковым, ртутным, пневматическим, электрическим, гидродинамическим и многим другим) пришел метод полидинамометрии (А. В. Коробков и др.). Суть этого метода заключается в том, что измерение силы проводится на специальном станке, позволяющем зарегистрировать силу у определенной группы мышц, исключая при этом действие других мышц.

Для контроля над силовой подготовленностью борцов используется усовершенствованный метод полидинамометрии по Б. М. Рыбалко и В. М. Абалакову. Измерения силы отдельных мышечных групп проводятся с помощью портативной установки, которая проста по устройству и удобна при перевозке (общий вес ее около 8 кг.)

Таким образом, замерив силу отдельных мышечных групп, получаем данные о силовой подготовленности борца. Оценить же полученные показатели можно либо по нормативным таблицам, в которых за ориентир берутся показатели сильнейших борцов, либо с помощью «должных» величин, рассчитанных по уравнениям статической регрессии.

Г. С. Туманян и Э. Г. Мартиросов вывели ряд уравнений регрессии, отражающих связь силы отдельных мышечных групп и веса тела [2] (табл. 1).

Таблица 1

Уравнения регрессии для контроля за показателями силы некоторых групп мышц в зависимости от веса тела борцов двух квалификаций

Группы спортсменов	Группы мышц	Значение		Уравнения	Доверительные зоны (кг)
		Константы (а)	Коэффициенты (в)		
Мастера спорта, не входящие в сборную команду России	Сгибатели предплечья	7,7	0,550	$F=7,7+0,550 W$	$\pm 3,8$
	Разгибатели предплечья	14,4	0,517	$F=14,43+0,5173 W$	$\pm 4,4$
	Сгибатели плеча	6,5	0,714	$F=6,51+0,714 W$	$\pm 9,6$
	Разгибатели плеча	14,2	0,795	$F=14,2+0,795 W$	$\pm 6,8$
	Сгибатели туловища	25,8	0,479	$F=25,8+0,479 W$	$\pm 5,4$
	Разгибатели туловища	57,3	1,590	$F=57,3+0,590 W$	$\pm 14,5$
	Сгибатели бедра	22,2	0,453	$F=22,2+0,453 W$	$\pm 2,8$
	Разгибатели голени	60,0	0,737	$F=60 + 0,737 W$	$\pm 18,8$
	Разгибатели бедра	43,6	1,873	$F=43,6+1,873 W$	$\pm 5,8$
	Подошвенные сгибатели стопы	5,9	1,217	$F=5,9+1,217 W$	$\pm 10,8$
	Суммарная сила	274,8	3,510	$F=274,8+8,51 W$	$\pm 157,8$
Члены сборной команды России	Сгибатели предплечья	21,11	0,581	$F=21,11+0,581 W$	$\pm 5,0$
	Разгибатели предплечья	15,85	0,659	$F=15,85+0,659 W$	$\pm 4,6$
	Сгибатели плеча	19,2	0,588	$F=19,2+0,588 W$	$\pm 5,8$
	Разгибатели плеча	22,31	0,812	$F=22,31+0,82 W$	$\pm 12,2$
	Сгибатели туловища	34,15	0,344	$F=34,15+0,344 W$	$\pm 5,8$
	Разгибатели туловища	62,13	1,893	$F=62,13+1,893 W$	$\pm 25,0$
	Сгибатели бедра	33,23	0,448	$F=33,23+0,448 W$	$\pm 6,8$
	Разгибатели голени	37,0	2,330	$F=37,0+2,33 W$	$\pm 15,0$
	Разгибатели бедра	14,5	1,838	$F=14,5+1,838 W$	$\pm 15,$
	Подошвенные сгибатели стопы	13,9	2,077	$F=13,9+2,077 W$	$\pm 12,8$
	Суммарная сила	264,5	11,700	$F=264,5+11,7 W$	$\pm 98,0$

Примечание. Все значения силы, лежащие в пределах доверительной зоны, определяют средний уровень силовой подготовленности борца, находящиеся ниже – слабый, находящиеся выше – высокий.

Эти уравнения составлены для борцов разной квалификации, с их помощью можно контролировать уровень развития силы отдельных мышечных групп у борцов разного ве-

са. Например, у двух борцов-перворазрядников измерялась суммарная сила десяти мышечных групп: сгибателей и разгибателей плеча, предплечья, туловища, бедра, подошвенных сгибателей стопы и разгибателей голени. У представителя средней весовой категории, собственный вес которого 80 кг, зарегистрирован результат 830 кг, у борца-тяжеловеса (вес 110 кг) – 490 кг. Подставив в уравнение регрессии $F=274,8+3,51 W$ значения собственного веса тела борцов, рассчитаем нормативные оценки уровня силовой подготовленности: средний уровень для средневеса – от 398 до 713 кг; для тяжеловеса – от 503 до 819 кг; низкий уровень – соответственно 398 и 503 кг, высокий – 713 кг у средневеса и 819 кг у тяжеловеса. В нашем примере силовая подготовленность средневеса может быть признана удовлетворительной, а борцов-тяжеловеса – слабой.

Подобные нормативные таблицы, уравнения регрессии должны периодически уточняться.

Воробьев В. А. разработал специальный комплекс нормативов для определения уровня скоростно – силовой подготовленности борцов, с помощью которого можно оценить силу отдельных групп мышц, а также быстроту и точность выполнения сложных по координации движений, специфических для борьбы [3].

Этот комплекс включает измерения силы, которые проводятся в характерных позах борцов, в которых они проявляют максимум усилий при выполнении следующих бросков: бросок через спину (передняя и задняя подножки), движения руками и ногами в подсечке, движения ногой в зацепе изнутри (все упражнения проводятся в правую и левую стороны). Результаты тестирования по такой схеме представлены в табл. 2.

Таблица 2

Средние показатели силы дзюдоистов при выполнении основных фаз бросков

Весовые категории (кг)	Броски через спину		Подсечки ногами		Зацеп		Подсечки руками		Захват с помощью руки	
	вправо	влево	вправо	влево	вправо	влево	вправо	влево	вправо	влево
До 64	76	78	28	27	67	62	114	127	77	79
От 64 до 70	85	92	26	25	86	86	127	130	79	70
От 70 до 80	103	105	34	31	112	115	139	140	92	99
От 80 до 93	130	119	38	32	121	112	176	160	110	123
От 90 до св. 100	144	139	40	36	139	129	145	151	111	123
Средние показатели	107	108	35	33	105	100	141	142	94	101

Метод измерения силы при выполнении борцами основной фазы бросков дает тренерам ценную информацию об уровне специальной скоростно-силовой подготовленности. Используемое для этой цели приспособление весьма простое (динамометр, трос для крепления его за опору, две лямки, за которые борец тянет динамометр, два крючка типа «карабин»). Для оценки скоростно-силовых качеств часто используются выпрыгивания вверх. Результаты испытаний дзюдоистов разных весовых категорий в этом тесте представлены в табл. 3.

Оценка скоростно-силовых качеств мышц рук проводится тестами «подтягивание, в висе лежа» и «отжимание в упоре лежа» [4].

Тест «подтягивание, в висе лежа» заключается в следующем: испытуемый ложится на пол и берется за ручку, соединенную с динамометром, который подвешивается к горизонтальному кронштейну; затем, упиравшись ногами в пол, выпрямляет туловище, взвешиваясь и резким движением подтягивается в висе лежа. Чем больше ускорение развивается

при подтягивании, тем выше показатель на индикаторе динамометра. По результатам тестирования рассчитывается относительный результат в подтягивании (ОРЦ), который равен:

$$\text{ОРЦ} = \frac{P - B}{B},$$

где P – результат в рывке; B – результат взвешивания.

Таблица 3

Результаты тестирования скоростно-силовых возможностей нижних конечностей у дзюдоистов

Весовые категории (кг)	Прыжок вверх с места (см)		Прыжок в длину с места
	С помощью рук	Без помощи рук	
До 64	81	63	261
От 64 до 70	69	53	252
От 70 до 80	70	57	258
От 80 до 93	65	48	264
От 90 до св. 100	67	56	258
Средние показатели	70	55	259

Тест «отжимание, в упоре лежа» проводится следующим образом. Испытуемый занимает положение, в упоре лежа, упираясь руками в нижний конец рамки, подвешенной через динамометр к кронштейну, ноги упираются в пол. В таком положении производится взвешивание, затем борец медленно сгибает руки и резко их выпрямляет (что фиксирует стрелка динамометра). Относительный результат отталкивания (ОРО) рассчитывается как результат в подтягивании.

Для оценки скоростно-силовых возможностей мышц – сгибателей туловища используется следующий тест: испытуемый ложится на спину на ковер и скрещивает руки на груди, партнер держит его за голень. По сигналу борец резко сгибается, стремясь коснуться локтями коленей (ноги должны быть при этом выпрямлены), и возвращается в исходное положение. Регистрируется время, за которое борец выполняет 10 сгибаний и разгибаний, затем рассчитывается среднее время одного упражнения.

Для определения скоростно-силовых качеств мышц разгибателей туловища используется 10-кратный подъем штанги (60 % от собственного веса) с пола до подбородка и рассчитывается среднее время одного подъема.

Для оценки специальных навыков в борьбе и степени реализации силовых потенциалов используется следующий тест: борец выполняет 10 бросков поочередно с двумя или более партнерами (пока испытуемый выполняет бросок одного партнера, другой встает на обусловленное место, и испытуемый сразу бросает его). Для бросков типа задней подножки, подсечки требуется от 3 до 5 партнеров. Рассчитывается среднее время одного броска.

Таблица 4

Категории оценки силы борцов

Педагогическая оценка (баллы)	Подтягивание (кол-во раз)	Вырывание гири* суммарно левой и правой рукой (кг)					Взятие штанги на грудь (% к собственному весу)
		Весовые категории (кг)					
		48-52	57-62	68-74	82-90	100-св.100	
5	Более 25	25	30	35	35	40	140
4	20-25	20	25	30	30	35	130
3	15-20	15	20	25	25	30	120

* Вес гири для борцов до 68 кг – 16 кг, для остальных – 24.

Изменение правил борьбы, введение новых весовых категорий, использование нетрадиционных средств подготовки и многие другие факторы могут сказаться на структуре силовой подготовленности борцов, а чтобы точно ее оценить, нужны точные, постоянно проверенные методы [5]. При массовых испытаниях борцов (особенно невысокой квалификации) могут использоваться упражнения, которые представлены в табл. 4.

Для того чтобы оценить силовые возможности какой-нибудь группы мышц, можно измерить проявляемую ею силу в различных движениях, т. е. получить несколько показателей. Нами установлено, что силу мышц рук наиболее точно характеризуют силовые показатели мышц-разгибателей плеча, ног – разгибателей бедра и мышц туловища – суммарная сила его разгибателей. Эти данные показывают, что не всегда есть необходимость использовать большое число измерений для оценки названных мышечных групп. Подобные закономерности, однако, не носят всеобщего характера, они конкретны для каждого вида борьбы, для каждого уровня квалификации борцов, да и проявляются они в определенное время.

Литература

1. Блеер А. Н., Шиян В. В. Влияние физического утомления спортсмена на надежность проявления двигательного навыка борца // Теория и практика физической культуры. 2000. № 6. С. 36.
2. Туманян Г. С. Спортивная борьба: теория, методика, организация тренировки. Учебное пособие. Книга III. Методика подготовки. М.: Советский спорт, 1998. 400 с.
3. Воробьев В. А. Специфика технико-тактической подготовки борцов вольного стиля на основе рационального сочетания средств из различных видов борьбы: автореф дисс. ... канд. пед. наук. СПб, 2001. 24 с.
4. Головина Л. Л., Игуменов М. В. Физиологическая характеристика борьбы, - М.: ГЦОЛИФК, 1992. 88 с.
5. Озолин Н. Г. Современная система спортивной тренировки. М.: Физкультура и спорт, 1976. С. 44–48.

ИНЖЕНЕРНО-ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ СИСТЕМЫ

СЕКЦИЯ ВОДОПОЛЬЗОВАНИЯ И ЭКОЛОГИИ

УДК 628.31:628.35

Ирина Ивановна Иваненко, канд. техн. наук,
доцент
(Санкт-Петербургский государственный
архитектурно-строительный университет)
E-mail: i5657@mail.ru

Irina Ivanovna Ivanenko, PhD of Tech. Sci.,
Associate Professor
(Saint Petersburg State University
of Architecture and Civil Engineering)
E-mail: i5657@mail.ru

ИССЛЕДОВАНИЕ ОСОБЕННОСТЕЙ ДЫХАНИЯ БАКТЕРИЙ

STUDYING SPECIFICS OF BACTERIAL RESPIRATION

Способность к аэробному дыханию характерна практически для всех живых организмов. С этой целью бактерии, кроме кислорода, используют неорганические вещества с переменнo-валентными элементами в их окисленной форме, иными словами они могут дышать и аэробно, и анаэробно. В статье приводятся результаты исследований способности аэробных бактерий с окислительным метаболизмом различных таксономических групп использовать неорганические вещества с переменнo-валентными элементами в качестве терминальных акцепторов электронов при дыхании. Установлены диапазоны окислительно-восстановительного потенциала среды (ОВП), при которых происходит восстановление некоторых переменнo-валентных элементов. Исследования проводились в два этапа: на первом изучался рост бактерий при ограничении поступления кислорода, на втором исследована способность денитрифицирующих бактерий изменять окислительно-восстановительный потенциал (ОВП) при их культивировании в питательной среде. Установлено, что восстановление *Cr* (VI) и *Mn* (IV) могут осуществлять не восстанавливающие нитрат бактерии, в том числе относящиеся к облигатно-аэробным.

Ключевые слова: очистные сооружения, аэробные бактерии, окислительно-восстановительные реакции, электрохимическая редукция, облигатно-аэробные бактерии.

The capacity for aerobic respiration is typical for almost all living organisms. Besides oxygen, bacteria use inorganic substances with variable-valence elements in their oxidized form. In other words, they can use both aerobic and anaerobic respiration. Results of studying the capacity of aerobic bacteria with oxidative metabolism of various taxonomic groups to use inorganic substances with variable-valence elements as terminal electron acceptors for respiration are presented in the article. Ranges of the oxidation-reduction potential of the environment (ORP), at which reduction of some variable-valence elements occurs, are established. Studies were carried out in two stages: at Stage 1, growth of bacteria under conditions of oxygen limitation was studied, and at Stage 2, the capacity of denitrifying bacteria to change the oxidation-reduction potential upon their cultivation in nutrient media was studied. It was established that *Cr* (VI) and *Mn* (IV) reduction can be performed by bacteria not reducing nitrates, including those falling into the category of obligate aerobic bacteria.

Keywords: treatment facilities, aerobic bacteria, oxidation-reduction reactions, electrochemical reduction, obligate aerobic bacteria.

Способность к аэробному дыханию, т. е. к использованию кислорода в качестве конечного (терминального) акцептора электронов, характерна практически для всех живых организмов. С этой целью бактерии, кроме кислорода, используют неорганические вещества с переменнo-валентными элементами в их окисленной форме, иными словами они могут дышать и аэробно, и анаэробно [1–7].

В тех случаях, когда популяция бактерий имеет возможность выбора терминального акцептора электронов, осуществляется следующая редокс-последовательность [3; 4; 8]:

- кислород (как энергетически наиболее выгодный окислитель);
- окисленные соединения азота;
- окисленные соединения переменнo-валентных элементов, в том числе металлов;

- окисленные соединения серы;
- низкомолекулярные органические соединения;
- карбонаты.

То есть $O_2 \rightarrow N^{x+} \rightarrow Me^{x+} \rightarrow S^{x+} \rightarrow HOC \rightarrow CO_2$, $x = 1-7$.

Граница деления аэробных бактерий с окислительным метаболизмом на облигатно-аэробные и анаэробно-дышащие находится между кислородом и окисленными соединениями азота. В соответствии с такой редокс-последовательностью бактерии, которые не восстанавливают нитрат, не могут использовать другие переменновалентные элементы в качестве терминальных акцепторов электронов, находящихся после окисленных соединений азота, и относятся к облигатным аэробам. Задачей исследований являлось:

- изучение способности аэробных бактерий с окислительным метаболизмом различных таксономических групп использовать неорганические вещества с переменновалентными элементами в качестве терминальных акцепторов электронов при дыхании;
- установление диапазонов окислительно-восстановительного потенциала среды (ОВП), при которых происходит восстановление некоторых переменновалентных элементов.

Исследования проводились в два этапа: на первом изучался рост бактерий при ограничении поступления кислорода, на втором исследована способность денитрифицирующих бактерий изменять окислительно-восстановительный потенциал (ОВП) при их культивировании в питательной среде.

Культивирование бактерий в ходе исследований первого этапа осуществлялось без предварительного удаления растворенного кислорода из раствора. Предполагалось, что если культура является аэробом и при дыхании способна, кроме кислорода, использовать другие терминальные акцепторы электронов, то в замкнутой системе она должна самостоятельно, используя растворенный кислород, переключиться на альтернативные акцепторы электронов и, соответственно, в искусственном создании анаэробных условий не нуждается. Необходимо лишь ограничить доступ кислорода из атмосферного воздуха в среду культивирования. А этого можно достичь путем нанесения слоя насыщенных углеводородов на поверхность водного раствора.

При изучении способности отдельных штаммов, денитрифицирующих псевдомонад расти за счет аэробного окисления насыщенных углеводородов в зависимости от толщины их слоя над культуральной средой выяснилось, что под слоем вазелинового масла (0,5 см) происходит интенсивный рост и размножение бактериальных клеток. Оптическая плотность суспензии на четвертые сутки возрастала в 10 раз – от 0,02 до 0,2 ед. При увеличении толщины слоя углеводородов до 2 см рост микроорганизмов за счет растворенного кислорода был незначителен. Оптическая плотность суспензии увеличивалась в два раза в первые сутки роста бактерий, оставалась неизменной в течение следующих суток и снижалась в результате автолиза клеток после четырех суток культивирования. Таким образом, диффузии кислорода из воздуха в минеральный раствор через слой насыщенных углеводородов вазелинового масла при толщине слоя в 2 см не происходит. Этот прием и был использован при изучении анаэробного дыхания аэробных бактерий.

В дальнейшем, на втором этапе работ, исследована способность денитрифицирующих бактерий изменять окислительно-восстановительный потенциал (ОВП) при их культивировании в питательной среде с глюкозой и нитратом (в ряде опытов нитритом) как терминальными акцепторами электронов, а также установлены диапазоны ОВП, при которых происходит редукция последних в элементный азот.

Оказалось, что восстановление окисленного азота этими культурами происходит в диапазоне значений ОВП от +180 до -100 мВ, а Cr (VI) этими же культурами – в диапа-

зоне от +400 до +30 мВ в области протекания аэробных процессов. Иными словами, *Cr* (VI) восстанавливается при более высоких значениях ОВП, чем редукция окисленных форм азота. Учитывая это, можно предположить, что редукция *Cr* (VI) возможна аэробными бактериями, которые не восстанавливают нитрат, в том числе и облигатно-аэробными [2; 3; 7; 9; 10]. Проведенные исследования подтвердили такую возможность. Не восстанавливающие нитрат бактерии родов *Pseudomonas*, *Bacillus*, *Rhodococcus*, *Micrococcus*, *Azotobacter*, *Mycobacterium* используют *Cr* (VI) в качестве терминального акцептора электронов. Процесс сопровождается приростом биомассы, который в среде с кислородом и бихроматом выше, чем в среде с одним лишь растворенным кислородом.

Таким образом, термин «облигатно-аэробные» бактерии, которые используют в качестве терминального акцептора электронов только кислород, требует уточнения и проведения дополнительных исследований. Для подтверждения этого предположения была изучена возможность бактерий различных таксономических групп редуцировать *Mn* (IV). Полученные результаты показали, что не восстанавливающие нитрат бактерии родов *Pseudomonas*, *Bacillus*, *Rhodococcus*, *Micrococcus*, *Azotobacter*, *Mycobacterium* используют *Mn* (IV) в качестве терминального акцептора электронов. При одновременном присутствии в среде нитрата и хромата денитрифицирующая *Pseudomonas fluorescens var pseudo-iodinum* восстанавливает нитрат только после редукции *Cr* (VI), а не редуцирующий нитрат штамм *P.fragi* восстанавливает *Cr* (VI) и *Mn* (IV), не изменяя при этом концентрации нитрата. Аналогичная редокс-последовательность наблюдалась в редуцирующих нитрат бактерий родов *Bacillus subtilis* и *B.cereus*: сначала восстанавливается *Cr* (VI), затем NO_3^- .

Проведенными исследованиями впервые показано, что аэробно-дышащие бактерии, которые не восстанавливают нитрат, в том числе и облигатно-аэробные, способны использовать переменнo-валентные элементы, в частности *Mn* (IV) и *Cr* (VI), в качестве терминальных акцепторов электронов, и, по-видимому, в действительности облигатно-аэробных бактерий не существует, а в редокс-последовательности *Mn* (IV) и *Cr* (VI) располагаются перед окисленными соединениями азота.

Литература

1. Воронов Ю. В., Яковлев С. В. Водоотведение и очистка сточных вод: учеб. для вузов. М.: Изд-во АСВ, 2006. 704 с.
2. Zehnder A. J., Svensson B. E. Life without oxygen: what can and what cannot? // *Experientia* 42. 1986. No. 11/12. P. 1197–1205.
3. Widdel F. Microbiology and ecology of sulfate and sulfur-reducing bacteria // *Biology of Anaerobic Microorganisms* / Zehnder A. J. B. (ed.). New York: John Wiley & Sons, 1988. P. 469–587.
4. Dassonville F., Renault P. Interactions between microbial processes and geochemical transformations under anaerobic conditions: a review // *Agronomie* 2002. Issue 22. P. 51–68. DOI: 10.1051/agro: 2001001
5. Абдрашитова С. А. Роль гетеротрофных бактерий в восстановлении и окислении элементов с переменной валентностью: Автореф. дисс. ... д-ра биол. наук. Ташкент, 1992. 48 с.
6. Убайдуллаева А. К. Роль гетеротрофных бактерий в восстановлении элементов с переменной валентностью: автореф. дисс. ... канд. биол. наук: 03.00.07. Алматы, 1993. 19 с.
7. Софарова О. В., Чувашов А. С. Динамика осаждения активного ила в аэротенке на синтетические водоросли типа «ерш» // Инженерное оборудование населенных мест и зданий: материалы Всерос. науч.-практ. конф. Иркутск: Изд-во ГОУ ВПО ИрГТУ, 2013. С. 36–40.
8. Коновалова В. В., Дмитренко Г. Н. Использование биореактора для восстановления шестивалентного хрома // *Химия и технология воды*. 2001. Т. 23. № 3. С. 329–336.
9. Жмур Н. С. Технологические и биохимические процессы очистки сточных вод на сооружениях с аэротенками. М.: АКВАРОС, 2003. 512 с.
10. Куликов Н. И. Интенсификация процессов очистки сточных вод от ксенобиотиков пространственной сукцессией закрепленных микроорганизмов // *Микробиология очистки воды: тез. докл. I Всесоюз. конф* (Киев, 1982). Киев: Наукова думка, 1982. С. 29–31.

УДК 574:378

Светлана Витальевна Макарова, канд. биол. наук,
доцент

Тамара Николаевна Барышникова, канд. техн. наук,
доцент

(Санкт-Петербургский государственный
архитектурно-строительный университет)

E-mail: water@spbgasu.ru

Svetlana Vitalievna Makarova, PhD of Biol. Sci.,
Associate Professor

Tamara Nikolaevna Baryshnikova, PhD of Tech. Sci.,
Associate Professor

(Saint Petersburg State University
of Architecture and Civil Engineering)

E-mail: water@spbgasu.ru

К ВОПРОСУ ОБ ЭФФЕКТИВНОСТИ ЭКОЛОГИЧЕСКОГО ОБРАЗОВАНИЯ

REVISITING EFFICIENCY OF ENVIRONMENTAL EDUCATION

Всеобщность и комплексность экологического образования определена Федеральным законом «Об охране окружающей среды» (ст.72). Несмотря на то, что основы экологии преподаются в средней школе, у студентов технических специальностей возникают проблемы с освоением этой дисциплины. В статье приводятся результаты анонимного опроса 186 студентов трех факультетов СПбГАСУ, приступающих к изучению экологии. Показано, что только 6 % опрошенных правильно понимают содержание этой науки (наука «об экосистемах и биосфере», «о взаимоотношении человека и других организмов с окружающей средой»); 22 % думают, что «экология» – это синоним понятия «окружающая среда» или характеристика состояния окружающей среды. Около четверти участников опроса (25,8 %) считают, что экология в вузах преподается исключительно «для общего развития»; почти 55 % респондентов уверены, что основы экологии в школе не изучались. Таким образом, у подавляющего большинства опрошенных студентов отсутствует четкое представление о том, что представляет собой наука экология, не говоря уж о базовых знаниях по этой дисциплине.

В образовательных стандартах последнего поколения (ФГОС-3+) отсутствуют какие-либо указания на то, что выпускники вузов должны обладать экологическими знаниями (вне зависимости от полученной специальности). Такой подход позволяет вообще отказаться от преподавания экологии для целого ряда направлений и специальностей, поэтому ожидать повышения качества и эффективности экологического образования в ближайшее время не приходится.

Ключевые слова: экология, окружающая среда, экологическое образование, опрос студентов, качество образования.

According to the Federal Law on Environmental Protection (Article 72), environmental education shall be universal and comprehensive. In spite of the fact that fundamentals of ecology are taught in secondary schools, engineering students have problems with mastering this subject. Results of an anonymous survey of 186 students of three SPSUACE departments, starting to study ecology, are given. According to the survey, only 6 % of respondents understand the subject (“about ecosystems and biosphere”, “about interrelations of humans/other organisms with the environment”); 22 % think that “ecology” is a synonym for “environment” or a characteristic of the environment condition. 25.8 % of respondents suppose that ecology is taught in higher educational institutions only “for general development”; almost 55 % of respondents are sure that fundamentals of ecology were not taught at school. Thus, the vast majority of respondents have no clear idea of ecology as a science, not to mention basic knowledge of this subject.

Modern educational standards (FGOS-3+) (Federal State Educational Standards-3+) do not specify that graduates of higher educational institutions shall be environmentally literate (regardless of their major). Such approach makes it possible to stop teaching ecology for some majors, therefore, we cannot expect improvement of quality and efficiency of environmental education in the near future.

Keywords: ecology, environment, environmental education, student survey, education quality.

Экология – наука о функционировании биосистем надорганизменного уровня (популяций, экосистем и биосферы) – начала формироваться во второй половине XIX в. Обострение экологических проблем в конце прошлого столетия способствовало превращению экологии в комплексную междисциплинарную науку, на основе которой осуществляется поиск путей безопасного сосуществования человеческого общества и окружающей природной среды. Экология является научной основой рационального природопользования и природоохранной деятельности.

В нашей стране преподавание основ экологии в учебных заведениях началось в 90-е гг. Законом РСФСР от 19 декабря 1991 г, № 2060-I «Об охране окружающей природной среды» предусматривалась «всеобщность, комплексность и непрерывность эколо-

гического воспитания и образования (ст. 73) и «обязательность преподавания экологических знаний в учебных заведениях» (ст. 74) [1]. В настоящее время «всеобщность и комплексность» экологического образования определена статьей 71 Федерального закона «Об охране окружающей среды» [2].

В средней школе экологические знания учащиеся получают в рамках таких предметов как «Окружающий мир», «Биология», «География». В высших учебных заведениях (вне зависимости от их профиля) экология до недавнего времени преподавалась как самостоятельная общеобразовательная дисциплина.

Многолетний опыт преподавания экологии в СПбГАСУ показывает, что ее освоение вызывает у студентов определенные трудности, связанные как с отсутствием элементарных естественнонаучных знаний, так и с психологическим неприятием данного предмета, который они считают «чужеродным».

Для выяснения того, как студенты представляют дисциплину, которую им предстоит изучать, в начале семестра был проведен анонимный опрос. В опросе приняли участие 186 студентов второго и четвертого курса, обучающихся на факультетах инженерной экологии и городского хозяйства, автомобильно-дорожном, строительном. Студентам были заданы 4 вопроса:

1. Что такое «экология»?
2. Как вы понимаете термин «экологический»?
3. Как вы думаете, зачем изучают экологию в вузах?
4. Изучались ли основы экологии в школе?

Студенты должны были самостоятельно сформулировать ответы на вопросы; варианты ответов не предлагались. В какой-то мере это затрудняло анализ результатов, так как многие студенты не смогли четко выразить свои мысли в письменной форме. Результаты опроса приведены в таблицах.

1. Что такое «экология»?

Варианты ответов	Число ответов	%
А. Экология – это наука...	144	77,4
- об охране окружающей среды	42	22,6
- об окружающей среде	37	19,9
- о состоянии (или загрязнении) окружающей среды	27	14,5
- о взаимоотношениях человека и окружающей среды (в том числе о влиянии на окружающую среду и его последствиях)	19	10,2
- о взаимоотношениях человека и организмов с окружающей средой	8	4,3
- о природе	5	2,7
- о биосистемах (экосистемах, биосфере)	4	2,1
- о природопользовании и охране природных ресурсов	2	1,1
Б. Прочие варианты ответов:	42	22,6
- состояние окружающей среды	11	5,9
- природа, окружающая среда	10	5,4
- охрана природы (окружающей среды)	9	4,8
- влияние человека на окружающую среду	5	2,7
- прочее	7	3,8
ИТОГО:	186	100

Более 70 % респондентов ассоциируют термин «экология» с наукой. Однако только 6,4 % студентов (12 человек) более или менее правильно понимают ее содержание – наука «о биосистемах (экосистемах, биосфере)» или «о взаимоотношении живых организмов и человека с окружающей средой». Большинство студентов (67,2 %) считают, что экология - это наука об окружающей среде, ее состоянии и охране, а также антропогенном воздействии на окружающую среду.

Более 22 % опрошенных считают, что «экология» – это и есть окружающая среда. Кроме того, «экология» рассматривается как характеристика состояния окружающей среды или как природоохранная деятельность. Именно в этом смысле термин «экология» наиболее часто упоминается в средствах массовой информации (например, «плохая экология», «эколог» – активист природоохранного движения).

2. Как вы понимаете термин «экологический»?

Этот вопрос вызвал у студентов наибольшие затруднения. Более половины опрошенных (68,8 %) считают, что термин «экологический» имеет следующие значения: «натуральный», «не оказывающий негативного влияния на здоровье человека и окружающую среду» и «незагрязненный». В качестве примера студенты наиболее часто приводили словосочетания «экологически чистый продукт» и «экологически чистые материалы», то есть, штампы, постоянно употребляемые в СМИ. Почти 20 % студентов не дали никакого ответа на поставленный вопрос. Лишь 14 человек (7,5 %) полагают, что термин «экологический» обозначает то, что имеет отношение к окружающей среде («природе») или экосистеме.

Варианты ответов	Число ответов	%
- «природный, натуральный»	45	24,2
- «безвредный, безопасный для человека и окружающей среды»	45	24,2
- «чистый, незагрязненный»	38	20,4
- связанный с окружающей средой (экосистемой, природой)	14	7,5
- «имеющий отношение к экологии»	7	3,8
- затруднились с ответом	37	19,9
ИТОГО	186	100

3. Зачем преподают экологию в вузах?

Варианты ответов	Число ответов	%
- с природоохранными целями	80	43,0
- для общего развития	48	25,8
- «чтобы знать, как влияет человек на окружающую среду, знать о последствиях этого воздействия»	26	14,0
- прочие варианты ответов	15	8,1
- нет ответа	17	9,1
ИТОГО	186	100

Смысл ответов 43 % опрошенных сводился к тому, что экологию необходимо изучать с природоохранными целями (часто встречающийся ответ – «для бережного отношения к природе»).

Около четверти студентов (25,8 %) считают, что экология преподается с общеобразовательными целями («для общего развития») и не видят для себя возможности практического применения полученных знаний.

Еще 14 % респондентов видят задачи экологии в изучении антропогенного воздействия на окружающую среду.

Среди прочих вариантов ответов встречались и такие: «для выполнения раздела ООС в проекте», «для подбора безопасных строительных материалов».

4. Изучались ли основы экологии в школе?

Да – 84 (45,2 %) – в рамках предметов «Окружающий мир», «Биология», «Экология»; нет – 102 (54,8 %).

Более половины студентов утверждают, что основы экологии в средней школе не преподавались. При этом ответы тех, кто «изучал» экологию не отличались по смыслу от ответов тех, кто «не изучал» этот предмет в школе.

Таким образом, подавляющее большинство опрошенных студентов не имеют четкого представления о том, что изучает наука экология (в основном, ее рассматривают как природоохранную дисциплину, что верно лишь отчасти), а более половины вообще не помнят о том, что основы экологии они проходили в школе.

Полученные результаты не являются неожиданными. Во-первых, уровень естественнонаучных знаний выпускников школ является крайне низким, поскольку биология, химия и география традиционно воспринимаются как «второстепенные» предметы. Во-вторых, в средствах массовой информации термин «экология» постоянно употребляется в значении «окружающая среда», «состояние окружающей среды», «охрана природы». Если за более чем 20-летний период преподавания основ экологии в учебных заведениях не получилось даже разграничить эти понятия в общественном сознании, то вряд ли экологическое образование в нашей стране можно считать эффективным.

Что касается высшей школы, то ожидать повышения качества экологического образования в ближайшем будущем, к сожалению, не приходится.

В образовательных стандартах третьего поколения (ФГОС-3) экология еще присутствовала в списке базовых дисциплин для технических специальностей. При этом студентам архитектурных факультетов предлагалось изучать «Экологию среды», «Градостроительную экологию» или «Архитектурную экологию». Для гуманитарных специальностей (в том числе экономических), экология по непонятным причинам была заменена дисциплиной «Концепции современного естествознания», представляющей собой краткий пересказ основных положений физики, химии, биологии, наук о Земле, астрономии, философии.

Действующие в настоящее время образовательные стандарты (ФГОС-3+) уже не содержат перечня обязательных к изучению дисциплин; составление учебного плана осуществляется в соответствии с формируемыми «компетенциями» (общекультурными, общепрофессиональными, профессиональными). В стандартах отсутствуют какие-либо указания на то, что выпускники (как бакалавры, так и специалисты) должны обладать экологическими знаниями, однако знания по другим дисциплинам (истории, философии, экономике, праву), а также навыки физической культуры рассматриваются в качестве необходимых для формирования «общекультурных компетенций». Такой подход позволяет вообще отказаться от преподавания экологии для целого ряда направлений и специальностей, что противоречит закону «Об охране окружающей среды».

Например, студентам архитектурного факультета в настоящее время преподается не отличающаяся конкретикой дисциплина «Социальные и экологические основы архитектурного проектирования». На экономическом факультете СПбГАСУ для специальности «Инноватика» читается курс «Экология», а студенты специальностей «Экономика» и «Менеджмент» изучают упомянутые выше «Концепции современного естествознания». Экономисты и менеджеры, не владеющие экологическими знаниями, вряд ли могут считаться полноценными специалистами: экология и экономика в современном мире тесно взаимосвязаны; странно, что этого не понимают составители ФГОСов.

Подводя итог сказанному, следует признать, что эффективную систему всеобщего экологического образования создать так и не удалось. Непродуманные реформы высшей школы могут привести к разрушению того, что было создано в сфере экологического образования за предыдущий период.

Литература

1. Об охране окружающей природной среды: закон РСФСР от 19.12.1991 № 2060-1. URL: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_189/ (дата обращения: 12.04.2017).
2. Об охране окружающей среды: Федеральный закон от 10.01.2002 № 7-ФЗ (в ред. от 02.07.2013 № 185-ФЗ): принят Государственной Думой Федерального Собрания Российской Федерации 20.12.2001; одобрен Советом Федерации Федерального Собрания Российской Федерации 26.12.2001. URL: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_34823/ (дата обращения: 12.04.2017).

УДК 696.135

Святослав Викторович Федоров, канд. техн. наук,
доцент
Юрий Вячеславович Столбихин, канд. техн. наук,
ст. преподаватель
(Санкт-Петербургский государственный
архитектурно-строительный университет)
E-mail: Svyatoslavfedorov@mail.ru, Stolbikhin@bk.ru

Svyatoslav Viktorovich Fedorov, PhD of Tech. Sci.,
Associate Professor
Iurii Vyacheslavovich Stolbikhin, PhD of Tech. Sci.,
Senior Lecturer
(Saint Petersburg State University
of Architecture and Civil Engineering)
E-mail: Svyatoslavfedorov@mail.ru, Stolbikhin@bk.ru

**К ВОПРОСУ О РЕКОНСТРУКЦИИ ОЧИСТНЫХ СООРУЖЕНИЙ
ПОВЕРХНОСТНОГО СТОКА**

REVISITING RECONSTRUCTION OF RUNOFF TREATMENT FACILITIES

В статье рассмотрен вариант реконструкции очистных сооружений поверхностного стока на сели-тебной территории, которая ранее использовалась на промышленные цели. Предлагается схема очистки сточных вод от нефтепродуктов, взвешенных веществ и ионов тяжелых металлов, которые поступают в сеть из зараженного грунта. В качестве сорбционной загрузки применяется алюмосиликатный сорбент, который помещается в специальные мягкие геоконтейнеры, которые одновременно служат корпусом фильтра и дренажной системой. Представленная схема реализуется в существующих железобетонных резервуарах, кото-рые, как правило, остались после эксплуатации ранее функционировавших промышленных предприятий. Предлагаемое решение является альтернативой устройству комплектных очистных сооружений.

Ключевые слова: сорбционный фильтр, поверхностный сток, разделительная камера, реконструкция очистных сооружений, геоконтейнер, биг-бэг, геотекстиль.

The article considers an option for reconstruction of runoff treatment facilities in the residential area which was previously used for industrial purposes. A scheme for removal of oil products, suspended substances and heavy-metal ions, entering the network from contaminated soil, from waste water is proposed. An aluminosilicate adsorbent placed in special geocontainers, serving both as a filter case and a drainage system, is used as sorption loading. The presented scheme is implemented in the existing reinforced-concrete tanks left after decommissioning of industrial enterprises. The proposed solution is an alternative to installation of packaged treatment facilities.

Keywords: sorption filter, runoff, separating chamber, reconstruction of treatment facilities, geocontainer, big bag, geotextile.

В России существует большое количество площадок, на которых в период суще-ствования Советского Союза находились промышленные предприятия, а в настоящее время они используются для организации автомобильных стоянок, офисных центров и в качестве места для жилой застройки. Одним из примеров является площадка на севере Санкт-Петербурга. Ранее эта площадка служила стоянкой тяжелой строительной техники, а на сегодняшний день используется для парковки легковых автомобилей; также на ней расположены авторемонтные мастерские и офисные здания. Проблемой эксплуатации си-стемы ливневой канализации данной площадки является превышение ПДК по ряду пока-зателей (таблица).

В соответствии с таблицей, было зафиксировано превышение концентраций по же-лезу, марганцу и никелю. Ранее эти показатели были многократно выше. Однако админи-страцией площадки были предприняты мероприятия по благоустройству территории, та-кие как вывоз мусора, металлолома, покраска металлических поверхностей и др., что поз-волило добиться значительного снижения показателей.

Однако превышение концентраций осталось по причине поступления в сеть ин-фильтрационного стока, омывающего техногенно зараженный грунт. Таким образом, воз-никла необходимость в создании системы очистки ливневого стока перед его сбросом в городскую канализацию. Для экономии средств нами был предложен вариант устрой-ства очистных сооружений в существующих железобетонных резервуарах, которые ранее использовались на производственной канализации объекта. Производственная канализа-ция не функционирует, сети наполнены инфильтратом. Кроме того, существует проблема

подтопления резервуаров Р1, Р2 обратным током из городской сети по трубопроводам производственной канализации.

Сравнение показателей состава поверхностного стока с требованиями действующих нормативных документов

№ п/п	Наименование показателя	Максимальное значение, мг/л*	ПДК 644 [1], мг/л	ПДК СПб [2], мг/л
1	Алюминий	0,29 ± 0,07	3,0	1,3
2	Железо общее	6,56 ± 1,44	3,0	2,8
3	Марганец	1,15 ± 0,19	1,0	0,45
4	Медь	0,017 ± 0,005	0,5	0,16
5	Нефтепродукты	2,4 ± 0,62	10,0	3,3
6	Никель	0,22 ± 0,06	0,25	0,2
7	АПАВ (анионные)	0,32 ± 0,06	10,0	5,0
8	Фенол	< 2,0	0,25	0,034
9	Цинк	0,89 ± 0,18	1,0	0,38
10	ХПК	166 ± 40	500	–

Примечание: максимальные значения показателей приведены в соответствии с замерами концентраций данных элементов, выполненными водоснабжающей организацией.

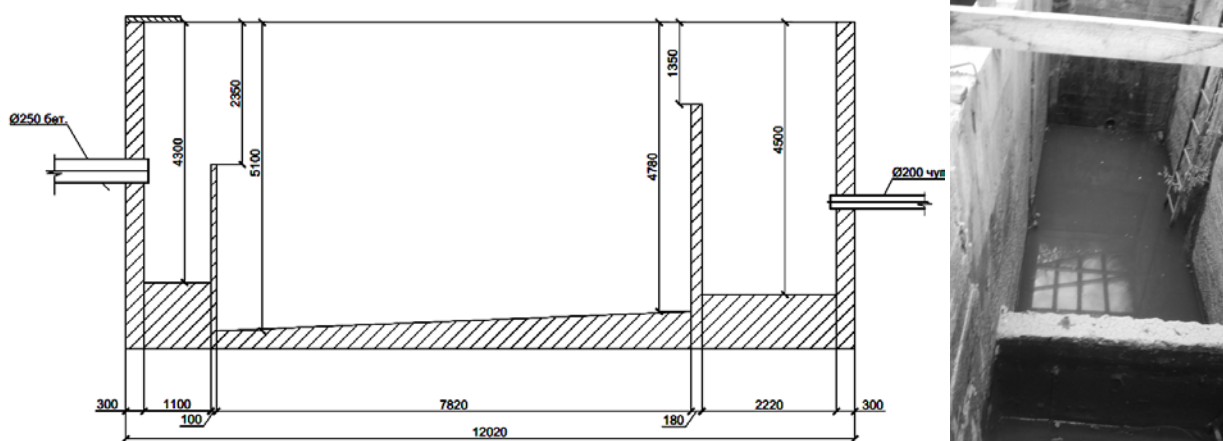


Рис. 1. Существующие резервуары на площадке

По существующей технологии дождевой сток с расходом 112,1 л/с поступает в городскую сеть в колодец 65. В случае дождя, превышающего расчетный, уровень в сети поднимается, и избыток воды направляется в накопительный резервуар в колодец 55а.

Для обеспечения поступления загрязненного стока на очистку, нами были предусмотрены следующие мероприятия на канализационной сети:

1. В колодце № 55а устраивается перегородка для разделения расхода сточной жидкости на условно-чистый и загрязненный в соответствии с требованиями нормативов [3].
2. Существующие резервуары осушаются, чистятся, производится заделка существующих щелей и трещин.
3. Резервуары оснащаются дополнительным оборудованием для реализации схемы очистки.
4. Колодцы 63 и 61 соединяются перемычкой.
5. Участок 64 – 65 заглушается.

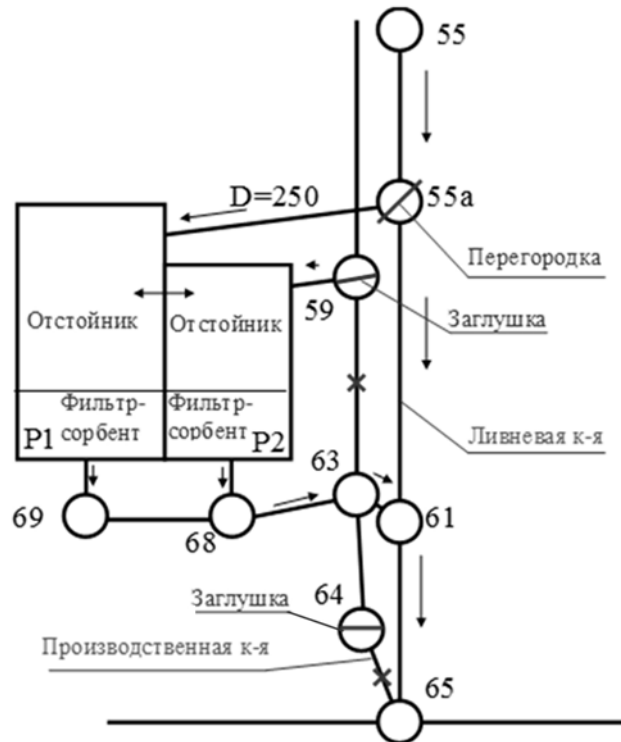


Рис. 2 Схема реконструкции канализационной сети

После выполнения указанных мероприятий сточные воды направляются на единый выпуск, и очистке подвергается не менее 70 % годового поверхностного стока.

На рис. 3 представлена предлагаемая технология очистки при реконструкции резервуаров P1, P2.

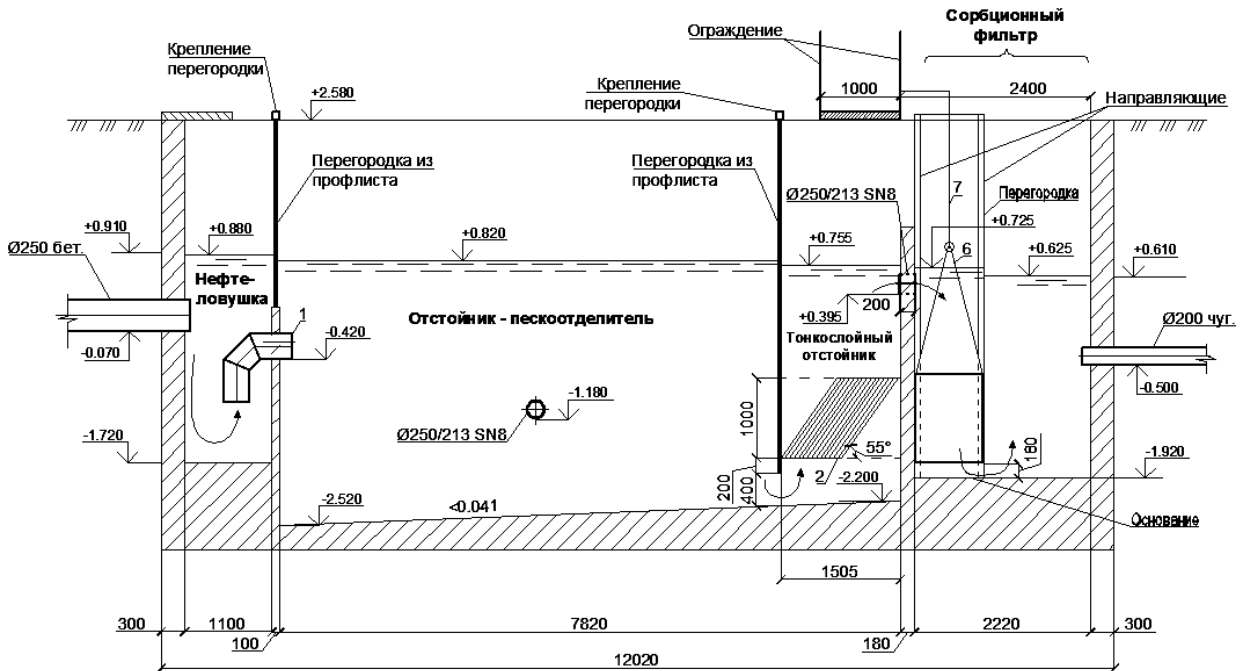


Рис. 3. Схема реконструкции резервуара

В соответствии со схемой, вода первоначально поступает в секцию нефтеловушки, где происходит отделение плавающих нефтепродуктов. Далее через полиэтиленовый от-

вод сток перетекает в отстойник-пескоотделитель. Здесь происходит осаждение взвеси до концентрации, допустимой для дальнейшей фильтрации на сорбционном фильтре. В соответствии с проведенным расчетом, отстойник-пескоотделитель данных размеров не способен обеспечить надлежащую очистку от взвешенных веществ, поэтому в этой зоне дополнительно устанавливается тонкослойный модуль. На тонкослойный модуль вода поступает снизу из-под полупогружной перегородки. После прохождения тонкослойного модуля осветленный сток направляется на сорбционный фильтр. Конструктивно фильтр представляет собой несколько биг-бэгов из геотекстиля (геоконтейнеров). Они одновременно сочетают себе и корпус фильтра, и дренажную систему. Монтаж и демонтаж геоконтейнеров осуществляется крановым оборудованием за пришитые к ним ляжки. Размер одного контейнера – 0,85×0,85×1,1 м, объем сорбента – 0,8 м³. Такое решение позволяет эффективно использовать площадь фильтрации в прямоугольном сооружении за счет деформируемой мягкой стенки геоконтейнера. Кроме этого, контейнер может быть быстро извлечен из сооружения и подвержен регенерации, путем погружения емкость с соевым раствором. В качестве сорбента принят алюмосиликатный сорбент «ГЛИНТ». Сточная вода пропускается через геоконтейнер сверху вниз, при этом из воды извлекаются ионы тяжелых металлов, в том числе железа, никеля, марганца и проч. После очистки вода направляется в городскую сеть.

В результате применения указанной технологии ожидается получение следующего эффекта очистки (рис 4).

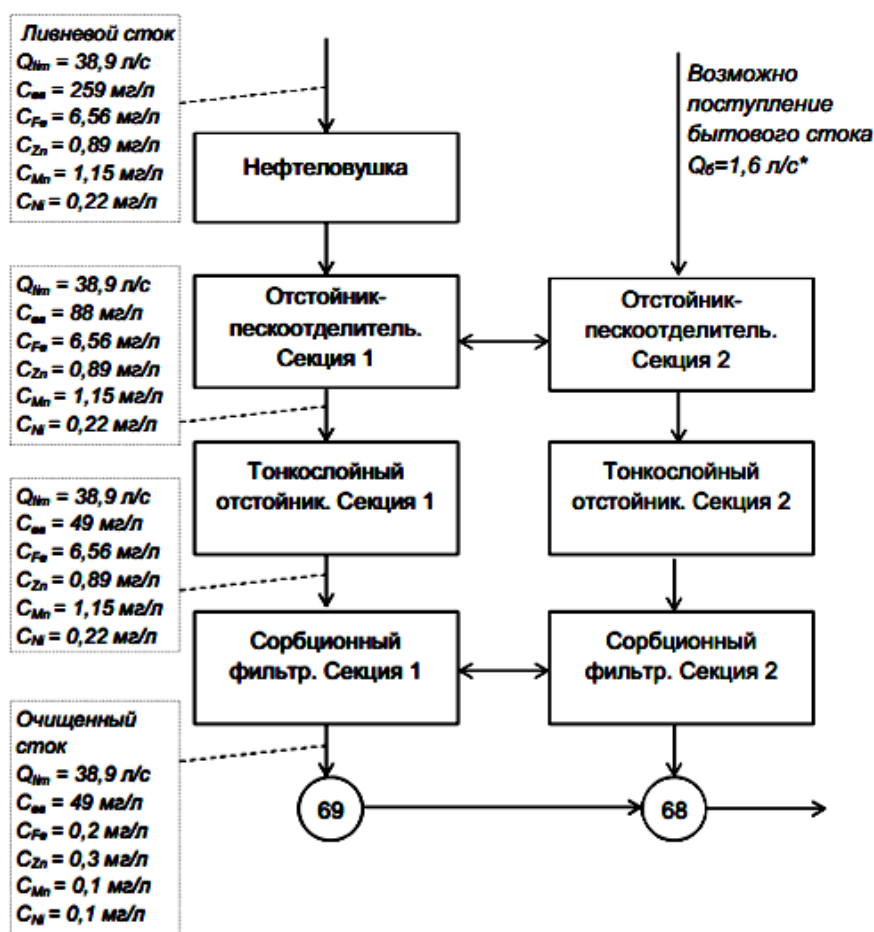


Рис. 4. Эффект очистки на реконструируемых очистных сооружениях

На основании предложенных решений вода, прошедшая очистку, должна соответствовать ПДК. На сегодняшний день исследования продолжаются. Ожидается реализация предложенных решений в натуре, которая должна подтвердить теоретические расчеты. Ожидается, что описанное в статье решение найдет широкое применение на аналогичных площадках в России, поскольку является экономически выгодным по сравнению с устройством комплектных очистных сооружений, которые имеют высокую стоимость, и влекут за собой дополнительные затраты на строительные работы.

Литература

1. Правила холодного водоснабжения и водоотведения [Электронный ресурс]: утверждены постановлением Правительства Российской Федерации от 29.07.2013 № 644. URL: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_150474/1ff5a5d78644443ce546b5eeb9ea7bc03a9a87f1/ (дата обращения: 26.04.2017).

2. Об установлении нормативов водоотведения по составу сточных вод в централизованные системы водоотведения Санкт-Петербурга [Электронный ресурс]: распоряжение Комитета по энергетике и инженерному обеспечению от 08.11.2012 № 148 (с изм. от 06.09.2016). URL: <http://gov.spb.ru/law?print&nd=537926463> (дата обращения: 26.04.2017).

СЕКЦИЯ ГОРОДСКОГО ХОЗЯЙСТВА, ГЕОДЕЗИИ, ЗЕМЛЕУСТРОЙСТВА И КАДАСТРОВ

УДК 528:541:551.2

Никита Викторович Волков, аспирант
(Санкт-Петербургский
государственный университет)
Татьяна Николаевна Волкова, канд. техн. наук,
доцент
(Санкт-Петербургский государственный
архитектурно-строительный университет)
E-mail: Volkov.nikita@yahoo.com,
tnvolkova@energaziz.ru

Nikita Viktorovich Volkov,
post-graduate student
(Saint Petersburg State University)
Tatyana Nikolaevna Volkova,
PhD of Tech. Sci., Associate Professor
(Saint Petersburg State University
of Architecture and Civil Engineering)
E-mail: Volkov.nikita@yahoo.com,
tnvolkova@energaziz.ru

К ВОПРОСУ КОНТРОЛЯ ЗА ВЕРТИКАЛЬНЫМИ ДЕФОРМАЦИЯМИ СТРОЯЩЕГОСЯ СООРУЖЕНИЯ В СЛУЧАЕ УТЕРИ ОСАДОЧНОЙ МАРКИ

REVISITING CONTROL OVER VERTICAL DEFORMATIONS OF STRUCTURES UNDER CONSTRUCTION IN CASE OF MISSING SETTLEMENT POINTS

Статья посвящена вопросам контроля деформаций зданий и сооружений в процессе их строительства. Показано, что повреждения осадочных марок не всегда приводит к потере информации о вертикальных смещениях утраченных марок. Для случая равномерных осадок зданий и сооружений разработан алгоритм восстановления процесса осадки утраченной марки по результатам повторного нивелирования. Дан анализ требований к точности восстановления количественных параметров осадочного процесса по прогностическим моделям с учетом ошибок повторного нивелирования и устойчивости опорных нивелирных пунктов.

Ключевые слова: здания и сооружения, осадки, потеря марки, восстановление марки и информации об осадках, точность повторного нивелирования, точность определения осадок сооружений, устойчивость опорных нивелирных пунктов.

The article is dedicated to control over deformations of buildings and structures under construction. It is shown that settlement point damage does not always result in the loss of information on vertical displacements of missing settlement points. An algorithm for settlement process recovery with regard to missing settlement points according to re-leveling results is developed for gradual settlement of buildings and structures. An analysis of requirements for recovery accuracy regarding quantitative variables of the settlement process according to predicative models, taking into account re-leveling errors and stability of control leveling points, is provided.

Keywords: buildings and structures, settlements, missing settlement point, settlement point recovery, recovery of information on settlements, re-leveling accuracy, structure settlement determination accuracy, stability of control leveling points.

При строительстве инженерных сооружений на строительной площадке для корректировки технологических процессов осуществляется повторное нивелирование осадочных марок, размещенных на конструктивных элементах возводимых зданий и сооружений согласно проекту. По результатам повторного нивелирования устанавливают их вертикальные смещения (осадку) во времени относительно опорных нивелирных пунктов.

В процессе строительства пространственное положение отдельных осадочных марок может быть нарушено, что с позиции строителей создает ситуацию, характеризующую безвозвратной потерей информации о временном ходе осадки сооружения.

Возобновление непрерывной информации об осадке утерянной марки возможно по результатам повторного нивелирования, выполненного в трех циклах после ее восстановления. При этом следует рассмотреть увеличение нагрузки G на основание фундамента применительно к n равным интервалам (соответственно числу этажей и др.). Осадка отдельной марки, вызванная интервальной нагрузкой $G/n=g$ будет равна:

$$S_{gk} = \frac{S_k}{n} . \quad (1)$$

По результатам повторного нивелирования осадочных марок, выполненного в процессе строительства, можно вычислить осадку марки на любой момент времени τ_i (i – номер цикла повторного нивелирования). Согласно [1] приращения осадок между повторным нивелированием, выполненным через одинаковые интервалы времени равны:

$$\begin{aligned} S_{i-y} &= S_{gk} \left(1 - \frac{8}{\pi^2} e^{-\xi \tau_i} \right) \\ S_{(i+1)-i} &= S_{gk} \left(1 - \frac{8}{\pi^2} e^{-\xi \tau_{i+1}} \right) , \end{aligned} \quad (2)$$

где S_{i-y} – осадка марки от момента времени ее утраты до момента времени τ_i нивелирования после ее восстановления; τ_{i+1} – время нивелирования восстановленной марки ($i+1$) цикле; ξ – коэффициент, зависящий от физико-механических свойств грунтов основания, толщины слоя и коэффициента фильтрации [1].

Из уравнений (2) следует:

$$\begin{aligned} \xi \tau_i &= \ln \frac{8}{\pi^2} S_{gk} - \ln(S_{gk} - S_{i-y}) \\ \xi \tau_{i+1} &= \ln \frac{8}{\pi^2} S_{gk} - \ln(S_{gk} - S_{(i+1)-i}) \end{aligned} \quad (3)$$

или

$$\frac{\xi \tau_i}{\xi \tau_{i+1}} = \frac{\ln \frac{8}{\pi^2} S_{gk} - \ln(S_{gk} - S_{i-y})}{\ln \frac{8}{\pi^2} S_{gk} - \ln(S_{gk} - S_{(i+1)-i})} . \quad (4)$$

Решая по методу последовательных приближений уравнение (4) находим S_{gk} и по формуле (1) вычисляем осадку:

$$S_k = S_{gk} n . \quad (5)$$

Далее вычисляется коэффициент:

$$\xi = \frac{\ln \frac{8}{\pi^2} S_{gk} - \ln(S_{gk} - S_i)}{\tau_i} . \quad (6)$$

Величину осадки S_y , накопившейся до возобновления наблюдений после ее утраты можно определить из выражения:

$$S_y = S_{gk} \left(m - \frac{8}{\pi^2} \sum_{i=1}^m e^{-\xi \tau_i} \right) , \quad (7)$$

где m – число равных по величине ступеней нагрузки, приложенной за время τ_i утери марки.

В соответствии с формулой (7) можно, в случае равномерного протекания во времени осадки сооружения, восстановить кинематические характеристики деформационного процесса, протекающего в местах закладки утраченных марок. Точность восстановленных кинематических характеристик находится в прямой зависимости от точности определения коэффициента ξ (10–15 %) ошибок нивелирования, устойчивости опорных нивелирных пунктов и осадочных марок.

Пространственно-временное положение опорных нивелирных пунктов, служащих исходной высотной основой для повторного нивелирования, выполняемого в системах геодезических наблюдений на строительных площадках, стремятся сохранить неизменными на протяжении всего периода инженерно-динамических наблюдений за деформациями зданий и сооружений, придавая им статус начала счета деформаций и смещений.

Опорные нивелирные пункты закрепляются в соответствии с требованиями Инструкции [2] глубинными и грунтовыми реперами в приповерхностных слоях земной коры (ЗК) на разных глубинах и в разных инженерно-геологических условиях.

Общеизвестно [3; 4; 5], что сезонные колебания температуры, влажности и других метеорологических факторов на земной поверхности проникая в приповерхностные слои земной коры, порождают в них экзогенные геомеханические процессы, которые нарушают устойчивость опорных нивелирных пунктов, являющихся началом координат для определения деформаций (осадок) сооружений на строительных площадках.

Допустимые требования к устойчивости опорных нивелирных пунктов можно выразить через среднеквадратическую ошибку исходных данных $m_{исх}$. При этом среднеквадратическая ошибка определения отметки осадочной марки по результатам нивелирования, с учетом неустойчивости опорного нивелирного пункта равна:

$$m^2 = m_{исх}^2 + m_{нив}^2 . \quad (8)$$

Принимая, что ошибкой исходных данных можно пренебречь, если она не превышает $\delta = 5\%$ от общей ошибки [6], можно записать:

$$m - m_{нив} \leq \delta m \quad (9)$$

или

$$m_{нив} \geq m(1 - \delta) , \quad (10)$$

где $\delta = 0,05-0,1$.

Возведя в квадрат неравенство (10) и прибавив к его левой части $m_{исх}^2$, с учетом (8), имеем:

$$m^2 \geq m^2 - 2\delta m^2 + \delta^2 m^2 + m_{исх}^2 ,$$

откуда:

$$m_{исх} = m\sqrt{[\delta(2 - \delta)]} . \quad (11)$$

Определение осадок сооружения выполняется в строгом соответствии с ГОСТ 24846-2012 [7]. При этом ГОСТ [7] строго регламентирует точность определения осадок сооружений, которая определяется уравнением (8). Принимая $\delta=0,05$ можно установить требования к устойчивости опорных нивелирных пунктов при повторном нивелировании осадочных марок по программам I и II классов. Точности определения осадок при нивелировании I и II классов согласно ГОСТ [7] соответственно должны быть равны $m_I = 1 \text{ мм}$ и $m_{II} = 2 \text{ мм}$.

Таким образом, в соответствии с уравнением (11) можно назначить требования к устойчивости опорных нивелирных пунктов и по аналогии к устойчивости осадочных марок, которые должны соблюдаться в следующих пределах:

- нивелирование осадочных марок по программе I класса ($m_{\text{ГОСТ}} = 1 \text{ мм}$) – устойчивость пунктов (марок) $\Delta H \leq 1 \text{ мм} \times 0,31 \times \sqrt{2} = 0,4 \text{ мм}$;
- осадочных марок по программе II класса ($m_{\text{ГОСТ}} = 2 \text{ мм}$) – устойчивость пунктов (марок) $\Delta H \leq 2 \text{ мм} \times 0,31 \times \sqrt{2} = 0,9 \text{ мм}$;
- аналогично производятся расчеты для III и IV классов [7].

Следовательно, точность восстановления осадок по утраченным маркам должна соответствовать точности определения осадок $m_{\text{ГОСТ}}$, назначаемой для повторных нивелирований I, II, III и IV классов ГОСТом [7].

Литература

1. Цытович Н. А., Зарецкий Ю. К. Прогноз скорости осадок оснований сооружений. М.: Недра, 1967. 212 с.
2. Инструкция по нивелированию I, II, III и IV классов, Федеральная служба геодезии и картографии России: ГКИНП (ГНТА)-03-010-02: введ. 1.02.2004. М.: Картогеоцентр-Геодезиздат, 2004. 244 с.
3. Магницкий В. А. Основы физики Земли. М.: Геодезиздат, 1953. 289 с.
4. Баленко В. Г. Исследование наклонов земной поверхности по профилю Киев – Артемовск. Киев: Наукова думка, 1980. 175 с.
5. Волков В. И. Современная постановка проблемы влияния нетектонических факторов на результаты геодезических исследований СВДЗК // Известия высших учебных заведений. Геодезия и аэрофото-съемка. 1998. № 2. С.18–25.
6. Коугия В. А. Избранные труды: монография / под ред. М. Я. Брыня. СПб.: Петербургский государственный университет путей сообщения, 2012. 448 с.
7. ГОСТ 24846-2012. Грунты. Методы измерения деформаций оснований зданий и сооружений. М.: Стандартинформ, 2014. 19 с.

УДК 72.01

Ольга Александровна Манацкова,
ст. преподаватель, аспирант
(Санкт-Петербургский государственный
архитектурно-строительный университет)
E-mail: olgamanatskova@mail.ru

Olga Aleksandrovna Manatskova,
Senior Lecturer, post-graduate student
(Saint Petersburg State University
of Architecture and Civil Engineering)
E-mail: olgamanatskova@mail.ru

ПРЕДЛОЖЕНИЯ ПО РЕВАЛОРИЗАЦИИ ГОРОДСКОЙ СРЕДЫ С САКРАЛЬНЫМИ СООРУЖЕНИЯМИ В КОНТЕКСТЕ АРХИТЕКТУРНО- ПРОСТРАНСТВЕННОЙ СРЕДЫ СОВРЕМЕННЫХ ГОРОДОВ ЗАПАДНОЙ СИБИРИ

PROPOSALS FOR REVALORIZATION OF THE URBAN ENVIRONMENT WITH SACRED STRUCTURES AGAINST THE BACKGROUND OF THE ARCHITECTURAL AND SPATIAL ENVIRONMENT OF WESTERN SIBERIA CITIES

Города Сибири составляют особую группу городов России, так как возникали и формировались в конкретный исторический период и почти сразу – по принципиальным планам, присылаемым из Петербурга. Это определило определенную архитектурно-пространственную общность этих городов. Актуальность исследования предопределена современным состоянием храмов и храмовых площадей в исторических

городах. Большинство из них подверглись разрушительной реконструкции в советский период. Следствием этого явилось искажение не только самих храмовых площадей и их архитектурных доминант, но и трансформация исторического облика и «интерьерного» пространства самих городов (из-за утраты архитектурных доминант). Изменениям подверглись и силуэты городов, а также характер их речных панорам в исторической зоне.

Ключевые слова: Западная Сибирь, ревалоризация, сакральные сооружения, городская среда, города Западной Сибири.

Siberian cities stand out as a special group as they emerged and developed in a particular historic period and, almost immediately, according to plans sent from Petersburg. It defined the architectural and spatial similarity of those cities. Relevance of the study is determined by the current condition of temples and temple squares in historical cities. Most of them underwent destructive reconstruction in the Soviet period. As a result, not only temple squares and their architectural dominants were deformed, but the historical appearance and “interior” of cities (due to loss of architectural dominants) were transformed as well. Skylines of cities, river panoramas in the historical area underwent changes as well.

Keywords: Western Siberia, revalorization, sacred structures, urban environment, Western Siberia cities.

Храмы возводились в соответствии с планировочной системой и структурой города, генеральными планами, «конфирмованными» в Санкт-Петербурге в 1768 г. для городов Сибири (Тюмени, Барнаула, Омска и др.). При линейной системе они размещались вдоль береговой линии, через определенные интервалы, связанные и с особенностями рельефа, и с планировкой города [1]

При размещении храмов градостроители учитывали:

1. Размещение согласно регулярным планам, утвержденным Екатериной II, особенностями рельефа и ландшафта.
2. Узлы города, где образовывались площади: главные (соборные) и второстепенные.
3. Высокохудожественный силуэт в соответствии с превалирующими архитектурными стилями [1].

Зодчие прошлого уделяли особое внимание вертикальным доминантам как элементам, создающим силуэт города.

Храмы, располагаясь с учетом рельефа и подчеркивая планировочно значимые места, являлись выразительными архитектурными доминантами.

Православные храмы, расположенные на визуально выигрышных местах, подчеркивали особенности рельефа, создавали гармоничную вертикальную композицию, отмечая своим местоположением значимые места города, а со стороны водного пространства – образуя доминанты в «речном фасаде» поселений [2].

Православные храмы в архитектурно-пространственной композиции всегда доминировали в пространстве. Это касается таких городов Сибири, как Томск, Омск, Барнаул и др.

Храмы, выделяясь на фоне окружающей, в большинстве случаев малоэтажной, застройки, формируют панораму города и его силуэт на протяжении всего исторического периода с XVIII по XIX вв.

При гармоничном использовании элементов ландшафта и застройки города организовывалось размещение доминант в пространстве в заданном природно-ландшафтном ритме и функционально-планировочных особенностях поселений [2].

Например, местоположение соборов Успения Божией Матери в Омске, Пресвятой Троицы в Томске выделяло их в качестве композиционных доминант архитектурно-планировочных ансамблей городских центров [2].

В Тюмени, городе с линейной структурой, такие храмы как Церковь Петра и Павла, Крестовоздвиженская церковь, Знаменский собор и др. располагались вдоль речного пространства, формируя силуэт города.

В процессе градоформирования сакральные сооружения играли ведущую роль [3].

Необходимо принять во внимание, что в результате социо-экономического развития городов Сибири, увеличения населения в них, в городских центрах началось строи-

тельство крупномасштабных кафедральных храмов (Троицкий кафедральный собор, г. Томск; Успенский кафедральный собор, г. Омск).

Ансамбли храмов, основанные вместе с городами, гармонично вписывались в окружающий ландшафт и составляли единое целое с городской застройкой.

Размещение ансамблей в структуре города можно подразделить на несколько типов. Размещение храма:

1. На открытых площадях (Свято-Никольский Казачий Собор, Свято-Успенский кафедральный собор, г. Омск).

2. На территории полузамкнутых площадей (Богоявленский кафедральный собор, г. Томск).

3. На замкнутых площадях.

4. На пересечении улиц, на небольших территориях, ограниченных ограждениями среди существующей застройки (Крестовоздвиженский храм, г. Тюмень).

5. В ансамблях монастырей, находящихся в планировочной структуре города (Троицкий монастырь, г. Тюмень).

Поиск наиболее приемлемого варианта размещения сооружения в границах площади обычно приводил к размещению храма в ее геометрическом фокусе [3].

Окружающая застройка и доминанта православного храма были соподчинены. Это отражалось также во взаимосвязях архитектурного стиля храма с архитектурным стилем окружающей застройки.

Примерами могут служить Знаменский собор в городе Тюмени, территория Троицкого монастыря. Софийское подворье в Тобольске.

В наши дни остро стоит вопрос об охране и реконструкции памятников культуры, в частности культовых сооружений, которые больше других памятников подвергались разрушению [4].

В современных городах отметим несколько типов расположения храмов в структуре городов Западной Сибири:

1. Храмы в крупных исторических городах, не подвергнувшихся глобальной реконструкции с хорошо сохранившейся взаимосвязью (Тюмень – между ансамблем Троицкого монастыря, Вознесенской церковью на противоположном берегу Туры, ансамблем на мысу, образованном при впадении реки Тюменки в Туру) – по принципам композиционной взаимосвязи и композиционного подчинения.

Проведенные натурные обследования показывают, что в современных городах Западной Сибири можно выделить города, подобные Тюмени, в которых историческая застройка и местоположение храмов в ней практически сохранились в первоначальном виде.

2. Храмы в крупных городах, утраченные в советский период, но затем восстановленные в современной структуре городов (Омск, Томск, Барнаул), а также созданные новые храмы и ансамбли в современной структуре городов (Барнаул).

Примером городов второго типа может служить Омск. Логика исторической застройки в нем потеряна только частично. Многие храмы еще сохраняют свою доминирующую роль в окружающей среде.

3. Храмы в структуре малых городов и их современное состояние (Колывань, Камень-на-Оби).

Во многих современных городах храмы окружены современной застройкой, конкурирующей с храмами по высотным характеристикам и конфликтующей с ними в архитектурном аспекте (Барнаул).

Одной из попыток решения существующих проблем может послужить ансамблевый подход при восстановлении и новом строительстве храмов [4].

Концепция ансамблевой эстетики строится по классическому принципу от общего к частному. От истории города или улицы к объекту, от окружающего ландшафта и релье-

ефа к зданию. В концепции обязательно учитывается ансамблевая взаимосвязь архитектурного сооружения с природной и городской средами [3].

Как доминанты храмов и монастырских комплексов подчиняли себе окружающую застройку и фиксировали композиционные центры в планировке города, так сами храмы формировали вокруг себя свою особенную территорию, функционально нуждаясь в ней и гармонично ее регулируя [4].

Планировочная организация храмовой территории определяется многими факторами. Одним из них является функциональное назначение храма. Храмовые комплексы можно разделить на примерные типы: кафедральный, монастырский, приходской, в составе общественных зданий и комплексов, таких как кладбище, больницы, тюрьмы [3].

На территории обязательно присутствуют постройки: богослужебные, служебно-бытовые, просветительские, хозяйственные и бытовые, благотворительные [3].

Пространство храмовой территории делится на зоны: входную, площадь перед святыми воротами, дорога вокруг храма для совершения крестного хода, озелененное пространство. Так же на территории храма могут располагаться различные малые архитектурные формы, такие как скамьи, киоски. Территория храма огораживается по всему периметру [3].

Таким образом, можно сделать вывод, что территория вокруг храма является неотъемлемым элементом храмового ансамбля. Каждый элемент ее благоустройства должен поддерживать стилистику всего ансамбля. Ярким примером организации такой территории может служить Иоанно-Предтеченский женский монастырь [3].

Необходимо выделять из застройки элементы и создавать из них структуры, обладающие качеством ансамбля. При создании ансамбля необходимо учитывать соотношение объемов зданий, систему восприятия и систему отображения объекта [3].

Формирование ансамблей объясняется динамикой развития города.

Впечатление градостроительной целостности и архитектурной завершенности зависит не только от восприятия градостроительной ситуации в целом, но и от степени решенности и сохранности отдельных фрагментов города и даже отдельного ансамбля [5].

Человек видит не только изображение фасада, а объект в его пространственном окружении.

Для сохранения исторических доминант необходимо придерживаться нескольких принципов:

1. Для сохранения общей архитектурно-исторической ситуации, для обеспечения исторически обусловленного органичного и последовательного развития города в первую очередь рекомендуется учитывать существующую планировочную и архитектурную ситуацию [5].

2. Очень важным принципом сохранения облика исторического города является поддержание силуэтности застройки.

Зодчие прошлого ставили в рядовой застройке массивные и высокие здания храмов, окружая их менее высотной и «тяжелой» застройкой. Возле массивных соборов целесообразнее располагать более легкие и мелкообъемные здания [3].

3. При возведении новых зданий в ряду исторической застройки рекомендуется добиваться пластической проработки их фасадов, по степени детализации корреспондирующих с окружением [5].

Возникает сложная задача строительства домов повышенной этажности во взаимосвязи с исторической застройкой сакральных сооружений.

4. Необходимо создать линии высотных ограничений вблизи сакральных сооружений. Они дали бы возможность историческому сооружению иметь круговое обзорное пространство, сформировали бы силуэт новой застройки, не нарушающей исторически сложившихся очертаний [3].

5. Необходимо ограничить строительство новых сооружений в исторической зоне сакральных сооружений. К сожалению, заданная высота проектируемого здания – далеко не единственное условие для обеспечения его взаимосвязей с окружающей застройкой [3].

Кроме того, нередко препятствием для полноценного визуального восприятия храма как доминанты является высокое озеленение с густой листвой.

В данном случае рекомендуется обрезка деревьев, либо их полное удаление.

При строительстве новых объектов в границах исторических сакральных сооружений возникает ряд нюансов. Необходимо сохранить элементы, формирующие облик храма. Это вызывается органичным соединением нового и старого, композиционной взаимосвязью. Легко представить, что проблемы взаимосвязей прошлого с новым сохранятся еще многие десятилетия. Но уменьшить их влияние в наших силах [3].

Литература

1. Вольская Л. Н. Архитектурно-градостроительная культура Сибири. Новосибирск, 2013, 195 с.
2. Манацкова О. А. Культурные сооружения в планировочной структуре современных крупных городов Западной Сибири // Известия вузов. Строительство. 2014. № 12. С. 61–66.
3. Манацкова О. А. Взаимосвязь сакральных сооружений Западной Сибири с окружающей застройкой // Известия вузов. Строительство. 2014. № 11. С. 71–76.
4. Хрюкина М. Т., Лызина А. Г. Ансамблевая эстетика православного храма: моногр. Пенза: ПГУАС, 2012. 306 с.
5. Пруцын О. И. Архитектурно-историческая среда. М.: Институт искусства реставрации, 2004. 440 с.

СЕКЦИЯ ТЕПЛОГАЗОСНАБЖЕНИЯ И ВЕНТИЛЯЦИИ

УДК 697.978

Анастасия Викторовна Иванова, канд. техн. наук,
доцент

Лидия Михайловна Баишева, ст. преподаватель
(Северо-Восточный федеральный университет
им. М. К. Аммосова)

*E-mail: ivanova_anastasiia@mail.ru,
lidiyabaisheva@mail.ru*

Anastasiia Viktorovna Ivanova, PhD of Tech. Sci.,
Associate Professor

Lidia Mikhailovna Baisheva, Senior Lecturer
(North-Eastern Federal
University)

*E-mail: ivanova_anastasiia@mail.ru,
lidiyabaisheva@mail.ru*

ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ РЕКУПЕРАЦИИ ВОЗДУХА ПУТЕМ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ СИСТЕМ ОХЛАЖДЕНИЯ МНОГОЛЕТНЕМЕРЗЛЫХ ГРУНТОВ ПОД ЗДАНИЯМИ

IMPROVEMENT OF AIR RECUPERATION EFFICIENCY USING COOLING SYSTEMS FOR MAINTAINING PERMAFROST SOILS BENEATH BUILDINGS

В данной работе рассматривается новый концептуально-методологический подход создания комплексной системы сохранения мерзлого грунта и бестопливного предварительного нагрева воздуха для приточных систем вентиляции. За счет разности температур грунта и наружного воздуха в зимний период, воздух для системы вентиляции, проходя через охладительные трубы, охлаждая грунт, по ходу движения нагревается.

Ключевые слова: многолетнемерзлые грунты, охлаждающая труба, охлаждающий эффект, рекуперационная система, бестопливный нагрев.

A new conceptual and methodological approach of creating an integrated system for maintaining frozen soil and fuel-free air pre-heating for supply ventilation systems is considered in the article. Due to the difference in temperatures of soil and outdoor air in winter, air for the ventilation system heats along the path, passing through cooling pipes, and cooling soil.

Keywords: permafrost soils, cooling pipe, cooling effect, recuperation system, fuel-free heating.

В настоящее время важной задачей является повышение качества микроклимата и энергетической эффективности здания. Микроклимат определяется следующими параметрами: температура воздуха, температура внутренних поверхностей, относительная влажность и качество воздуха. Все эти показатели являются частью энергии, которую потребляет системы отопления, вентиляции и кондиционирования воздуха.

Свежий воздух – это основа хорошего самочувствия и возможность соблюдения гигиенических требований к микроклимату в помещениях. И вентиляция является основным условием для создания комфортного микроклимата. Человек в условиях Крайнего Севера большую часть времени проводит в помещениях, так же определенные технические и производственные мероприятия имеют необходимость в обогреве помещения и требуемом воздухообмене. Достаточно большое количество энергии затрачивается на нагрев воздуха для систем вентиляции. Задачей для специалистов является обеспечение качества микроклимата при минимальном расходе энергии.

Основным решением снижения затрат энергии на вентиляцию предлагается использование утилизации теплоты удаляемого воздуха. Наиболее частое применение на практике нашли пластинчатые и роторные рекуператоры с противоточной схемой движения воздушных потоков. Из них пластинчатые рекуператоры имеют относительно простую конструкцию и низкую стоимость. Единственным препятствием к их широкому внедрению является опасность обмерзания, с той стороны, где выходит вытяжной воздух, на пластинах образуется наледь. Проблема объясняется просто: в результате того, что теплообменная пластина и вытяжной воздух имеют разные температуры, образуется конденсат, который, собственно, и превращается в наледь. Через замерзшие пластины воздух начинает проходить с огромным сопротивлением, и производительность вентиляции резко падает, а процесс рекуперации практически останавливается до момента полного оттаивания пластин. В регионах с мягким климатом устанавливаются в системах вентиляции с рекуперацией специальный клапан-байпас. Как только пластины покрываются слоем наледи, байпас открывается, и приточный воздух какое-то время идет в обход кассеты рекуператора, поступая в помещение практически без нагрева. При этом пластины рекуператора размораживаются за счет удаляемого вытяжного воздуха, а образовавшаяся вода собирается в дренажной ванне. Ванна соединена с дренажной системой, выходящей в канализацию, и весь конденсат сливается туда. Рекуператор снова начинает работать, а воздухообмен восстанавливается. В регионах с суровым климатом предусматривают предварительный подогрев наружного приточного воздуха до температуры, указанной в паспорте рекуператора или устанавливают отключаемый рекуператор при низких температурах наружного воздуха.

Возможным решением обледенения является применение грунтового теплообменника. Возможность нагрева воздуха до $-40...-35$ °С позволит повысить эффективность работы систем вентиляции в условиях низких температур [1].

В данной работе рассматривается инженерная расчетная модель трубопровода, проложенного на глубине 1,6 метра грунта, по которому протекает холодный наружный воздух. Исходными данными в тепловом расчете являются температура воздуха на входе в рассматриваемый объект, принимающей теплопотери грунта, теплопроводность грунта, температура окружающей среды, охлаждаемая трубопроводом. В качестве примера для расчетов были приняты температуры грунта в зависимости от глубины залегания и месяца года.

При расчетах тепловые потоки и термическое сопротивление определены с поверхности и через слой. В данном случае слоями являются стенка и массив грунта. Так как коэффициент теплоотдачи от теплоносителя к внутренней поверхности канала очень велик, то сопротивлением поверхности трубопровода и металлической стенки в расчетах можно не учитывать.

При прокладке трубопровода в грунте он представляет собой определенное термическое сопротивление. В массиве неограниченного пространства грунта действуют сосредоточенные линейные источники тепла. Согласно второму закону термодинамики, наиболее нагретое тело отдает свою тепловую энергию более холодному. В таком случае, холодный воздух, проходя через трубопровод, будет принимать тепловую энергию от грунтов, тем самым охлаждая до средней отрицательной температуры. Таким образом, трубопровод, проложенный в толще грунта, не будет отрицательно влиять на тепловой режим грунтов. В свою очередь, воздух, проходя в трубопроводе, нагреется от температуры t_1 до температуры t_2 , что является целью определения данной работы.

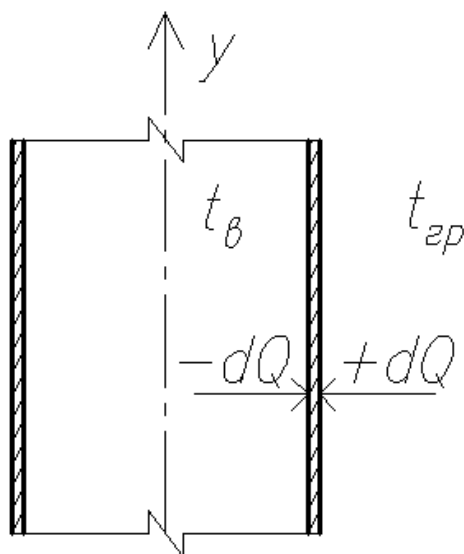


Рис. 1. Расчетная схема

В массиве грунта действуют сосредоточенные линейные положительные и отрицательные источники тепла.

Для расчета теплового режима грунта на рис. 1 представлена расчетная схема.

На основе известных зависимостей тепловой баланс с допустимыми упрощениями, имеет следующий вид:

$$\begin{cases} -dQ_B = L_B \rho_B c_B dt, \\ dQ_{гр} = k_{гр} \pi D (t_{гр} - t_B) dy. \end{cases} \quad (1)$$

где dQ_B – изменение отрицательного стока теплоты, Вт; $dQ_{гр}$ – изменение теплового потока от источника теплоты, Вт; L – расход воздуха, м³/ч; c_B , ρ_B – теплоемкость и плотность воздуха соответственно, кДж/(кг·К); $k_{гр}$ – линейный коэффициент теплопередачи от грунта воздуху, Вт/(м·К); $t_{гр}$, t_B – температура грунта и воздуха соответственно, °С.

На рис. 2 представлен график тепловых потоков между воздухом, протекающим в трубопроводе и окружающим его грунтом.

На графике видно, что отрицательные значения теплового потока определяют начало нагрева и остановки периода охлаждения грунта. Согласно полученным значениям определяем эксплуатационный период полезного охлаждения грунта и нагрева наружного воздуха, протекающего в трубопроводе.

После ряда преобразований формулы (1) получаем:

$$t_B'' = t_{гр} - (t_{гр} - t_B') \cdot e^{-\frac{k_{гр} \pi D y}{L_B \rho_B c_B}}. \quad (2)$$

Данное уравнение позволяет рассчитать температуру воздуха после прохождения через толщу грунта и в любом сечении трубопровода в зависимости от его длины.

На рис. 3 представлены значения изменения температуры наружного воздуха в зависимости от изменения температуры наружного воздуха и длины трубопровода. Для примера принята стальная труба диаметром 159×4,5.

В данной работе рассматривается расчет воздушно-воздушных рекуператоров для приточно-вытяжной системы вентиляции в условиях Севера с учетом температур на выходе из грунтового теплообменника [2].

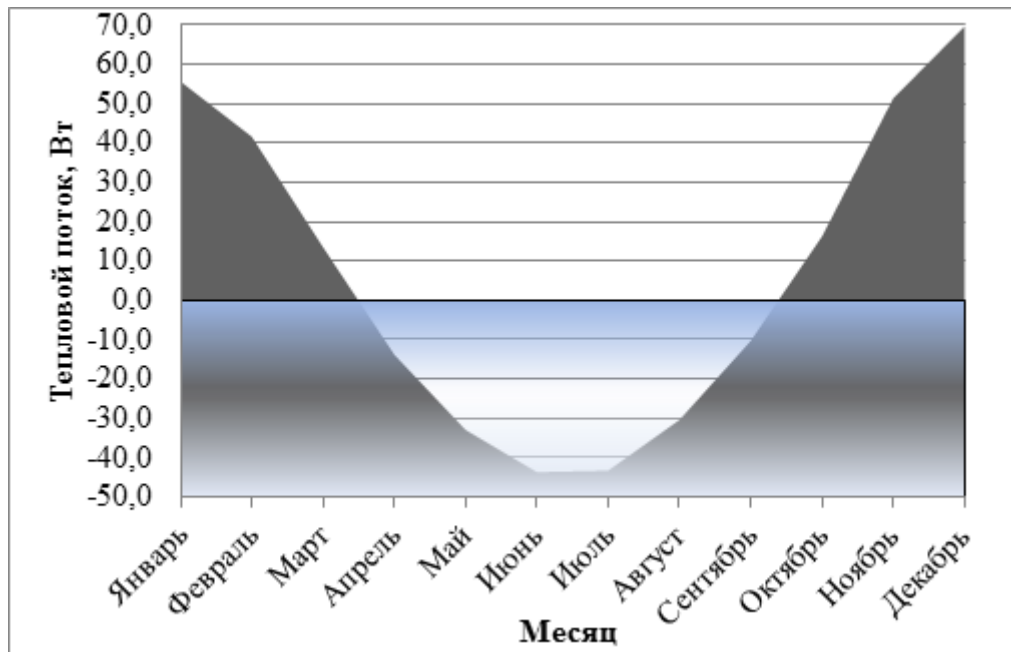


Рис. 2. Тепловые потоки от грунта воздуху

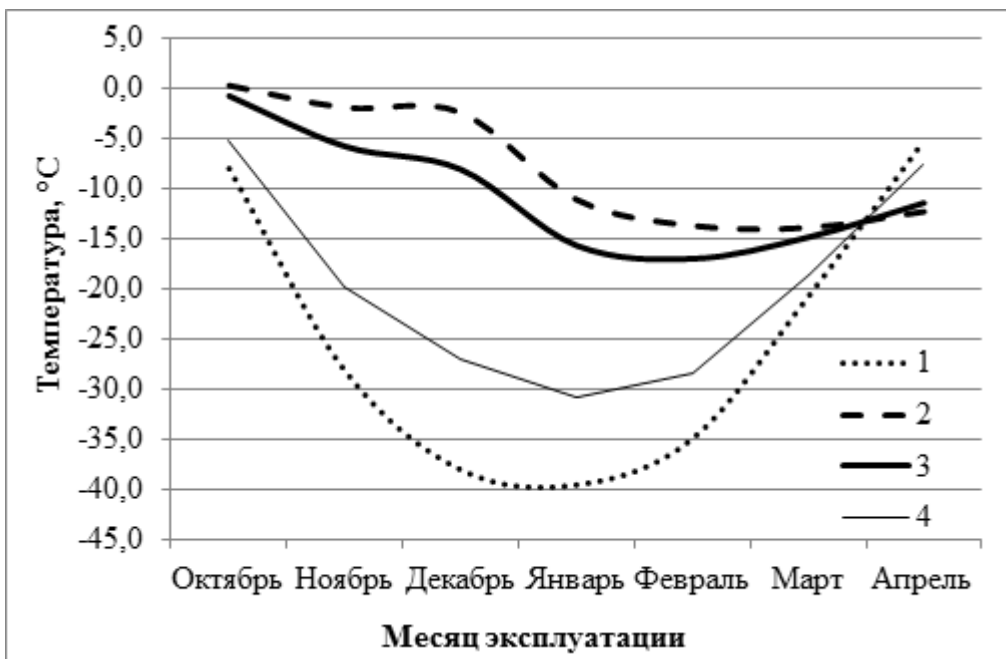


Рис. 3. Распределение температур в течение эксплуатационных месяцев:
 1 – температура наружного воздуха; 2 – температура грунта; 3 – температура воздуха при $l=100$ м; 4 – температура воздуха при $l=10$ м

На рис. 4 представлен график изменения температуры приточного воздуха после рекуператора относительно среднемесячной температуры наружного воздуха в течение отопительного периода с учетом предварительного нагрева наружного воздуха в грунтовых трубах.

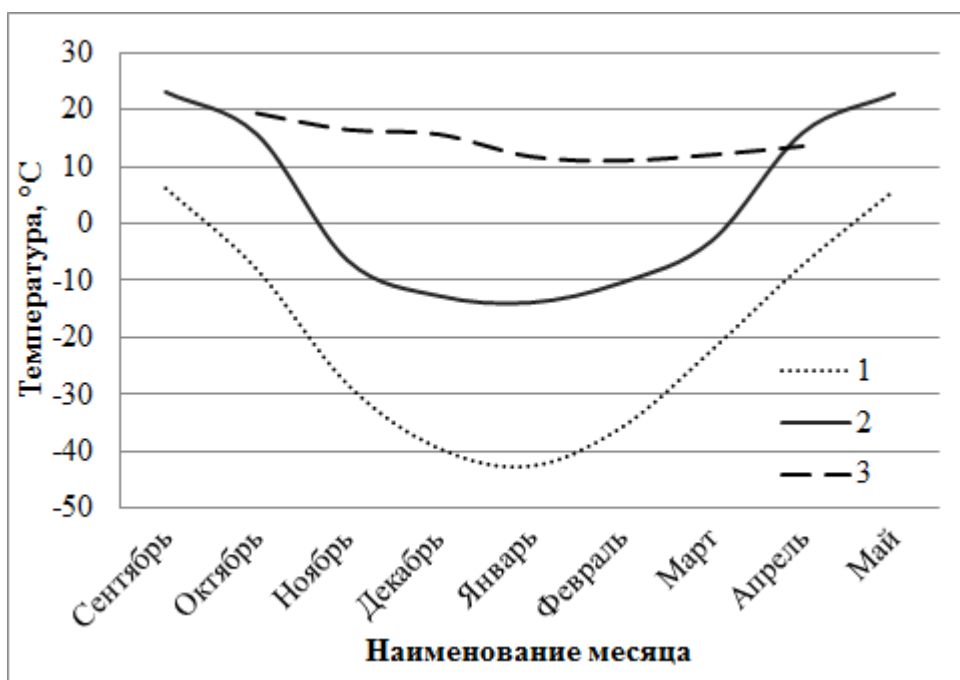


Рис. 4. Распределение температуры приточного воздуха после рекуператора:
 1 – среднемесячная температура наружного воздуха; 2 – температура приточного воздуха; 3 – температура приточного воздуха с учетом предварительного нагрева в грунте

На графике наглядно представлено, что температура приточного воздуха после рекуператора с учетом температуры воздуха после прохождения через толщу грунта в среднем на 20 °C повышает эффективность работы рекуперационной системы. При использовании охлаждающих труб в схеме подготовки приточного воздуха отсутствует необходимость в предварительном подогреве до рекуперационной установки, что несет большие тепловые затраты и усложняет схему системы теплоснабжения здания. При расчете предлагаемой схемы следует четко ограничивать эксплуатационный период труб в грунте, который не будет нарушать основного назначения охлаждения и сохранения мерзлого грунта. Из графиков видно, что систему охлаждения можно запустить с начала октября и до середины марта.

На основе опытных и экспериментальных исследований определено, что при достижении температуры наружного воздуха $-40\text{ }^{\circ}\text{C}$ физические и механические процессы воздуха и материалов изменяются, повышается вероятность аварийных остановок и выхода из строя оборудования. При температуре наружного воздуха от $-35\text{ }^{\circ}\text{C}$ и выше повышается эффективность и работоспособность систем и соответствующих установок. Повышение температуры наружного воздуха в эксплуатационный момент отопительного периода в условиях Крайнего Севера бестопливным способом (порядка на 5–10 °C) значительно экономит затраты на тепловую энергию и повышает надежность и эффективность эксплуатации систем и устройств.

Литература

1. Иванов В. Н., Иванова А. В., Баишева Л. М. Повышение эксплуатационной эффективности работы систем рекуперации в условиях Крайнего Севера // Промышленное и гражданское строительство. 2016. № 8. С. 75–80.
2. Богословский В. Н., Кокорин О. Я., Петров Л. В. Кондиционирование воздуха и холодоснабжение: учебник для вузов / под ред. В. Н. Богословского. М.: Интеграл, 2014. 367 с.

УДК 697.112

Георгий Анатольевич Рябев, аспирант
(Санкт-Петербургский государственный
архитектурно-строительный университет)
E-mail: yageorgy@gmail.com

Georgij Anatol'evich Ryabev, post-graduate student
(Saint Petersburg State University
of Architecture and Civil Engineering)
E-mail: yageorgy@gmail.com

МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ТЕПЛООБМЕНА ЧЕРЕЗ НАРУЖНЫЕ СТРОИТЕЛЬНЫЕ КОНСТРУКЦИИ

MATHEMATICAL MODELING OF HEAT TRANSFER THROUGH EXTERIOR BUILDING STRUCTURES

В настоящее время при исследовании тепло-газодинамических процессов одним из основных этапов является математическое моделирование, позволяющее получить достаточно подробные данные о распределении изучаемых параметров. Состояние микроклимата в рабочей зоне помещений существенно зависит от особенностей теплообмена через наружные ограждающие конструкции, в частности через утепленные и неутепленные полы на грунте. В данной работе представлены результаты численного моделирования процессов теплообмена в производственном помещении с источниками тепловыделений при наличии неутепленного и утепленного пола с использованием программного продукта *STAR-CD*.

Ключевые слова: микроклимат, источник тепловыделений, теплообмен, утепленные и неутепленные полы, математическое моделирование, модель турбулентности.

At the present time, mathematical modeling is one of the main stages in studies of thermal and hydro-gas-dynamic processes, allowing obtaining enough data on distribution of the studied parameters. Microclimate in working areas essentially depends on specifics of heat transfer through exterior enclosing structures, in particular, through insulated and non-insulated floors on soil. In this article, results of numerical modeling of heat and air transfer in a production area with heat sources in the presence of insulated and non-insulated floors, obtained using *STAR-CD* software, are presented.

Keywords: microclimate, heat source, heat transfer, insulated and non-insulated floors, mathematical modeling, turbulence model.

Математическому моделированию процессов теплообмена в помещениях различного назначения посвящено значительное количество работ, в частности [1; 2]. В данных работах выполнен анализ влияния различных факторов на состояние микроклимата помещений, среди которых наиболее важными, учитывая географические особенности нашей страны, являются климатические характеристики местности и теплотехнические показатели наружных ограждающих конструкций. В зависимости от назначения помещений, нормируемые параметры воздушной среды определяются согласно требованиям нормативных документов [3; 4], для обеспечения которых в холодный период года проектируются системы отопления [5]. Отопительные нагрузки определяются на основе трансмиссионных потерь теплоты.

Несмотря на то что потери теплоты через пол в суммарной отопительной нагрузке составляют порядка 20 %, их влияние на формирование параметров микроклимата в рабочей зоне весьма значительно. Это обусловлено, в первую очередь, существенным влиянием температуры поверхности пола на циркуляцию потоков воздуха в помещении и на тепловое состояние воздушной среды в рабочей зоне практически любых помещений.

В практике инженерного проектирования систем отопления для расчета трансмиссионных потерь теплоты через пол на грунте используется метод зонирования [5]. Учитывая, что данный метод не позволяет получить поля температуры в конструкции пола и окружающего воздуха, и принимая во внимание возможности современных вычислительных комплексов, в данной работе предпринята попытка использования программного комплекса *STAR-CD* для расчета температурных полей как в конструкции пола, так и окружающего воздуха. В качестве модели турбулентности принята турбулентность *k-ε* (модификация *Kato Launder*), одна из наиболее распространенных моделей. Верификация этой модели при изучении теплообменных процессов в помещениях выполнена в работе [6].

В основе математического моделирования турбулентных потоков воздуха в помещении, как известно, лежит численное решение системы основных дифференциальных

уравнений сохранения импульса в форме Навье – Стокса, неразрывности и энергии. При наличии в помещениях источников теплоты вышеуказанная система дифференциальных уравнений имеет следующий вид:

$$\begin{aligned} \frac{\partial \bar{u}_j}{\partial x_j} &= 0, \\ \frac{\partial \bar{u}_i}{\partial t} + \frac{\partial \overline{u_j u_i}}{\partial x_j} &= -\frac{1}{\rho} \frac{\partial \bar{P}}{\partial x_j} + \frac{\partial}{\partial x_j} \left(\nu \frac{\partial \bar{u}_i}{\partial x_j} \right) + g\beta(T - T_0) + \frac{\partial}{\partial x_j} \left(-\overline{u_i' u_j'} \right), \\ \frac{\partial \bar{T}}{\partial t} + \frac{\partial \overline{u_j T}}{\partial x_j} &= \frac{\partial}{\partial x_j} \left(\frac{\lambda}{\rho c_p} \frac{\partial \bar{T}}{\partial x_j} \right) + \frac{\partial}{\partial x_j} \left(-\overline{T' u_j'} \right) \end{aligned} \quad (1)$$

где t – время; ρ – плотность воздуха; \bar{u}_j – компоненты вектора осредненной скорости движения воздуха по осям координат; ν – коэффициент кинематической вязкости воздуха; $(T - T_0)$ – отклонение фактической температуры от фиксированной средней; $\beta = T^{-1}$ – коэффициент теплового расширения воздуха; \bar{P}, \bar{T} – осредненные давление и температура; $\overline{u_i' u_j'} = \frac{\tau_{ij}}{\rho}$; τ_{ij} – турбулентные напряжения Рейнольдса; $\rho c_p \overline{u_j' T'}$ – дополнительный тепловой поток; u_i', u_j', T' – локальные пульсации скорости и температуры воздушного потока.

В процессе дискретизации использован метод конечных объемов на неортогональной структурированной несмещенной сетке, которая сгущается в окрестностях твердых поверхностей с использованием закона гиперболического тангенса или так называемого Алгоритма Винокура (*Marceel Vinokur*). Для аппроксимации членов уравнений системы (1), описывающих перенос теплоты конвекцией, применена противопоточная схема первого порядка точности. Коррекция давления выполнена с использованием алгоритма *SIMPLEC*. Заданы следующие граничные условия:

- условия «прилипания» для скоростей движения воздуха на твердых стенках;
- плотности теплового потока на поверхностях источников теплоты и наружных ограждающих конструкций;
- средняя температура грунта +5 °С;
- температура и скорость движения воздуха в приточных отверстиях.

Неутепленный пол состоит из слоя бетона толщиной 150 мм. Утепленный пол – также из слоя бетона толщиной 150 мм и теплоизоляционного слоя толщиной 150 мм с коэффициентом теплопроводности 0,07 Вт/(м·К). На рис. 1 представлены поля температуры в конструкции неутепленного пола в горизонтальных плоскостях на отметке –0,001 м (а) и воздуха на отметке +0,020 м (б), а также утепленного пола, соответственно, в тех же плоскостях.

Сечения $X = 0$ м и $X = 15$ м соответствуют внутренней поверхности наружных стен. Сплошными прямыми линиями на рис. 1(а) и 1(б) выделены зоны под нагретым технологическим оборудованием, а также под приточными устройствами. Результаты численного моделирования показывают, что на глубине 0,001 м в конструкции неутепленного пола имеет место достаточно равномерное температурное поле. При этом температура в данной плоскости соответствует заданной температуре грунта порядка 5–6 °С, только вблизи наружных стен снижается до 0 °С. При рассмотрении полей температуры воздуха вблизи внутренней поверхности неутепленного пола, в частности, на уровне +0,020 м наблюдается неравномерность в распределении температуры. Температурный диапазон воздуха вследствие особенностей расстановки нагретого технологического оборудования составляет ± 20 °С. Несмотря на применение струйной тепловой защиты, средняя темпера-

тура воздуха на этом уровне существенно ниже нормируемой. При использовании для помещения утепленного пола диапазон температуры поверхности пола и окружающего воздуха в непосредственной близости составляет 6 ± 22 °С, что соответствует требованиям нормативных документов [4].

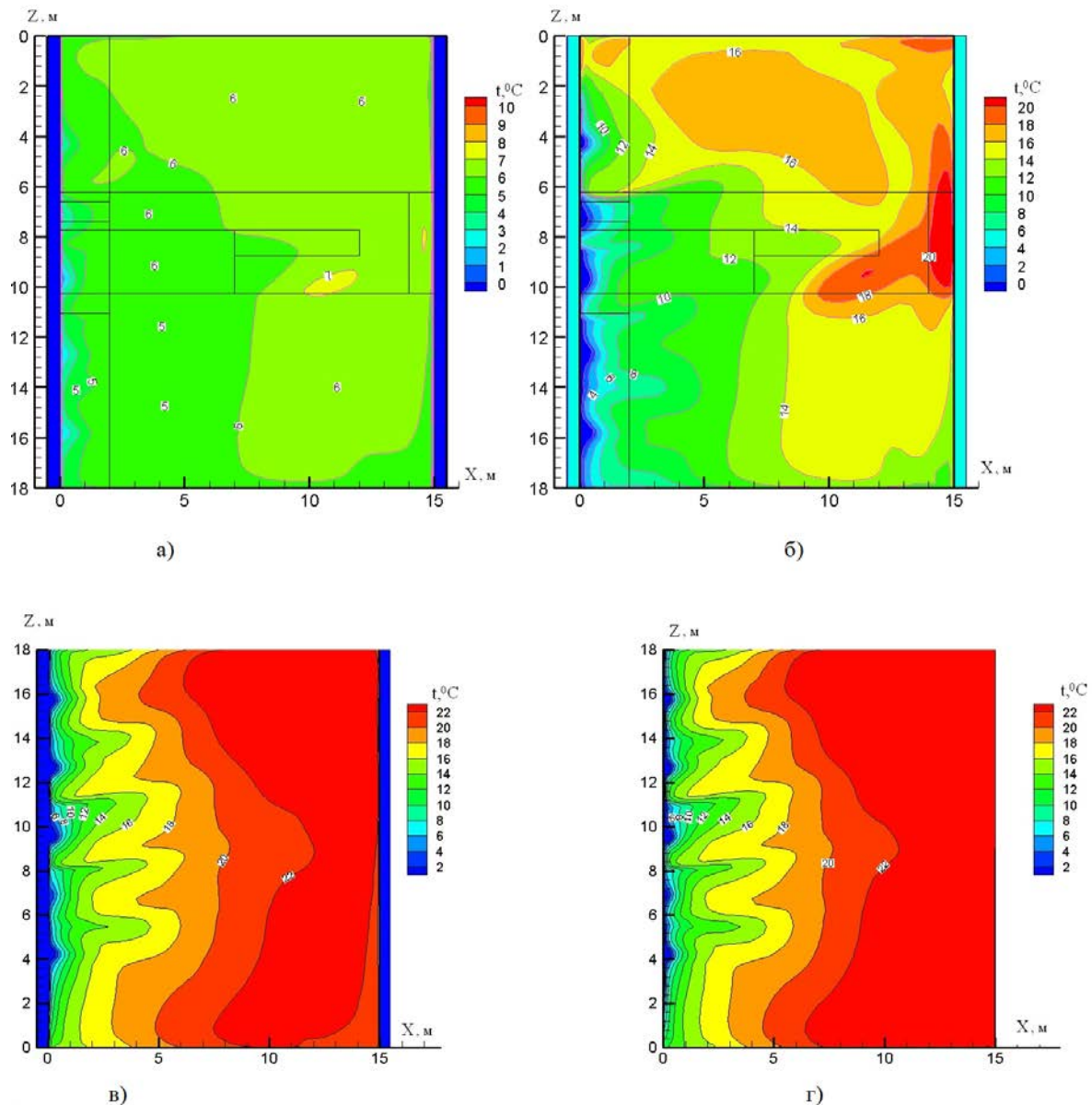


Рис. 1. Распределение температуры в конструкции неутепленного пола на отметке $(-0,001)$ м (а) и воздуха на отметке $+0,020$ м (б) и утепленного пола на отметке $-0,001$ м (в) и воздуха на отметке $+0,020$ м (г)

На рис. 2 приведены данные о распределении температуры пола и воздуха по оси Y в точках с координатами $X = 3,0$ м, $Z = 3,0$ м и $X = 13,0$ м, $Z = 3,0$ м для неутепленного пола (а, б) и утепленного пола (в, г). Результаты исследований для неутепленного пола отражают идентичность изменения температуры, при этом наиболее интенсивное изменение температуры происходит на границе твердая поверхность – воздух. Причем вблизи наружной стены с координатой $X=0$ градиент температуры меньше, чем у противоположной стены. Это можно объяснить тем, что наружная стена с координатой $X = 0$ имеет более значительные потери теплоты из-за наличия ворот и технологических проемов. Наличие нагретых поверхностей технологического оборудования обуславливает более значительный градиент температуры в непосредственной близости от неутепленного пола.

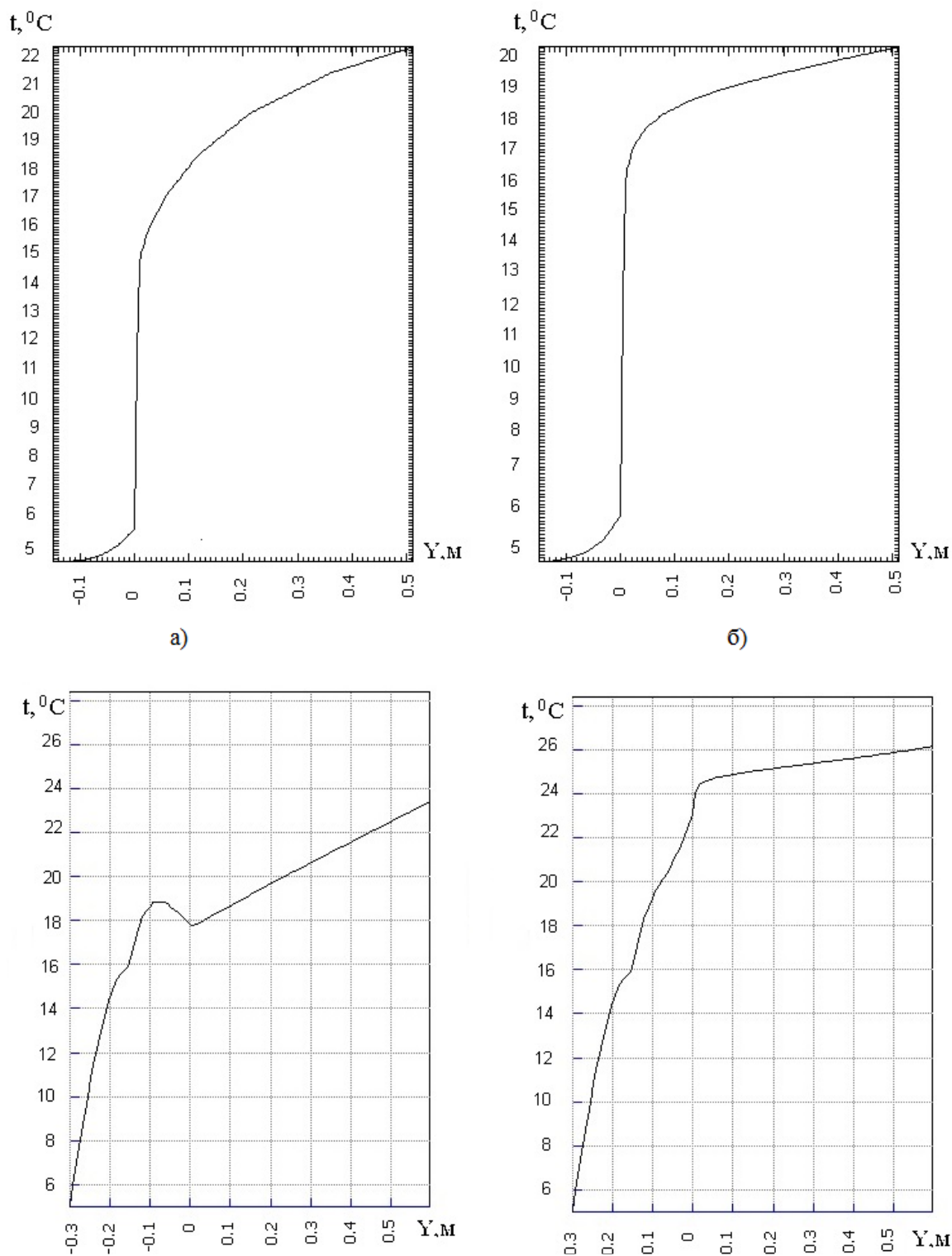


Рис. 2. Распределение температуры для неутепленного пола в точке с координатами $X=3,0$ м, $Z=3,0$ м (а) и $X=13,0$ м, $Z=3,0$ м (б) и утепленного пола в точке с координатами $X=3,0$ м, $Z=3,0$ м (в) и $X=13,0$ м, $Z=3,0$ м (г)

Распределение температуры пола и воздуха по оси Y в точках с координатами $X = 3,0$ м, $Z = 3,0$ м и $X = 13,0$ м, $Z = 3,0$ м для утепленного пола (в, г) показывает, что благодаря теплоизоляционным свойствам утеплителя практически отсутствует резкое изменение температуры на границе твердая поверхность – воздух, уменьшается градиент температуры по высоте ограждающей конструкции и прилегающего слоя воздуха. Имеет ме-

сто практически линейная зависимость изменения температуры воздуха по высоте помещения от уровня пола (отметка 0,000 м) до отметки 0,500 м. На рисунке (в) в окрестностях уровня (-0,100 м) имеет место «излом» кривой изменения температуры по высоте рассматриваемого диапазона. Это связано с влиянием конвективного теплообмена за счет воздушных потоков через отверстия дверных проемов. Достаточно высокая температура воздуха (22÷24 °С) на отметке 0,500 м вблизи ворот формируется за счет работы системы струйной защиты [7]. При этом градиент температуры достигает 9 °С/м. В точке с координатами X = 13,0 м, Z = 3,0 м.

Заключение

Результаты численного моделирования процессов теплообмена в помещении с источниками тепловыделений при наличии неутепленного и утепленного пола показывают, что использование программных комплексов позволяет оценить влияние теплоотдающих поверхностей и пространственного распределения температуры воздуха в помещении на процессы теплообмена.

Литература

1. Гримитлин А. М., Дацок Т. А., Денисихина Д. М. Математическое моделирование в проектировании систем вентиляции и кондиционирования. СПб.: АВОК Северо-Запад, 2013. 192 с.
2. Васильев В. Ф., Уляшева В. М., Канев М. А., Рябев Г. А. К вопросу применения моделей турбулентности при численном моделировании процессов тепло-, воздухо-и массообмена // Сантехника, Отопление, Кондиционирование. 2016. № 12. С. 68–71.
3. СП 60.13330.2012. Актуализированная редакция СНиП 41-01-2003. Отопление, вентиляция и кондиционирование. Введ. 2013–01–01. М.: Минрегион России, 2013. 81 с.
4. СанПиН 2.2.4.548–96. Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений: Санитарные правила и нормы. Введ. 1996–10–01. М.: Информационно-издательский центр Минздрава России, 1997. 20 с.
5. СП 23-101-2004. Проектирование тепловой защиты. Введ. 2004–06–01. М.: Минрегион России, 2004. 141 с.
6. Позин Г. М., Уляшева В. М., Киборт И. Д. К вопросу применения моделей турбулентности при численном моделировании вентиляционных процессов // Известия ВУЗов. Строительство. 2013. № 10. С. 49–56.
7. Позин Г. М., Уляшева В. М. Численное моделирование тепловоздушных процессов в помещениях с источниками теплоты // Вестник гражданских инженеров. 2009. № 1(22). С. 147–151.

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 Military Sci.,
Associate Professor
(Saint Petersburg State University
of Architecture and Civil Engineering)
E-mail: vgeorgiadi@yandex..ru

ЭКСПЛУАТАЦИЯ МКД И ПОЖАРНАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ

APARTMENT BUILDING MANAGEMENT AND FIRE SAFETY

...И беречь от огня богатства государства Российского...
Петр I

В статье рассматривается состояние пожарной безопасности многоквартирных домов как следствие многолетней эксплуатации на примере двух зданий. Одно построено по проекту 137 серии, второе построено по индивидуальному проекту. Модели эксплуатации зданий разные. В одном случае эксплуатирует управляющая компания, во втором случае товарищество собственников жилья. Министерство строительства РФ определило две основные задачи эксплуатации жилого фонда: обеспечение качества жилищного фонда,

обеспечение качества услуг ЖКХ. Среди подзадач следует отметить «создание алгоритма контроля работы управляющих компаний со стороны собственников». Отмечены противоречия между представителями казенного имущества города, управляющими компаниями и собственниками помещений в здании. На примере перепланировки «теплого чердака» и прокладки кабельной трассы показаны нарушения требований пожарной безопасности. Как пример, дана информация о пожаре в лифтовом холле. Показано несоответствие техническим регламентам и сводам правил в области пожарной безопасности.

Ключевые слова: пожарная безопасность, управляющая компания, перепланировка, пожар, кабельная трасса, теплый чердак.

Apartment building fire safety performance after long-term operation is considered in the article through the example of two buildings. One of the buildings is of standard 137 series, and another was constructed according to an individual design. The buildings have different management models. One of the buildings is operated by a management company, and another is run by a homeowner association. The Ministry of Construction of the Russian Federation defined two main tasks of housing management: ensuring housing quality and quality of housing and communal services. "Development of an algorithm for control over activities of management companies on the part of homeowners" should be noted among subtasks. Conflicts between representatives of the city government property management, management companies and homeowners are described. Violations of fire safety requirements are shown through the example of alterations to a "warm attic" and laying of a cable route. As an example, information on a fire in the elevator lobby is reported. Non-compliance with technical regulations and rules in the field of fire safety is demonstrated.

Keywords: fire safety, management company, alterations, fire, cable route, warm attic.

Техническим регламентом о безопасности зданий и сооружений определен жизненный цикл зданий и сооружений, начинающийся с проектно-изыскательских работ и заканчивающийся сносом и утилизацией. Отсюда проектирование зданий и сооружений, строительство и эксплуатация логически воспринимается как одно целое. Практика показывает разрыв между всеми этапами в вопросах обеспечения пожарной безопасности.

Реорганизация, произошедшая в сфере ЖКХ (жилищно-коммунального хозяйства), начатая с момента распада СССР, привела к созданию института собственников и целой отрасли управляющих и обслуживающих компаний.

Стереотип, сложившийся во властных структурах и у основной части собственников жилых и нежилых помещений, позволят первым думать, что сохранилась старая система управления ЖКХ и они могут принимать решения, не принимая во внимание мнение и проблемы собственников, а у части вторых, что они управляются государственными компаниями и государство за все в ответе. Ярким примером является попытка бывшего вице-губернатора Петербурга Василия Кичеджи вернуться к советской модели и создать единую унитарную управляющую компанию в сфере ЖКХ. Хотя его, да и мои, исторические предки говорили «в одну воду нельзя войти дважды». Обе стороны ждет разочарование.

Минстрой РФ определил две основные задачи в вопросах эксплуатации: обеспечение качества жилищного фонда и качества услуг ЖКХ.

Среди подзадач следует отметить «создание алгоритма контроля работы управляющих компаний со стороны собственников». Вот в этом пункте столкнулись противоречивые взгляды управляющих компаний, ГУЖА и собственников. И почему не обслуживающие компании, а именно управляющие.

Из 36 созданных в 2004 г. жилкомсервисов как казенной собственности Петербурга, в форме ОАО вместо советских жилищно-эксплуатационных контор, после продажи городом части акций в казенной собственности остались два ЖКС и один из них в состоянии банкротства. Бывшие ОАО преобразовали в ООО, с вывесками «Жилкомсервис ... района». По форме собственности они являются ООО с формальным уставным капиталом 100 000 рублей, который не может обеспечить риски, связанные с управляемой ими собственностью. Многомиллионные долги бывших ОАО сами по себе предсказывают исход этой модели. Название этих управляющих компаний (УК) вводит в заблуждение как жителей, так и властные структуры, да и самих владельцев акций «Жилкомсервис ... района».

ООО хотят заработать, упрощая свои задачи для повышения прибыли, и это естественно. Собственники же хотят, чтобы за их деньги качественно, профессионально грамотно выполнялись работы [1; 2].

Городские власти, создав ГУЖА для осуществления технического надзора за проведением ремонтных и строительных работ общего имущества собственников помещений (распоряжение КУГИ от 01.06.2011 № 74-р), защитили свои интересы только в части казенного имущества на территории их ответственности.

Что же происходит в результате этого конфликта интересов. ГУЖА и созданные в 2004 г. ЖКСы практически входят в единую структуру, но первые должны контролировать работу УК. Последние умудрились иметь миллионные задолженности и «пытаются» гасить их за счет различных ухищрений, вызывающих неприятие у собственников, но не всегда у представителя города по казенному имуществу, который «входит» в положение «бедной» управляющей компании.

Понятие «содержание общего имущества многоквартирного дома» включает в себя меры пожарной безопасности в соответствии с законодательством РФ [2, п. 11.е].

Рассмотрим, что показывает практика на примере двух зданий. Одно построено в СССР в 1987 г. и управляется ЖКС, другое в РФ и с самого начала управление осуществляется ЖКС.

Дома по адресам: ул. Вербная, 10–12, построен по индивидуальному проекту, и проспект Королева, 27, корп. 1, 137 серия. Как же эксплуатируются эти дома и как обеспечивается их пожарная безопасность. Оба дома имеют встроенные нежилые помещения: магазины, почту.

Классическим примером практики эксплуатации помещений является дом 10–12 по улице Вербной Приморского района (рис. 1). Часть крыш стали террасами и помещениями наиболее предприимчивых жителей данного дома. Общее собрание собственников решение не принимало. Формально заявляется, что все данные надстройки сделаны с разрешения МВК ГУЖА Приморского района, хотя руководство МВК точно помнит об одном разрешении, с оговоркой, что оно не распространяется на часть крыши, свободной от надстройки.

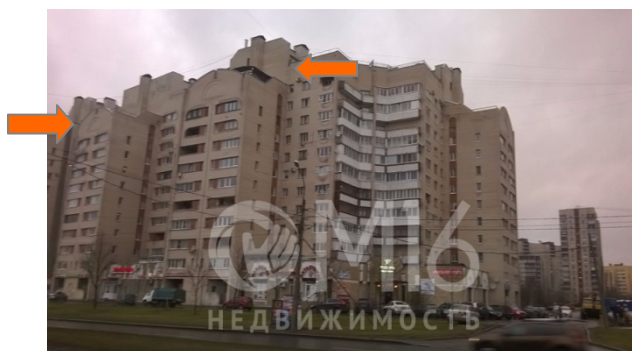


Рис. 1. Дом по ул. Вербной, 10–12. Стрелками показаны надстройки на крыше дома с террасами

В здании проектной документацией предусмотрены и выполнены «теплые чердаки». Попасть в теплый чердак можно из самовольно выгороженных помещений, чердак используется как часть квартирного помещения.

Объем теплого чердака сообщается с квартирами через обустроенные жильцами двери, служит местом хранения и выполнения различных работ. Сообщать жилые помещения с теплым чердаком запрещено. Ко всему, двери не имеют сертификатов по пределу огнестойкости EI 45. Развитие ситуации привело к тому, что часть теплых чердаков выгорожено, опять же не строительными конструкциями, с пределом огнестойкости EI 150, и в них живут жильцы прилегающих квартир. Тем самым нарушена вентиляция расположенных ниже помещений зданий, нарушены требования СП 7.13330.2013 [3].

При пожаре, риски гибели жителей дома резко повышаются. В этом примере имеет место невыполнение требований ст. 12 и ст. 26 ЖК РФ управляющим ТСЖ. Перепланировка и переустройство осуществляется только в пределах помещения согласно

техническому паспорту, а отчуждение части общедомовой собственности только на основании решения общего собрания собственников. Решения нет, но риски несут все собственники помещений, расположенных в данном доме.

Для устранения причин собственникам необходимо обращаться в Государственную жилищную инспекцию Санкт-Петербурга, которая должна попасть, через приплюсованную часть общедомового имущества, к квартире, в теплый чердак, зафиксировать факт, дать предписание на устранение.

Согласно Правилам [1], предусмотрены работы для управляющей компании, выполняемые в части проверки утепления теплых чердаков, плотности закрытия входов на них. Следует отметить, что исключать данную проверку при проведении открытых конкурсов по выбору УК из перечня услуг, выносимых на конкурс, нельзя.

При выявлении повреждений и нарушений предусмотрены разработка плана восстановительных работ (при необходимости) и проведение восстановительных работ.

Другим примером взаимодействия ГУЖА, согласно утвержденному уставу, и ООО «ЖКС № 4 Приморского района», которая обслуживает 121 здание в Приморском районе г. Санкт-Петербурга общей площадью жилых помещений 1 085 112,50 кв. м, по состоянию на 01.12.2016, в том числе здание по пр. Королева 27, корпус 1.

В списке осуществляемых работ ЖКС, для достижения целей деятельности, меры пожарной безопасности в соответствии с законодательством Российской Федерации о пожарной безопасности не указаны. В тоже время Правила содержания общего имущества в многоквартирном доме требуют исполнять требования законодательства РФ в состоянии, обеспечивающем:

- а) соблюдение характеристик надежности и безопасности многоквартирного дома;
- б) безопасность для жизни и здоровья граждан, сохранность имущества физических или юридических лиц, государственного, муниципального и иного имущества;
- в) доступность пользования жилыми и (или) нежилыми помещениями, помещениями общего пользования, а также земельным участком, на котором расположен многоквартирный дом, в том числе для инвалидов и иных маломобильных групп населения.

УК ссылается на то, что они эксплуатируют дом по проектной документации, не отступая от нее, чем объясняют несоответствие с ФЗ-123. При проектировании дома действовал СНиП II-2-80 «Противопожарные нормы проектирования зданий и сооружений», а к моменту строительства, с 01.01.1987, действовал СНиП 2.01.02-85* «Противопожарные нормы».

Эвакуация производилась через лестницы типа Н1. Противопожарные двери 2 типа EI 36 (0,6 часа, СНиП 2.01.02-85) применялись при заполнении проемов в противопожарных стенах второго типа, в местах проходов из коридоров на лестницы и чердаки. В настоящее время требование к дверям 2 типа – EI 30. На март 2017 г., как результат эксплуатации, с учетом того, что с 2009 г. действует ФЗ-123. Двери выслужили свой срок, но два года назад были «отремонтированы», «имеют глухие притворы», самозакрываются (частично) (рис. 2).



Рис. 2. Состояние противопожарных дверей 2 типа на 24.03.2017 г.
Слева направо: «обеспечение глухого притвора», входы на лестницу Н1 и на чердак

Во всех жилых зданиях достаточно много фирм, которые предоставляют услуги по интернету, телефонии и кабельному телевидению. Вертикальные кабельные каналы перенасыщены проводами, так как в момент проектирования об этом и не могли задумываться. УК разрешила компании осуществить трассировку кабелей в лифтовых холлах в трубах ПХВ (Г1, $t_{гор}=388\text{ }^{\circ}\text{C}$) с 1 этажа и до чердака во всех подъездах (рис. 4) эксплуатируемых домов. Статья 82 п. 7 требует: вертикальные каналы для прокладки электрокабелей и проводов в зданиях должны иметь защиту от распространения пожара [4]. В местах прохождения кабельных каналов, кабелей и проводов через строительные конструкции следует предусматривать кабельные проходки с пределом огнестойкости не ниже предела огнестойкости этих конструкций, узлы пересечения сертифицируются по ГОСТ Р 53306 [5]. Ни один из проходов через перекрытия не имеет противопожарных муфт, не говоря о том, что в результате перекрытия в лифтовых холлах потеряли целостность (Е) за счет устройства сквозных отверстий (рис. 3).



Рис. 3. Трассировка кабелей ТВ, интернета и телефонии в лифтовых холлах

21 марта 2017 г. житель квартиры, проживающий по договору социального найма с ГУЖА, на 11 этаже первого подъезда вытащил в лифтовой холл мебель и поджег ее, перекрыв пути эвакуации с 11 этажа. МЧС вызвала жительница с 10 этажа, через перекрытие пошел дым. Только быстрые и своевременные действия сотрудников МЧС предотвратили гибель жильцов с 11 по 16 этаж от опасных факторов пожара – повышенной концентрации токсичных продуктов горения и термического разложения. Расследованием МЧС подтвержден факт поджога.

Доступностью чердаков и подвалов, да и самих подъездов, неопределенным лицам с ключами, разносящим рекламу по этажам, картошку, представителям компаний, предоставляющих услуги интернета, кабельного телевидения, индивидуальных сантехников, лицам БОМЖ и др. усугубляет противопожарную обстановку (рис. 4).



Рис. 4. Состояние проводки на техническом этаже. В центре разделанный кабель Ростелекома. Справа ввод кабеля 380 вольт

В данном здании в новогодние праздники было украдено 40 метров кабеля Ростелекома и, менее чем через 2 месяца, уже 100 метров кабеля Ростелекома на техническом этаже. Состояние этажа, кабельные трассы явно не обеспечивают пожарную безопасность здания. Причины доступности – бесконтрольная выдача ключей, отсутствие

контроля за производимыми работами и проектные решения по организации доступа в чердачные помещения.

Выводы

1. Эксплуатирующие жилые дома организации не выполняют требования п. 4.6. СП 2.13130 [6].

2. Целесообразно разработать в Санкт-Петербурге дорожную карту по приведению жилых домов в соответствие с требованиями проектной документации и Технического регламента с участием представителей собственников, привлечь к работе СПбГАСУ и СПбУ ГПС МЧС России.

Литература

1. О минимальном перечне услуг и работ, необходимых для обеспечения надлежащего содержания общего имущества в многоквартирном доме, и порядке их оказания и выполнения: постановление Правительства РФ от 03.04.2013 № 290 (ред. от 27.02.2017). URL: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_144804/92d969e26a4326c5d02fa79b8f9cf4994ee5633b/ (дата обращения: 15.03.2017).

2. Об утверждении Правил содержания общего имущества в многоквартирном доме и Правил изменения размера платы за содержание и ремонт жилого помещения в случае оказания услуг и выполнения работ по управлению, содержанию и ремонту общего имущества в многоквартирном доме ненадлежащего качества и (или) с перерывами, превышающими установленную продолжительность: постановление Правительства РФ от 13.08.2006 № 491. URL: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_62293/ (дата обращения: 15.03.2017).

3. СП 7.13130.2013. Свод правил отопление, вентиляция и кондиционирование требования пожарной безопасности. М., 2013. 25 с. URL: <http://mercorproof.ru/wp-content/uploads/2014/05/SP-7.13130.2013-Отопление-ventilyatsiya-i-konditsionirovanie.pdf> (дата обращения: 15.03.2017).

4. Технический регламент о требованиях пожарной безопасности: Федеральный закон от 22.07.2008 № 123-ФЗ: принят Государственной Думой Федерального Собрания РФ 04.07.2008; одобрен Советом Федерации Федерального Собрания РФ 11.07.2008. URL: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_78699/ (дата обращения: 15.03.2017).

5. ГОСТ Р 53306-2009. Узлы пересечения ограждающих строительных конструкций трубопроводами из полимерных материалов. М., 2009. 6 с. URL: <http://www.internet-law.ru/gosts/gost/48129/> (дата обращения: 15.03.2017).

6. СП 2.13130.2012. Системы противопожарной защиты обеспечение огнестойкости объектов защиты. М., 2012. 39 с. URL: <http://www.isconspb.ru/img/g17.pdf> (дата обращения: 15.03.2017).

УДК 004.056.53

Галина Евгеньевна Нам, аспирант,
ассистент
(Санкт-Петербургский государственный
архитектурно-строительный университет)
E-mail: yamibum@gmail.com

Galina Evgenievna Nam, post-graduate student,
Teaching Assistant
(Saint Petersburg State University
of Architecture and Civil Engineering)
E-mail: yamibum@gmail.com

ТЕХНИЧЕСКИЕ СРЕДСТВА ПОИСКА КАНАЛОВ УТЕЧКИ ИНФОРМАЦИИ

TOOLS FOR DETERMINING INFORMATION LEAKAGE CHANNELS

В данной статье рассмотрены основные технические средства для обнаружения механизмов утечки информации по техническим каналам из-за побочных электромагнитных излучений, различных наводок и закладок при работе с использованием электро-вычислительной техники, при передаче по радио и оптическим каналам связи, каналам утечки акустической (речевой) и вибрационной информации, а также с использованием ограждающих конструкций и инженерных сетей. Приведены основные виды работ по обнаружению средств несанкционированного получения информации, классификация каналов утечки информации, а также средства для предотвращения утечки информации по каждому из возможных технических каналов негласного съема данных.

Ключевые слова: системы защиты информации, технические каналы утечки информации, наводки, закладные устройства, проводные линии, многофункциональные поисковые приборы, телефонный канал передачи информации, шум, вибрация.

In this article, basic tools for determining mechanisms of information leakage via technical channels due to side electromagnetic radiation, various tip-offs and installed bugging devices during use of electrical computing machinery, transmission via radio and optical communication channels, acoustic (voice) and vibrational information leakage channels, as well as during use of enclosing structures and utility networks, are considered. Main types of activities aimed at detection of unauthorized information acquisition, classification of information leakage channels, as well as means of information leakage prevention for each of potential technical channels of unofficial data sampling, are specified.

Keywords: information protection systems, technical channels of information leakage, tip-offs, bugging devices, wire links, multi-functional search devices, dataphone, noise, vibration.

Защита информации от перехвата является одной из важнейших задач в общем комплексе мероприятий по обеспечению информационной безопасности объекта технической защиты информации. Это связано с тем, что в настоящее время широко применяются различные технические средства обработки информации (ТСОИ). Объектами технической защиты информации (ТЗИ) являются учреждения системы государственного управления, военные и военно-промышленные объекты, научно-исследовательские учреждения и т. д.

Технический канал утечки информации (ТКУИ) – это совокупность объекта злоумышленника, технического средства злоумышленника и физической среды, в которой распространяется информационный сигнал. Средой распространения могут быть газовые, жидкостные (водные) и твердые среды [1]. Классификация каналов утечки информации представлена на рис. 1 [2].



Рис. 1 Технические каналы утечки информации

Поиск и нейтрализация внедренных средств несанкционированной кражи информации – одно из основных направлений в области защиты информации в любой организации.

Для нахождения каналов утечки информации следует в первую очередь обратить внимание на самые уязвимые места в организации. Поиск каждого типа ТКУИ требует свой подход и соответствующее аппаратное обеспечение.

Основные группы для обследования:

- технические средства, обрабатывающие засекреченную информацию;
- вспомогательные технические средства и системы (ВТСС);
- помещения (особенно труднодоступные места) и ограждающие строительные конструкции;
- радиосигналы, излучаемые средствами негласного съема информации;
- мебель и предметы быта (вешалки, горшки с растениями);
- инженерные сети (вентиляция);
- проводные коммуникации [3].

После распределения задач начинаются поисковые мероприятия и дальнейшая зачистка помещений от технических средств кражи информации.

Существует несколько видов работ для поиска каналов утечки информации:

1. Физический поиск устройств кражи информации является основным и самым трудоемким видом поискового мероприятия, в результате которого возможно обнаружение практически любых типов закладных устройств, а также следов их установки. Особое внимание следует уделить потенциальным местам установки посторонних устройств (щели между плинтусами и стенами, за радиаторами и другие труднодоступные места). Важным пунктом является обнаружение предметов «неизвестного происхождения», которые следует незамедлительно заменить или утилизировать. Сюда можно добавить тщательное обследование мебели, предметов интерьера, сувениров, папок с бумагами и т. д. Немаловажное значение имеют всякого рода подставки, крепежи и способы их крепления, так как несанкционированные устройства, замаскированные под элементы мебели, крепятся на шпихах или подобных элементах.

Для физического поиска применяются следующие технические средства:

- эндоскоп;
- досмотровые зеркала;
- нелинейные локаторы;
- селективные металлодетекторы.

2. Радиомониторинг – мониторинг и сканирование радиоэфира на территории организации для обнаружения различных считывающих устройств, использующих радиосигнал в качестве канала передачи информации. Основным недостатком радиомониторинга является возможно обнаружения лишь «активных» посторонних устройств, т. е. излучающих сигнал на момент проверки.

Основное оборудование для радиомониторинга:

- поисковый приемник;
- многозонный комплекс дистанционного радиомониторинга, который позволяет обнаружить и локализовать радиопередатчики.

3. Обнаружение электромагнитных каналов несанкционированного съема информации производится с помощью многофункционального программно-аппаратного комплекса или индикатора электромагнитного поля с частотомером широкого диапазона. Для более глубокого и тщательного анализа применяются портативный рентгеновский аппарат.

4. Кабельные коммуникации подвергаются проверке на предмет наличия средств кражи информации, так как зачастую в качестве каналов утечки информации или в качестве источника питания посторонних устройств используют проводные линии. Проверка телефонных линий является отдельным видом работ. Телефонная линия является одним из основных носителей информации и поэтому нуждается в отдельном исследовании на наличие посторонних устройств (диктофонных адаптеров, радиопередатчиков, и т. д.).

Основным оборудованием для обнаружения технических средств считывания информации является анализатор проводных линий, анализатор параметров телефонной линии, проводной приемник, усилитель низкочастотных сигналов, контрольно-измерительные приборы, такие как мегомметр, мультиметр.

5. Проверка ограждающих строительных конструкций (стены, полы, потолки) на наличие посторонних устройств. Проверка конструкций производится на наличие вибрационных и акустических каналов утечки информации. Эффективнее всего вести поисковые работы на стадии постройки или реконструкции помещения. С помощью технических средств (нелинейный локализатор, селективный металлодетектор, тестовый микрофон и стетоскопные аппараты) возможно обнаружение «активных» и «пассивных» (не работающих на момент проверки) ПУ [4].

Поиск каналов утечки информации – это процедура, требующая наличия специализированных высококачественных приборов. С их помощью возможно обнаружить источники передачи радиоволн, перехваченных механических и электромагнитных сигналов или же инородные тела, которые так или иначе попали на объект с целью прослушивания и кражи конфиденциальной информации.

Литература

1. Об информации, информационных технологиях и о защите информации: федеральный закон от 27.07.2006 № 149-ФЗ (ред. от 19.12.2016) (с изм. и доп., вступ. в силу с 01.01.2017): принят Гос. Думой Федер. Собр. Российской Федерации 08.07.2006: одобрен Советом Федерации Федер. Собр. Российской Федерации 14.07.2006. URL: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_61798/ (дата обращения: 29.03.2017).
2. Хорев А. А. Техническая защита информации: учеб. пособие для студентов вузов. М.: НПЦ «Аналитика», 2008. 436 с.
3. Зайцев А. П., Шелупанов А. А., Мещеряков Р. В., Скрыль С. В., Голубятников И. В. Технические средства и методы защиты информации. М.: ООО «Издательство Машиностроение», 2009. 508 с.
4. Выявление технических каналов утечки информации // Защита информации с человеческим лицом: сайт itsec2012.ru. URL: <http://itsec2012.ru/vyavlenie-tehnicheskikh-kanalov-utechki-informacii> (дата обращения 29.03.2017).

УДК 378

Сергей Николаевич Савин, д-р техн. наук,
профессор
Елена Эдуардовна Смирнова, канд. техн. наук,
доцент
(Санкт-Петербургский государственный
архитектурно-строительный университет)
E-mail: savinsn@gmail.com, esmirnovae@ya.ru

Sergey Nikolaevich Savin, Dr of Tech. Sci.,
Professor
Elena Eduardovna Smirnova, PhD of Tech. Sci.,
Associate Professor
(Saint Petersburg State University
of Architecture and Civil Engineering)
E-mail: savinsn@gmail.com, esmirnovae@ya.ru

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ТРЕБОВАНИЙ ТСН 50-302-2004 ПО ОБЕСПЕЧЕНИЮ БЕЗОПАСНОСТИ КОНСТРУКЦИЙ ЗДАНИЙ ПРИ ДИНАМИЧЕСКИХ НАГРУЗКАХ В УСЛОВИЯХ УПЛОТНИТЕЛЬНОЙ ЗАСТРОЙКИ

IMPROVEMENT OF REGIONAL CONSTRUCTION NORMS TSN 50-302-2004 REQUIREMENTS FOR ENSURING SAFETY OF BUILDING STRUCTURES UNDER DYNAMIC LOADS IN CONDITIONS OF DENSIFICATION

Статья посвящена проблеме оценки воздействия на здания внешних динамических нагрузок. Особую остроту проблема приобрела при реконструкции храмов и церквей. Исследования проводились специалистами кафедры ТСБ СПбГАСУ на примере влияния вибрационных воздействий, возникающих при работе колоколов Исаакиевского собора, на состояние близлежащих к нему строительных конструкций. Актуальность поставленной темы подтверждается рассмотрением ее на открытом заседании Научно-технического

совета в сфере жилищно-коммунального хозяйства: «Вопросы безопасности при эксплуатации многоквартирного жилого фонда Санкт-Петербурга», прошедшем в КВЦ «Экспофорум» 6 апреля 2017 г.

Ключевые слова: вибрация, динамические нагрузки, колокола, колебания, масса.

The article is dedicated to an issue of assessing the influence of external dynamic loads on buildings. The issue became very acute during reconstruction of temples and churches. Specialists of the Technosphere Safety Department of the Saint Petersburg State University of Architecture and Civil Engineering carried out researches through the example of vibrational impacts caused by bells of Saint Isaac's Cathedral on the condition of adjacent building structures. The relevance of the issue was confirmed by its consideration at the public meeting of the Scientific and Technical Council in the field of housing and communal services "Safety issues related to multi-unit stock management in Saint Petersburg" which took place in the Expoforum Convention and Exhibition Center on April 6, 2017.

Keywords: vibration, dynamic loads, bells, oscillations, mass.

Существующие на сегодняшний день сложности с оценкой возможных последствий воздействия на здание внешних динамических нагрузок, не учтенных при проектировании, связаны, в первую очередь, с мероприятиями так называемой «уплотнительной застройки». Поставленная проблема не нова и наличие целого перечня ведомственных норм [1–8] подтверждает, что оптимальных результатов в нормировании этих нагрузок так и не удалось достичь.

В большинстве представленных документов авторами являются специалисты – геотехники, для которых сами по себе динамические нагрузки не так интересны, как их последствия в виде уплотнения или разжижения грунтов, приводящие к неравномерным осадкам уже существующих зданий и сооружений. Поэтому непосредственно механическое воздействие на само здание и его конструкции остается, в лучшем случае, нормированным без учета частотного диапазона воздействия [1] или с учетом, но в терминах массовых скоростей [8], что не очень удобно при расчете конструкций на инерционную нагрузку.

Проблема учета внешней динамической нагрузки приобрела дополнительную остроту в связи с массовой реконструкцией церквей и храмов, на которые вновь устанавливаются многотонные колокола, вызывающие при звонах существенные «вибрационные нагрузки» [9]. Специалистами кафедры ТСБ СПбГАСУ, принимавшими участие в исследованиях влияния вибрационных воздействий, возникающих при работе колоколов Исаакиевского собора, на состояние близлежащих к ним строительных конструкций, было установлено, что нагрузки существенно возрастают, причем не только от звонов, но и от колебаний значительных масс изделий, установленных на звонницах. Так, в 2013 г. на звонницах Исаакиевского собора были установлены колокола с максимальной массой 10 тонн, а в 2015 – 16 тонн. На рис. 1 приведены примеры записей вибраций датчиками, расположенными на несущих конструкциях, как реакция на удары 10-тонного колокола. Номера датчиков показаны по вертикальной оси справа, по горизонтальной оси – время в миллисекундах. Амплитуда ускорений на каждом датчике, m/c^2 – по вертикальной оси слева.

Аналогичные результаты представлены на рис. 2 для 17-тонного колокола, установленного в 2015 г.

На сегодняшний день, наиболее полно динамические нагрузки учитываются в требованиях [8]. Однако нормативные «пиковые массовые скорости» заимствованы из Европейских документов и не могут считаться бесспорными для отечественных сооружений.

Учитывая сложившиеся в нормативных требованиях для Санкт-Петербурга [1] противоречия с обязательными требованиями федерального закона № 384 к механической безопасности зданий и сооружений, предлагается дополнить таблицу «Требования к внешним динамическим параметрам» из [1] параметрами частотного диапазона динамических воздействий, определяемого периодом собственными колебаний объектов, попадающих в зону динамического воздействия. Этот период можно определять до проведения мониторинга в соответствии с ГОСТ [10] или по формулам для зданий различных конструктивных схем, приведенных, например, в [11–12].

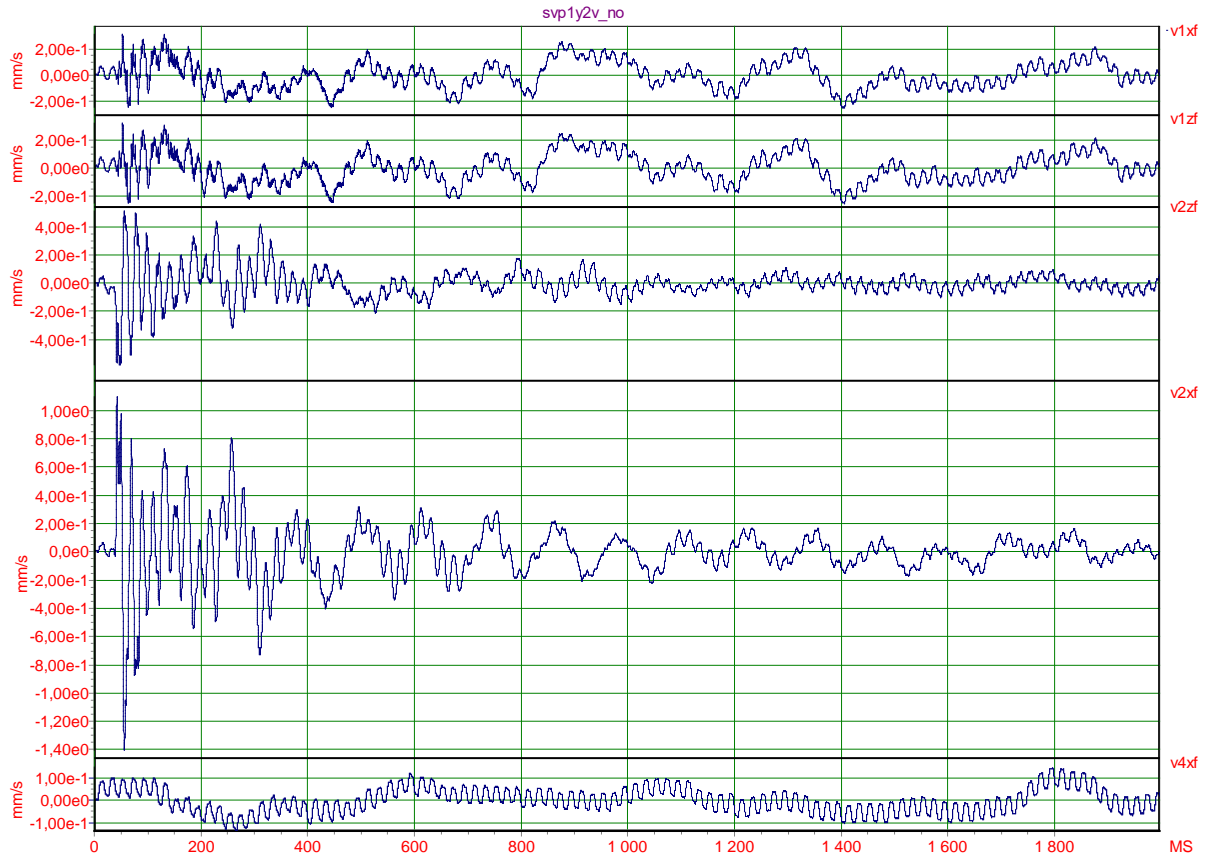


Рис. 1. Фрагмент записи усредненной реакции на удары 10-тонного колокола

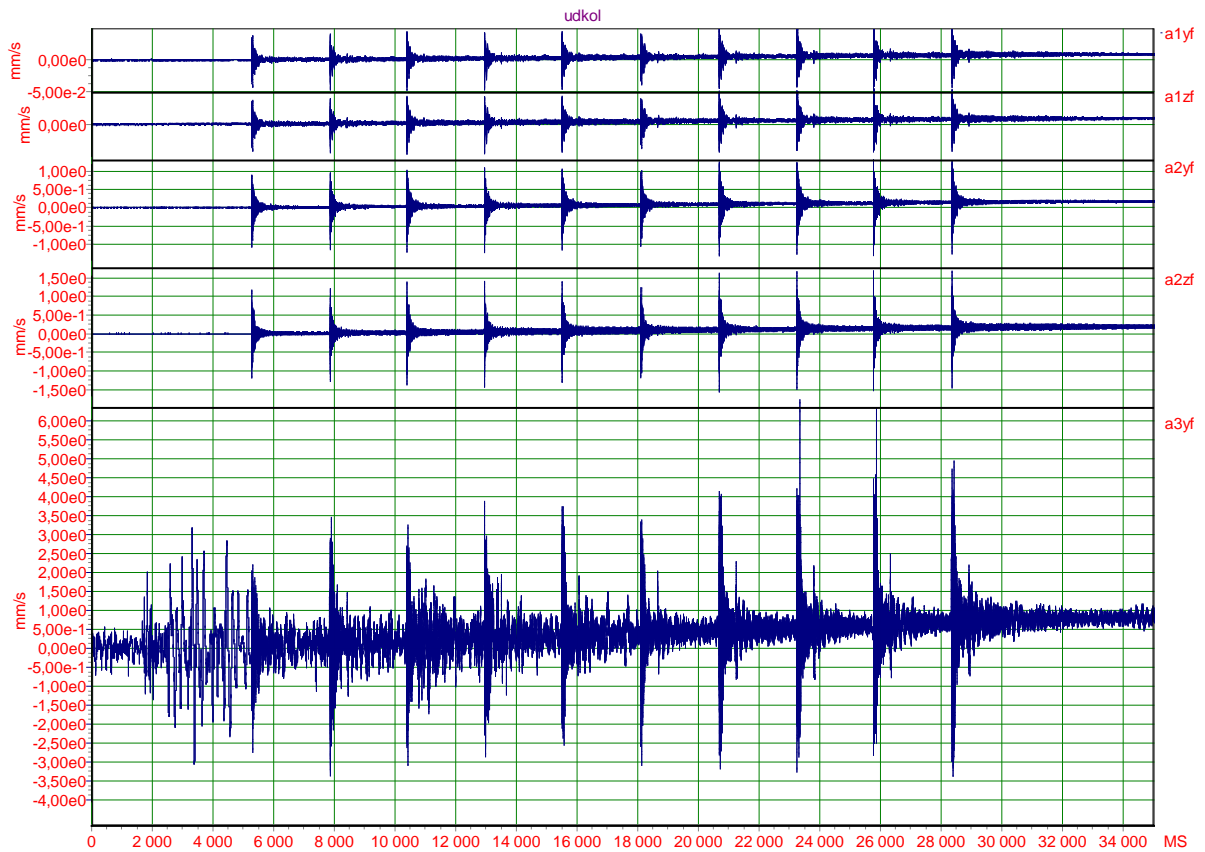


Рис. 2. Фрагмент записи реакции на удары 17-тонного колокола

Литература

1. ТСН 50-302-2004. Проектирование фундаментов зданий и сооружений в Санкт-Петербурге. СПб., 2004. 58 с. URL: <http://www.lentisiz.ru/upload/iblock/ce2/ce29d81f1996eccc703bce38c3afacf3d.pdf> (дата обращения: 22.03.2017).
2. МГСН 2.04-97 Допустимые уровни шума, вибрации и требования к звукоизоляции в жилых и общественных зданиях [Электронный ресурс]. URL: <http://stroysvoimirukami.ru/mgsn-204-97/> (дата обращения: 22.03.2017).
3. ВСН 70-98 Организационно-технологические правила строительства (реконструкции) объектов в стесненных условиях существующей городской застройки. М., 1998. URL: <http://docs.cntd.ru/document/471807888> (дата обращения: 22.03.2017).
4. ВСН 490-87 Проектирование и устройство свайных фундаментов и шпунтовых ограждений в условиях реконструкции промышленных предприятий и городской застройки. М., 1988. URL: <http://docs.cntd.ru/document/1200026918> (дата обращения: 22.03.2017).
5. Рекомендации по расчету, проектированию и устройству свайных фундаментов нового типа в г. Москве / Москомархитектура. М., 1997. URL: <http://meganorm.ru/Index2/1/4294851/4294851304.htm> (дата обращения: 22.03.2017).
6. Рекомендации по проектированию и устройству оснований, фундаментов и подземных сооружений при реконструкции гражданских зданий и исторической застройки / Москомархитектура. М., 1998. URL: <http://aquagroup.ru/normdocs/7065> (дата обращения: 22.03.2017).
7. Рекомендации по обследованию и мониторингу технического состояния эксплуатируемых зданий, расположенных вблизи нового строительства или реконструкции / Москомархитектура. М., 1998. URL: <http://aquagroup.ru/normdocs/1420> (дата обращения: 22.03.2017).
8. ГОСТ 52892-2007. Вибрация и удар. Вибрация зданий. Измерение вибрации и оценка ее воздействия на конструкцию. М.: Стандартинформ, 2008. URL: <http://meganorm.ru/Index2/1/4293834/4293834243.htm> (дата обращения: 22.03.2017).
9. Адушкин А. В., Гончаров А. И., Куликов В. И. Виброколебания колокольной при колокольном звоне // Физические поля и динамика взаимодействующих геосфер: сб. науч. тр. ИДГ РАН. М: ГЕОС, 2007. 348 с.
10. ГОСТ 31937-2011. Здания и сооружения. Правила обследования и мониторинга технического состояния. М.: Стандартинформ, 2014. 89 с.
11. Савин С. Н., Данилов И. Л. Сейсмотехника зданий и территорий. СПб.: Издательство «Лань», 2015. 240 с.
12. Методика оценки и сертификации инженерной безопасности зданий и сооружений / МЧС России. М., 2003. 85 с.

УДК 331.453

Елена Эдуардовна Смирнова, канд. техн. наук,
доцент

Денис Вахтангович Ларин, студент
(Санкт-Петербургский государственный
архитектурно-строительный университет)

E-mail: esmirnovae@ya.ru, larindenis.v@ya.ru

Elena Eduardovna Smirnova, PhD of Tech. Sci.,
Associate Professor

Denis Vakhtangovich Larin, student
(Saint Petersburg State University
of Architecture and Civil Engineering)

E-mail: esmirnovae@ya.ru, larindenis.v@ya.ru

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ МЕРОПРИЯТИЙ, НАПРАВЛЕННЫХ НА ОБЕСПЕЧЕНИЕ БЕЗОПАСНОСТИ ПРИ ПРОВЕДЕНИИ СТРОИТЕЛЬНО- МОНТАЖНЫХ РАБОТ НА ВЫСОТЕ

IMPROVEMENT OF SAFETY MEASURES FOR CONSTRUCTION AND INSTALLATION OPERATIONS AT HEIGHT

В настоящей статье при анализе несоответствия действующих нормативных правовых актов требованиям в части обеспечения безопасности труда в строительстве при выполнении работ на высоте предлагается совершенствование мероприятий, направленных на обеспечение безопасности при выполнении строительно-монтажных работ на высоте и формирование рекомендаций Министерству труда и социальной защиты Российской Федерации о внесении изменений в действующие нормативно-правовые акты (приказ Минтруда от 28 марта 2014 г. № 155н «Об утверждении Правил по охране труда при работе на высоте»).

Рассматриваются работы со специальной технологией выполнения, при которых рабочее место достигается с помощью подъема или спуска по канатам.

Ключевые слова: безопасность, работы на высоте, нормативные документы, несчастные случаи, европейский опыт, строительно-монтажные работы, персонал, рабочие, риски.

In the process of analyzing non-compliance of the existing laws and regulations with the requirements for labor safety in construction at height, this article proposes improvement of safety measures for construction and installation operations at height and development of recommendations for the Ministry of Labor and Social Protection of the Russian Federation on the introduction of amendments to the existing laws and regulations (Order of the Ministry of Labor No. 155n of March 28, 2014 "On Approval of Occupational Safety Rules During Works at Height").

Works involving special processes, when the work place can be reached using ropes, are considered.

Keywords: safety, works at height, regulatory documents, accidents, European experience, construction and installation operations, personnel, workers, risks.

Строительство, в сравнении с другими отраслями экономики, занимает первое место по показателю смертельных несчастных случаев, 22 % от общего числа погибших за 2015 г., в обрабатывающем производстве – 17 %, транспорт и связь – 14 %, сельское хозяйство – 10 % [1]. Из них: падение с высоты – каждый третий несчастный случай; воздействие движущихся разлетающихся, вращающихся предметов, деталей, машин и механизмов – каждый пятый несчастный случай; ДТП – каждый седьмой случай; падение, обрушение, обвалы предметов, материалов – каждый восьмой случай [2].

Какие работы можно считать работами на высоте?

К ним относятся работы, при которых существует возможность падения работника с высоты 1,8 м и более, а также при проведении работ на горизонтальных площадках ближе 2 м от неогражденного края, где перепад высот более 1,8 м или высота ограждения в данных местах менее 1,1 м, в том числе при осуществлении работником подъема или спуска на высоту более 5 метров по лестнице, угол наклона которой более 75° (к горизонтальной поверхности). Даже если высота возможного падения меньше 1,8 м, но работы проводятся над машинами, механизмами или выступающими предметами.

Также следует отнести к этой деятельности работы со специальной технологией выполнения, при которых рабочее место достигается с помощью подъема или спуска по канатам (веревкам).

К вышеупомянутым работам допускается персонал, имеющий одну из 3 групп по безопасности работников, допускаемых к работам без применения инвентарных лесов и подмостей, а также с применением систем канатного доступа. В зависимости от того, к какой из групп отнесен работник, для него предусмотрена разная периодичность обучения безопасным методам и приемам работ на высоте: для работников 1-й и 2-й групп – не реже 1 раза в 3 года; а для работников 3-й группы – не реже 1 раза в 5 лет.

При анализе документов, регламентирующих безопасность труда при работах на высоте можно сделать вывод, что в сравнении с ПОТ Р М-012-2000 [3] в Приложении к Приказу № 155н [4] значительно уменьшилось количество разделов. Основные изменения связаны с определением работ на высоте, с тем, что теперь необходимо проходить обучение, стажировку и последующую проверку знаний для получения определенной группы по безопасности работ на высоте. Ужесточились требования к системам обеспечения безопасности при выполнении работ на высоте.

Если сравнить нормативно-правовые документы, которые регулируют подобный род деятельности в Европе [5; 6], а также с их опытом, то очевидно, что обязательно оценивается следующее:

- а) рабочие условия, и риски, связанные с безопасностью специалистов на месте, где будут выполняться работы;
- б) в случае, если рабочее снаряжение будет использоваться для доступа и выхода с рабочего места, дистанция должна быть оговорена;
- в) учтена высота потенциального падения и его эффекта для работника;

- г) частота использования снаряжения;
- д) возможность легкого и быстрого спасения в случае необходимости;
- е) любые дополнительные риски, связанные с использованием, установкой или снятием данных средств защиты, а также эвакуацией или спасательными работами.

Ясно, что есть ряд общих разделов с российскими Правилами по охране труда при работе на высоте. Для более качественного выполнения работ с точки зрения безопасности, очевидно, что необходимо использовать Приложение к приказу Минтруда 155н, так как в нем присутствуют требования по охране труда при выполнении определенных видов работ и алгоритм обеспечения безопасности на рабочем месте, а не только общие требования.

Обобщая все вышесказанное, необходимо:

1. Пункт 95 правил изложить в следующей редакции:

«95. Работодатель обеспечивает регулярную проверку исправности систем обеспечения безопасности работ на высоте в соответствии с указаниями в их эксплуатационной документации, а также своевременную замену элементов, компонентов или подсистем с понизившимися защитными свойствами.

Динамические и статические испытания СИЗ от падения с высоты с повышенной нагрузкой в эксплуатирующих организациях не проводятся, за исключением карабинов».

2. Пункт 119 правил изложить в следующей редакции:

«119. Все закрепленные одним концом канаты, имеющие свободный конец и не достающие земли (гибкие анкерные линии), должны иметь конечные ограничители, например узел, во избежание возможности при спуске миновать конец каната. В соответствии с рекомендациями производителей СИЗ ограничитель на канате может быть совмещен с утяжелителем».

3. Пункт 129 правил изложить в следующей редакции:

«129. ... При обеспечении безопасности поднимающегося/спускающегося работника работник, выполняющий функции страхующего, должен удерживать страховочный канат двумя руками, используя защитные перчатки или рукавицы...»

4. Исключить из Приложения 17 правил «Рекомендуемые узлы и полиспасты, используемые при подъеме и спуске грузов», п. 13, как не рекомендованный к использованию.

5. Обобщить опыт и практику применения «Правил по охране труда при работе на высоте».

6. Сформировать рекомендации Министерству труда и социальной защиты Российской Федерации для внесения изменений в действующие НПА.

Литература

1. С 2006 года число погибших на производстве снизилось в два раза [Электронный ресурс] / Министерство труда и социальной защиты Российской Федерации. URL: <http://www.rosmintrud.ru/labour/safety/226/> (дата обращения: 22.03.2017).

2. В 2005–2015 годах сохраняется положительная тенденция снижения уровня производственного травматизма [Электронный ресурс] / Министерство труда и социальной защиты Российской Федерации. URL: <http://www.rosmintrud.ru/labour/safety/206/> (дата обращения: 22.03.2017).

3. ПОТ Р М-012-2000. Межотраслевые правила по охране труда при работе на высоте. М.: Министерство труда и социального развития Российской Федерации, 1981. 59 с.

4. Правила по охране труда при работе на высоте: приложение к Приказу Минтруда России № 155н «Об утверждении Правил по охране труда при работе на высоте» от 28.03.2014. URL: <https://rg.ru/2014/11/05/vysota-dok.html> (дата обращения: 22.03.2017).

5. Directive 2001/45/EC of the European Parliament and of the Council // Official Journal L 195. 2001. 19 July. P. 0046–0049. URL: <http://eur-lex.europa.eu/eli/dir/2001/45/oj> (accessed on: 22.03.2017).

6. Work at Height Regulations 2005 SI 2005/735. The Stationery Office, 2005. URL: <http://www.legislation.gov.uk/ukSI/2005/735/contents/made> (accessed on: 22.03.2017).

УДК 331.4

Надежда Андреевна Субботина, зав. лабораторией
Виталий Васильевич Цаплин, канд. воен. наук,
доцент
(Санкт-Петербургский государственный
архитектурно-строительный университет)
E-mail: subbota_91@mail.ru, vtzaplin@yandex.ru

Nadezhda Andreevna Subbotina, Head of Laboratory
Vitaly Vasil'evich Tsaplin, PhD of Military Sci.,
Associate Professor
(Saint Petersburg State University
of Architecture and Civil Engineering)
E-mail: subbota_91@mail.ru, vtzaplin@yandex.ru

**СОЗДАНИЕ НОВОЙ СРЕДЫ ОБУЧЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ОРГАНИЗАЦИИ
ПО ПРОГРАММАМ ПРОИЗВОДСТВЕННОЙ БЕЗОПАСНОСТИ И ОХРАНЫ
ТРУДА**

**CREATION OF A NEW EDUCATION ENVIRONMENT FOR THE EDUCATIONAL
ORGANIZATION ACCORDING TO PROGRAMS OF OCCUPATIONAL HEALTH AND
SAFETY**

На данный момент происходят существенные изменения на всех уровнях образования, разрабатываются новые модели обучения и стратегические планы развития от дошкольного образования до высшей школы. Современный этап развития общества оказывает несомненное влияние на процесс обучения. В данной статье раскрываются перспективы развития общего, высшего, дополнительного и профессионального образования в ближайшее время, а именно перспективы внедрения новой среды обучения по программам производственной безопасности и охраны труда в образовательный процесс. В качестве новой среды обучения рассматривается проект так называемого Парка безопасности – среды формирования безопасной поведенческой модели работников строительной отрасли.

Ключевые слова: образование, среда обучения, Парк безопасности, развитие, интерактивный, охрана труда.

At the present time, all education levels experience significant changes, new models of education and strategic development plans from pre-school to higher education are elaborated. The current stage of the society development has an apparent influence on the education process. The article reveals prospects for the development of general, higher, supplementary and vocational education in the near future, in particular, prospects of introducing a new education environment in the educational process according to programs of occupational health and safety. A project of the so-called Safety Park (environment for the formation of safe behavioral models in construction workers) is considered as a new education environment.

Keywords: education, education environment, Safety Park, development, interactive, occupational safety.

Потребность совершенствования в Российской Федерации наукоемких технологий, внедрения высокотехнологичных производств, проектирования и создания центров компетенций и точек технологических прорывов по приоритетным направлениям науки и техники постоянно отмечается в выступлениях Президента Российской Федерации, председателя Правительства и министра образования и науки Российской Федерации, именитых представителей науки и бизнеса России [1].

В условиях того, что традиционная форма ведения занятий устаревает (обычной демонстрации слайдов или устной речи преподавателя уже недостаточно для получения полного представления о предмете обучения), несомненно важную приобретает разработка нестандартных пространств и обучающих объектов и модернизация образовательных программ для развития общества. В настоящее время нужно уделять внимание формированию благоприятных условий для развития образовательных процессов, обеспечивающих более широкие возможности молодежи и взрослого населения получать знания в более интересной и понятной интерактивной форме.

Актуальность выбранной темы обусловлена острой необходимостью повышения уровня мотивации к образованию и создания новой системы подготовки квалифицированных специалистов, обладающих достаточными знаниями и профессиональными компетенциями для использования их в своей трудовой деятельности.

Продуктивным инструментом решения вышеуказанной проблемы является изменение в образовательных организациях форм общего, дополнительного и профессионального образования, введение в образовательный процесс новой среды обучения.

Улучшение образовательных программ необходимо осуществлять через формирование в образовательных организациях новой среды обучения. Интерактивность среды обучения обеспечивается использованием интерактивных экспозиций, различного демонстрационного оборудования (инсталляций), интерактивных компьютерных программ и электронного образовательного контента, активных форм организации учебного процесса.

В данной статье предлагается рассмотреть проект новой среды обучения в образовательных организациях по программам производственной безопасности и охраны труда на примере Парка безопасности – совместного проекта СПбГАСУ и Финляндии. Парк безопасности – среда формирования безопасной поведенческой модели работников строительной отрасли. Территориально первый объект Парка безопасности планируется расположить в центре Санкт-Петербурга, на переулке Бойцова.

Парк безопасности представляет собой объект, на котором расположены логически связанные инсталляции. В разных помещениях объекта за счет использования актуальных презентационных и компьютерных технологий могут проводиться и программы обучения для взрослого населения, и различные мероприятия для дошкольников, семинары, конференции, лекции и другие мероприятия. Это объект, где в сконцентрированном виде должны быть представлены различные инсталляции и макеты конкретных ситуаций: при помощи манекенов в инсталляции могут быть представлены последствия несчастных случаев пугающим образом, но в тоже время представлены способы и примеры правильного поведения и правильных действий. Воздействие этих сцен позволяет переходить знанию в эмоции и запомниться значительно лучше, чем обычное изучение правил безопасности [2]. В различных помещениях Парка безопасности предполагается разместить следующие инсталляции: безопасность при выполнении отделочных работ, безопасность при выполнении столярных работ, безопасность при выполнении сварочных работ, безопасность при выполнении электротехнических работ, безопасное выполнение работ с сосудами и трубопроводами высокого давления. Также планируется разместить крупногабаритные инсталляции во дворе здания, такие как: безопасное выполнение работ на высоте, грузоподъемных работ, бетонных работ и земляных работ.

Основными целями создания Парка безопасности являются:

- проведение теоретических занятий с различными группами обучающихся;
- проведение практических занятий по безопасному ведению строительных работ;
- проведение подготовки к тому, с чем обучающимся предстоит столкнуться в ближайшее время в жизни и профессиональной деятельности;
- оказание влияния на психику обучающихся со стороны безопасного проведения различных строительных работ;
- повышение мотивации обучающихся на сохранение жизни и здоровья.

Целевую аудиторию Парка безопасности составляют: обучающиеся школ и дошкольных учреждений, студенты организаций профессионального и высшего образования, сотрудники малых предприятий, работодатели.

Литература

1. Рекомендации по совершенствованию дополнительных образовательных программ, созданию детских технопарков, центров молодежного инновационного творчества и внедрению иных форм подготовки детей и молодежи по программам инженерной направленности: разработаны Минобрнауки России совместно с Минпромторгом России, Автономной некоммерческой организацией «Агентство стратегических инициатив по продвижению новых проектов», Федеральным государственным автономным учреждением «Федеральный институт развития образования». М., 2016. 38 с. URL: <https://asi.ru/social/education/Recommended.pdf> (дата обращения: 15.03.2017).

2. Цаплин В. В., Гурьева Л. А. Парк безопасности – среда формирования безопасной поведенческой модели работников строительной отрасли // Актуальные проблемы охраны труда: материалы III Всероссийской научно-методической конференции; под общ. ред. Е. И. Рыбнова; СПбГАСУ. СПб., 2015. С. 31–36.

СЕКЦИЯ ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИКИ И ЭЛЕКТРОТЕХНИКИ

УДК 681.584.53:693.547.14

Борис Николаевич Воронков, канд. техн. наук,
доцент

Егор Владимирович Михайлов, студент
(Санкт-Петербургский государственный
архитектурно-строительный университет)

E-mail: bnv1939@gmail.ru, egor-51@yandex.ru

Boris Nikolaevich Voronkov, PhD of Tech. Sci.,
Associate Professor

Egor Vladimirovich Mikhailov, student
(Saint Petersburg State University
of Architecture and Civil Engineering)

E-mail: bnv1939@gmail.ru, egor-51@yandex.ru

АВТОМАТИЧЕСКАЯ СИСТЕМА ПРЕРЫВИСТОЙ ПОДАЧИ ПАРА ПРИ ТЕПЛОВОЙ ОБРАБОТКЕ СТРОИТЕЛЬНЫХ ИЗДЕЛИЙ

AUTOMATIC SYSTEM OF INTERMITTENT STEAM SUPPLY DURING HEAT TREATMENT OF CONSTRUCTION PRODUCTS

Представлена разработка автоматической системы пропаривания железобетонных изделий. Замена непрерывной подачи пара в пропарочную камеру на прерывистую обеспечивает экономию энергии и оптимальный тепловой режим. Автоматическая система разработана на электронных цифровых реле, которые надежны в работе, просты в эксплуатации, сравнительно дешевы, могут монтироваться рядом с объектом управления или на расстоянии. Устройство позволяет производить тепловую обработку как по типовым заданиям, так и при апробации новых технологических режимов. Возможна работа без участия человека в любое время суток, в том числе ночью или в выходные дни, когда стоимость энергоресурсов ниже.

Ключевые слова: автоматическая система, электронное реле времени, таймер, интервал времени, тепловая обработка, гальваническая развязка.

A design of an automatic system for steam curing of reinforced concrete products is presented. Replacement of continuous steam supply to the steam-curing chamber by intermittent steam supply ensures energy saving and optimum thermal conditions. The automatic system comprises reliable, easy-to-use digital relays which are relatively cheap and can be mounted near a controlled object or at a distance. The device ensures heat treatment as per typical tasks and during testing of new process conditions. It can work without human participation at any time, including night time and weekends when the cost of energy resources is lower.

Keywords: automatic system, electronic timing relay, timer, time interval, heat treatment, galvanic isolation.

С целью интенсификации производства бетонных и железобетонных изделий повсеместно используется тепловая обработка. Однако автоматизация тепловых установок на малых предприятиях затруднена из-за неподготовленности персонала, сложности эксплуатации, высокой стоимости и недостаточной эффективности автоматизированных систем. Поэтому актуальной является разработка и использование более простых, эффективных и недорогих устройств автоматики, позволяющих обеспечить соблюдение режимов тепловой обработки и качества изделия при одновременном снижении расхода теплоносителя. Этим требованиям удовлетворяет предложенная нами автоматическая система на цифровых реле времени.

Постановка задачи на автоматизацию тепловой обработки строительных изделий с интервальной подачей энергоносителя сводится к следующему:

1. На этапе подъема температуры изделия включить устройство подачи энергоносителя на время t_1 , затем выключить на t_2 и вновь включить на t_1 .

2. На этапе изотермической выдержки циклически прекращать на время t_3 и возобновлять на время t_4 подачу энергоносителя, удерживая температуру изделия в пределах зоны регулирования ΔT .

3. После окончания изотермического прогрева прекратить подачу энергоносителя и включить сигнальное устройство.

Автоматизация процесса тепловой обработки по поставленной задаче может быть решена без значительных затрат на базе современных цифровых реле времени. Эти реле просты в эксплуатации, надежны в работе при наличии пыли и других загрязнений в окружающей среде, имеют достаточную мощность для непосредственного управления исполнительным механизмом и поэтому не требуют промежуточных устройств согласования с объектом, имеют небольшие габариты, могут монтироваться рядом с объектом управления или на расстоянии.

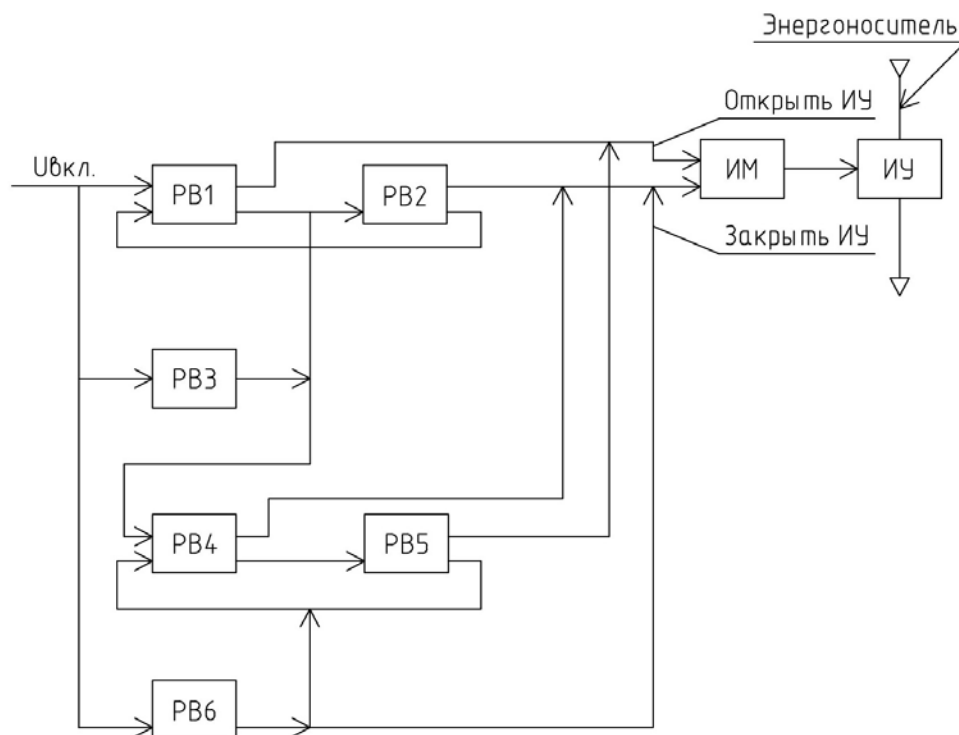
Для реализации задачи выбраны реле времени типа E234-CT-MFD [1] немецкого производства, представляющие собой цифровой таймер с временным диапазоном от 0,05 с до 100 ч с делителем, обеспечивающим возможность до 20 раз увеличить нижний предел и до 20 раз уменьшить верхнюю уставку. Устройство имеет релейный выход на ток 4 А и напряжение 230 В, 50 Гц, обеспечивая гальваническую развязку в цепи нагрузки. Напряжение питания: 220 В переменного тока, но может запитываться и постоянным током; потребляемая мощность 0,6 Вт. Монтаж реле чрезвычайно прост – оно крепится на DIN-рейку и может устанавливаться в электрощитке типа квартирного. Размер одного реле 18×70×62 мм, внешним видом оно подобно автоматическому выключателю, защищающему электропроводку от короткого замыкания. Реле времени можно запускать на определенный период времени подачей напряжения питания на вход или электрического импульса на управляющий электрод. После окончания заданного периода времени реле переходит в начальную позицию и готово повторить заданный цикл работы.

Разработанная система программного управления представлена на рис. в виде структурной схемы. Она состоит из шести однотипных реле времени, которым перед началом работы задаются различные установки t . Для реле РВ1 и РВ2 задаются соответственно t_1 и t_2 , для РВ4 и РВ5 – уставки t_3 и t_4 , для РВ3 – период от начала подъема температуры изделия до начала изотермической выдержки, для РВ6 – время от начала прогрева до окончания изотермической выдержки.

Автоматическое устройство программного управления может включаться вручную или от таймера реального времени ($U_{\text{вкл}}$) в заданное время суток. Напряжение питания подается на реле РВ1, с первого выхода которого сразу же подается команда на включение исполнительного механизма ИМ для открытия исполнительным устройством ИУ подачи энергоносителя. Через интервал времени t_1 сигнал с первого выхода РВ1 исчезает, и цепь открытия ИУ обесточивается, а со второго выхода поступает командный импульс на вход РВ2, включая его работу. С первого выхода РВ2 сразу идет команда на прекращение подачи энергоносителя на период t_1 .

По истечении времени $t_5 = t_1 + t_2 + t_1$ срабатывает реле времени РВ3, которое было включено в работу при пуске установки, и разрывает цепь управления реле РВ2, не позволяя ему запуститься в работу. Одновременно РВ3 подает управляющий сигнал на вход РВ4, которое включается в работу и вместе с РВ5 выполняют циклы интервальной подачи энергоносителя с той лишь разницей, что РВ4 командует прекращением подачи энергоносителя, как и РВ2, но на период t_3 , а РВ5 дает команды на возобновление его подачи в течение t_4 , как это делает РВ1 на период t_1 . Такой процесс продолжается до конца изотермической выдержки, когда срабатывает реле РВ6, останавливает РВ4 и РВ5 и подает команду на закрытие ИУ и сигнал об окончании прогрева изделия. Автоматическая система переводится в начальное состояние и вновь готова к работе.

Устройство позволяет производить тепловую обработку как по типовым заданиям, так и при апробации новых технологических режимов. Включить его может любой рабочий. Возможна работа без участия человека в любое время суток, в том числе ночью или в выходные дни, когда стоимость энергоресурсов ниже.



Система программного автоматического управления

Таким образом, рассмотренная система автоматического регулирования нагрева строительных изделий обладает следующими практическими достоинствами: простотой конструкции, монтажа и эксплуатации, невысокой стоимостью и незначительными размерами, надежностью работы в течение длительного срока службы, качеством регулирования и, что немаловажно, обеспечивает ощутимую экономию энергоресурсов.

Литература

1. Информация для заказа. Устройства управления. Реле времени СТ (Е 234) // ООО «Фирма «НТК» (Нижегородская Техническая Компания): официальный сайт компании. URL: http://www.ntknn.ru/project/ac_list/list_5/147_12.pdf (дата обращения: 06.04.2017).

УДК 621.3.084

Валентин Петрович Демидов, канд.
техн. наук, доцент
(Санкт-Петербургский государственный
архитектурно-строительный университет)
Георгий Валентинович Демидов, инженер-
программист
(АО «ВНИИРА»)
E-mail: dvp52@mail.ru, kimuriell@gmail.com

Valentin Petrovich Demidov, PhD in Sci. Tech.,
Associate Professor
(Saint Petersburg State University
of Architecture and Civil Engineering)
Georgy Valentinovich Demidov,
Software Engineer
(JSC "VNIIRA")
E-mail: dvp52@mail.ru, kimuriell@gmail.com

ИСКАЖЕНИЕ СИНУСОИДАЛЬНОСТИ СЕТЕВОГО НАПРЯЖЕНИЯ ПРИ РАБОТЕ ЭЛЕКТРООБОРУДОВАНИЯ СТРОИТЕЛЬНЫХ ОБЪЕКТОВ

SUPPLY VOLTAGE DISTORTION DURING OPERATION OF ELECTRICAL EQUIPMENT AT CONSTRUCTION FACILITIES

В статье проводится анализ электрооборудования строительных объектов с точки зрения их влияния на искажение кривой питающего напряжения с учетом особенностей многих типов электрооборудования,

представляющих из себя искажающую (нелинейную) нагрузку. Это, в частности, установки дуговой и контактной сварки, газоразрядные лампы, вентильные статические преобразователи. В заключении указывается, что в настоящее время почти не проводилось исследований воздействия электроприемников строительных объектов на электрическую сеть, не известен спектральный состав гармоник, вносимых в питающую сеть, поэтому невозможно осуществить эффективную борьбу с вносимыми искажениями питающего напряжения, что необходимо осуществлять для соблюдения стандартов по нормам эмиссии искажений в сеть. Отсюда вытекает настоятельная необходимость проведения основательных исследований, которые позволят оценить существующую в настоящее время ситуацию и принять меры по ее улучшению.

Ключевые слова: строительный объект, электроприемник, искажающая нагрузка, несинусоидальное напряжение, гармоники, спектр сигналов, электроизмерительный прибор, нормирование эмиссии гармоник в сеть.

The article gives an analysis of electrical equipment at construction facilities in terms of its influence on supply voltage distortion with account for specifics of various types of electrical equipment representing distorting (non-linear) load. These are electric arc and electric resistance welding units, gas-discharge lamps, valve static inverters. In conclusion, it is stated that so far almost no researches of the influence of electrical receivers at construction facilities on the electrical network have been carried out, and the spectral structure of harmonics introduced to the supply network is not known, therefore, it is impossible to take effective measures against introduced supply voltage distortion, necessary to meet standards for distortion emissions. Therefore, we have an urgent need for thorough investigations which would allow assessing the current situation and taking measures for its improvement.

Keywords: construction facility, electrical receiver, distorting load, distorted voltage, harmonics, signal spectrum, electrical measuring instrument, harmonics emission standards.

Строительное производство в настоящее время характеризуется использованием на всех этапах электрической энергии, которое предполагает использование широкой номенклатуры электротехнических систем и устройств различного рода: источников электрической энергии, электрических сетей и электрического оборудования всевозможного назначения.

Источником электрической энергии строительных площадок является либо распределительное устройство на электростанции, либо распределительное устройство вторичного напряжения подстанции. Главным образом снабжение электрической энергией строительных объектов выполняется от трансформаторных подстанций, которые получают электроэнергию от электростанций энергосистемы. Снабжение электрической энергией строительных площадок, расположенных в конкретном месте, может происходить как электростанции, находящейся вблизи от этого места [1]. Иногда применяются в качестве временных источников электроэнергии собственные электростанции, как правило, передвижные [2].

Электрическая энергия в строительном производстве применяется для питания различных потребителей и электроприемников.

Приемник электрической энергии преобразует ее в другие виды энергии, например, осветительное устройство, электрический двигатель и т. д. Потребителем электроэнергии считается электроприемник или группа электроприемников, принадлежащих одной технологической установке, (например, устройство для приготовления бетона) [1].

Основные строительные технологические установки:

- агрегаты для производства с электродвигателями;
- агрегаты с электронагревателями;
- агрегаты для выполнения электрохимических процессов;
- агрегаты, использующие электромагнетизм и электростатику;
- ручной электроинструмент;
- электроосветительные устройства;
- контрольно-диагностическое оборудование.

Основные виды электроприемников, применяемые в строительных технологических установках различного назначения.

- 1) двигатели электрического типа;

- 2) электронагреватели;
- 3) электрические печи сопротивления;
- 4) плавильные печи;
- 5) сварочные аппараты;
- 6) различные нагревательные агрегаты, например, для нагрева бетона.

Анализируя характер потребителей энергии и электроприемников, применяющихся в строительном производстве, можно отметить, что среди них большинство составляют те потребители и электроприемники, которые могут быть отнесены к нелинейной нагрузке, поскольку их питание обеспечивают силовые вентильные преобразователи. Благодаря использованию преобразователей эффективность электроприемников электрической энергии значительно повышается. Из отрицательных свойств силовых преобразователей можно выделить искажение формы сетевого напряжения, сопровождающееся эмиссией в сеть гармоник различных частот [3]. Некоторые электроприемники, например установки дуговой и контактной сварки, а также газоразрядные лампы, сами по себе являются нелинейными нагрузками. При интенсификации строительного производства ситуация с гармониками, вносимыми в сеть, все время усугубляется. В настоящее время существуют разные стандарты, определяющие различные аспекты нарушения синусоидальности из-за нелинейных нагрузок. Нормы качества электрической энергии в системах электроснабжения общего назначения определяются стандартом ГОСТ 32144–2013 [4]. Измерения показателей качества осуществляется в соответствии со стандартом ГОСТ 30804.4.30–2013 [5]. Эмиссия гармонических составляющих нормируется стандартами: ГОСТ 30804.3.2–2013 [6], ГОСТ 30804.3.12–2013 [7].

В настоящее время почти не проводилось исследований влияния электроприемников строительных объектов на электрическую сеть, не известен спектральный состав гармоник, вносимых в питающую сеть, поэтому невозможно осуществить эффективную борьбу с вносимыми искажениями питающего напряжения, что необходимо осуществлять для соблюдения стандартов по нормам эмиссии искажений в сеть. Отсюда вытекает настоятельная необходимость проведения основательных исследований, которые позволят оценить существующую в настоящее время ситуацию и принять меры по ее улучшению.

Литература

1. Щербakov Е. Ф., Александров Д. С., Дубов А. Л. Электроснабжение объектов строительства: учебное пособие. Ульяновск: УлГТУ, 2011. 404 с.
2. Зайцев В. Е., Нестерова Т. А. Электротехника. Электроснабжение, электротехнология и электрооборудование строительных площадок. 5-е изд., стереотипное. М.: Издательский центр «Академия», 2008. 128 с.
3. Reznichenko V., Demidov V., Demidov G. Assessment of actual power and electric power at construction sites // Architecture and Engineering. 2016. V. 1. No. 3. P. 24–28. URL: <http://aej.spbgasu.ru/index.php/AE/article/view/59> (accessed on: 12.03.2017).
4. ГОСТ 32144–2013. Нормы качества электрической энергии в системах электроснабжения общего назначения. М. Стандартинформ, 2014. 16 с.
5. ГОСТ 30804.4.7–2013. Общее руководство по средствам измерений и измерениям гармоник и интергармоник для систем электроснабжения и подключаемых к ним технических средств. М.: Стандартинформ, 2013. 66 с.
6. ГОСТ 30804.3.2–2013. Совместимость технических средств электромагнитная. Эмиссия гармонических составляющих тока техническими средствами с потребляемым током не более 16 А (в одной фазе). Нормы и методы испытаний. М. Стандартинформ, 2014. 26 с.
7. ГОСТ 30804.3.12–2013. Совместимость технических средств электромагнитная. Нормы гармонических составляющих тока, создаваемых техническими средствами с потребляемым током более 16 А, но не более 75 А (в одной фазе), подключаемыми к низковольтным системам электроснабжения общего назначения. Нормы и методы испытаний. М. Стандартинформ, 2014. 28 с.

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

ИССЛЕДОВАНИЕ СИСТЕМЫ ЗАПУСКА ВИБРАЦИОННОЙ УСТАНОВКИ С РАССОГЛАСОВАНИЕМ ДЕБАЛАНСОВ

STUDY OF THE STARTING SYSTEM FOR THE VIBRATION UNIT WITH MISMATCH OF BALANCE WEIGHTS

В статье рассмотрен предлагаемый новый способ запуска вибрационной установки в зарезонансную область с подавлением при прохождении околорезонансной области эффекта Зоммерфельда. Изложенный способ может применяться для вибрационных установок с числом дебалансов не менее двух. Приведено описание системы управления виброустановки с рассогласованием дебалансов, имитационное моделирование предлагаемого варианта. Результаты исследований в виде графиков переходных процессов в пусковом режиме, полученных с помощью имитационного моделирования, подтверждают правильность предлагаемого решения. Статья написана в рамках исследований новых конструкций и способов управления вибрационными установками.

Ключевые слова: вибрационная установка, пусковой режим, эффект Зоммерфельда, подавление электромеханического резонанса, электромеханическая система, имитационное моделирование.

The article considers a new method of vibration unit starting to operate under super-resonance conditions with suppression of the Sommerfeld effect around the near-resonant region. This method can be applied for vibration units with at least two balance weights. A description of the vibration unit control system with mismatch of balance weights and simulation modeling of the proposed option are given. Results of the studies in the form of start-up transient curves obtained by means of simulation modeling validate the proposed solution. The article is prepared within the framework of studying new structures and methods for vibration units' control.

Keywords: vibration unit, start-up conditions, Sommerfeld effect, suppression of electromechanical resonance, electromechanical system, simulation modeling.

Вибрационные установки могут работать в широком диапазоне частот вращения дебалансов, поэтому им приходится выходить в зарезонансную область работы. При этом во время прохождения электромеханической системой (ЭМС) электропривода виброустановки резонансной области, возможно «застревание» приводов в этой области частот при разгоне (торможении), сопровождающееся интенсивными упругими колебаниями в ЭМС (эффект Зоммерфельда) [1].

В данной работе предлагается новый способ подавления эффекта Зоммерфельда, заключающийся в минимизации вынуждающей силы при прохождении резонансной зоны за счет регулирования рассогласования фаз роторов θ .

Модели вибрационной установки с различными системами управления, представлены в [2]. Общий вид модели вибрационной установки с системой управления, реализующей предлагаемый способ в пакете программ *MATLAB Simulink*, представлен на рис. 1. Поскольку модель является достаточно сложной, то для удобства построения и наладки, а также для обеспечения наглядности она разделена на подсистемы. Имитационные модели приводов дебалансов с замкнутыми контурами тока находятся в подсистемах *DC Drive*, выходами которых являются моменты двигателей $M_{дi}$. Модели роторов дебалансов расположены в подсистемах *Rotor*, выходами которых являются проекции вынуждающих сил и моментов, действующих на виброплатформу, а также угловые скорости дебалансов. Модель механической части виброплатформы разделена на три подсистемы *Platform* с проекциями по трем координатам X , Y и Z . Выходами подсистем являются линейные и угловые движения виброплатформы, а также их производные.

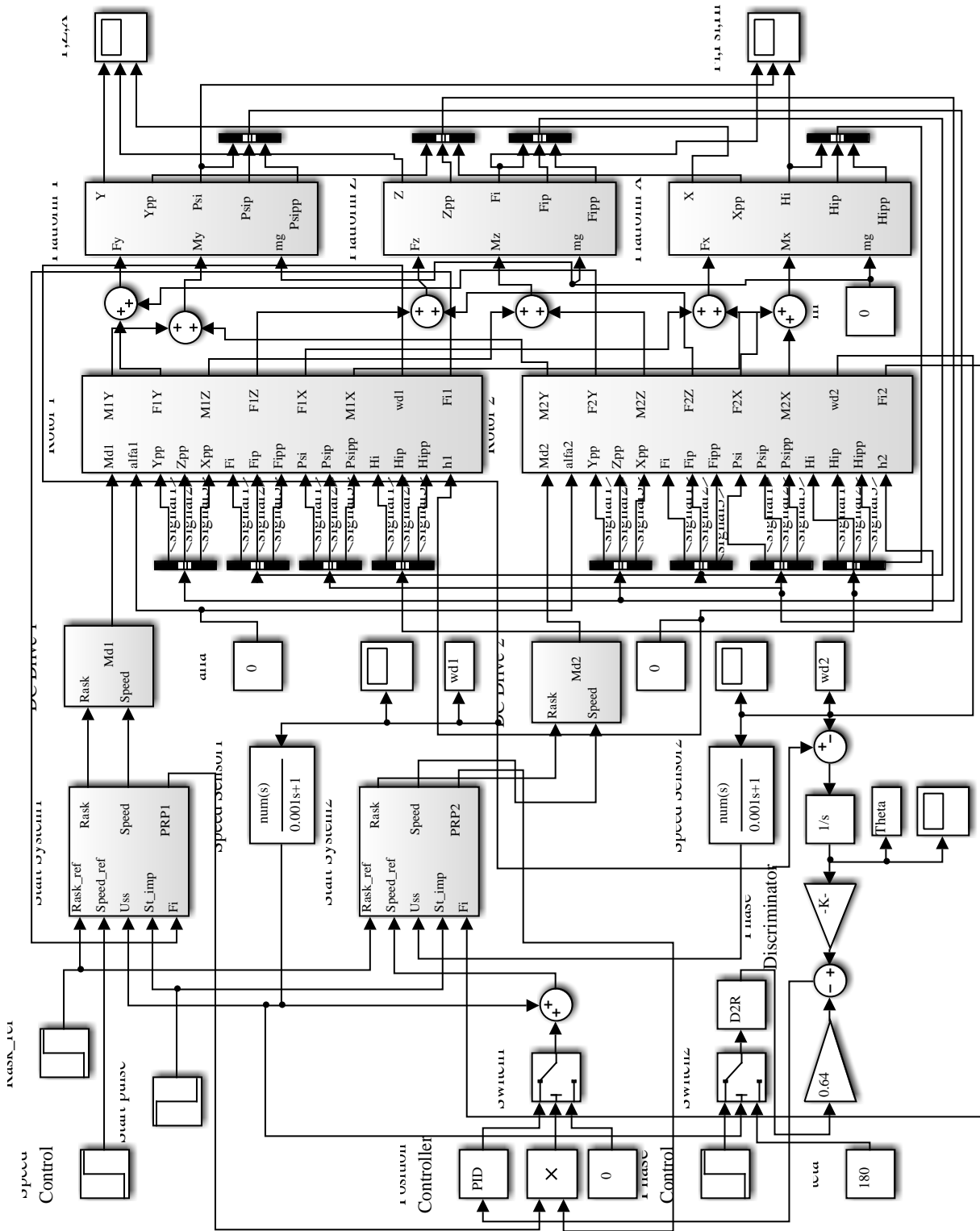


Рис. 1. Математическая модель вибрационной установки в Simulink

Пуск виброустановки начинается при подаче стартового импульса *Start pulse* на блоки управления раскачкой (БУР) дебалансов *Start System*, реализующие алгоритм двусторонней раскачки [1]. Блоком *Rask_ref* задается интенсивность раскачки. Раскачка каждого дебаланса происходит под управлением контура тока задающим сигналом *Rask* с БУР.

При выходе обоих дебалансов в крайнее верхнее положение по условию $\varphi_{Bi} > \pi$ отключается сигнал *Rask*, замыкаются контура скорости каждого привода. Управление при-

водами переходит от сигналов *Rack_ref* и *Rask* к сигналам *Speed_ref* и *Speed*, задающим скорость установившегося режима. При этом сигнал обратной связи по скорости первого (ведущего) дебаланса с блока датчика скорости *Speed Sensor1* является заданием для привода второго (ведомого) дебаланса. Одновременно по сигналам *PRP1* и *PRP2* переключается ключ, замыкая контур управления рассогласованием фаз дебалансов с регулятором положения. Для минимизации вынуждающей силы оптимальным является прохождение зоны резонанса в противофазном вращении дебалансов при $\theta = \pi$.

При достижении приводом первого дебаланса зарезонансной частоты $\omega_{Bi} \approx 1,1\omega_{уп}$, переключается ключ, изменяя угол рассогласования θ с π на рабочее значение, задаваемое блоком управления рассогласованием *Phase Control*.

Имитационное моделирование динамики пуска вибрационной установки в зарезонансную зону с исходной системой управления, реализующей пуск в синфазном режиме, показан на рис. 2. Исследование проведено в системе *MATLAB Simulink*. На графике переходного процесса по скорости ведущего привода ω_{Bi} (рис. 2а) хорошо виден этап раскочки дебаланса в период времени $t = 0 \dots 1,5$ с. Далее привод проходит частоту резонанса вертикальных колебаний по координате $\omega_{уп} = 31,4 \text{ с}^{-1}$ в момент времени $t \approx 2$ с. В это время $\theta \approx 0$, т. е. вращение дебалансов синфазное. Осциллограмма колебаний платформы уп (рис. 2, б) показывает, что прохождение частоты резонанса сопровождается существенным увеличением амплитуды колебаний до $u_{п} \approx 0,06$ м. В реальных условиях эксплуатации это может вызвать биение платформы об ее основание и выход из строя виброустановки.

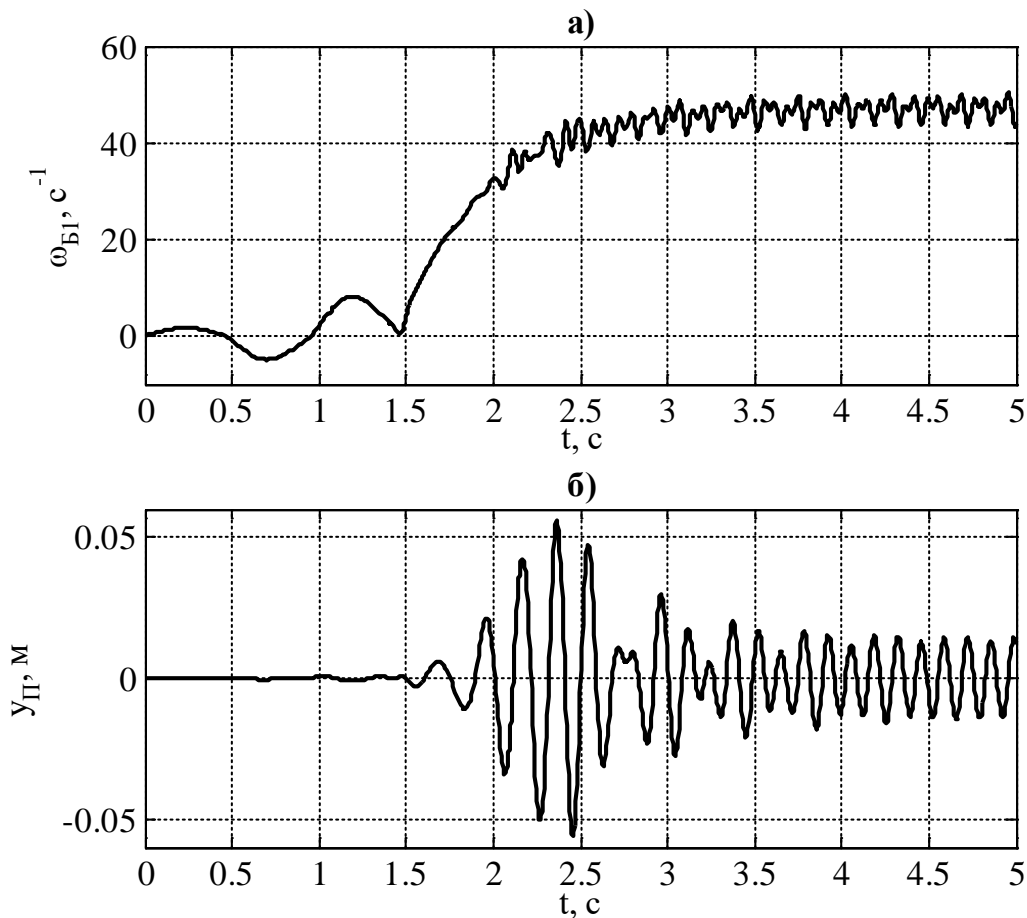


Рис. 2. Пуск виброустановки без системы управления рассогласованием дебалансов

Моделирование пуска вибрационной установки с разработанной системой управления при аналогичных условиях показано на рис. 3. Режим раскачки дебалансов аналогичен исходной системе. В момент времени $t \approx 1,5$ с оба привода замыкают контур скорости и контур рассогласования фаз, обеспечивающий противофазное вращение дебалансов на период прохождения резонансной зоны (рис. 3, а). При этом амплитуда колебаний платформы падает до $u_{\text{п}} \approx 0,015$ м (рис. 3, б), т. е. реализация предлагаемого способа позволяет снизить амплитуду колебаний платформы в 2 ... 4 раза. Далее ЭМС виброустановки преодолевает зону резонанса и в момент времени $t \approx 1,8$ с переходит в заданный рабочий режим.

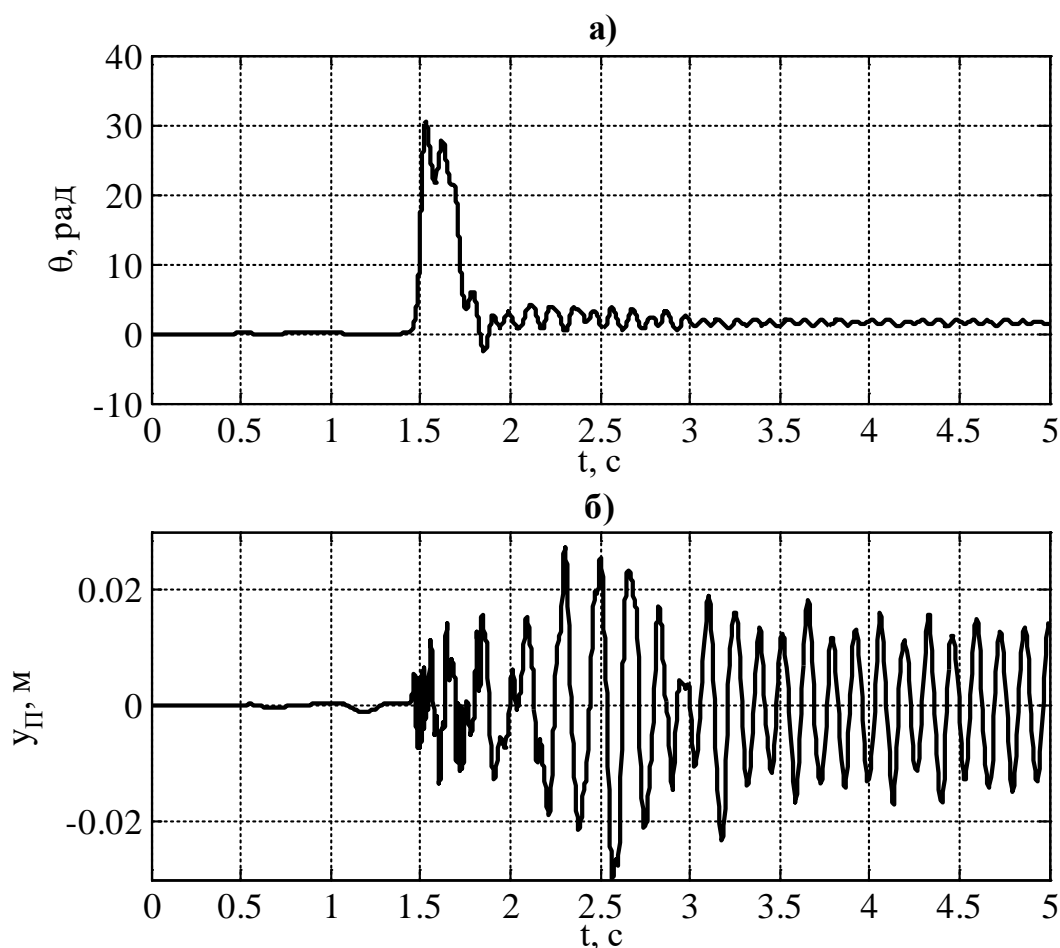


Рис. 3. Пуск виброустановки с разработанной системой управления рассогласованием дебалансов

Литература

1. Управление мехатронными вибрационными установками / под ред. И. И. Блехмана и А. Л. Фрадкова. СПб.: Наука, 2001. 278 с.
2. Шестаков В. М., Епишкин А. Е., Томчина О. П. Динамика автоматизированных электро-механических систем многороторных вибрационных установок / под общ. ред. проф. В. М. Шестакова. СПб.: Изд-во Политехн. ун-та, 2014. 108 с.

УДК 621.316

Виктор Васильевич Резниченко, канд. техн. наук,
доцент

(Санкт-Петербургский государственный
архитектурно-строительный университет)

Владимир Анатольевич Шаряков, канд. техн. наук,
доцент

(Акционерное общество «Научно-производственное
предприятие «ЭПРО»)

Ольга Леонидовна Шарякова, канд. техн. наук,
доцент

(Санкт-Петербургский государственный
архитектурно-строительный университет)

*E-mail: reznichenko.v.v@lan.spbgasu.ru,
v_a_shar@mail.ru, o_l_shar@mail.ru*

Victor Vasilevich Reznichenko, PhD of Tech. Sci.,
Associate Professor

(Saint Petersburg State University
of Architecture and Civil Engineering)

Vladimir Anatolyevich Sharyakov, PhD of Tech. Sci.,
Associate Professor

(Joint stock company “Scientific-production
enterprise EPRO”)

Olga Leonidovna Sharyakova, PhD of Tech. Sci.,
Associate Professor

(Saint Petersburg State University
of Architecture and Civil Engineering)

*E-mail: reznichenko.v.v@lan.spbgasu.ru,
v_a_shar@mail.ru, o_l_shar@mail.ru*

**КОМБИНИРОВАННЫЙ НАКОПИТЕЛЬ ЭНЕРГИИ ДЛЯ ТРОЛЛЕЙБУСОВ С
УВЕЛИЧЕННЫМ АВТОНОМНЫМ ХОДОМ**

**COMBINED ENERGY STORAGE UNIT FOR TROLLEYBUSES WITH INCREASED
AUTONOMOUS RUN**

В настоящее время при создании современного подвижного состава городского пассажирского электротранспорта большой интерес уделяется троллейбусам с увеличенным автономным ходом 10 ... 15 км. Требуемый запас хода обеспечивается накопителем энергии, в котором применяются аккумуляторные батареи. Для обеспечения заряда аккумуляторных батарей такого троллейбуса нет необходимости в создании сети специальных зарядных станций, достаточно наличия участка маршрута с контактной сетью. Перед разработчиками троллейбусов с увеличенным автономным ходом стоит задача выбора такого накопителя энергии, который обеспечит требуемый срок службы и запас хода при минимальных габаритах, весе и стоимости.

Ключевые слова: городской электротранспорт (ГЭТ), троллейбус, увеличенный автономный ход, накопитель энергии, аккумуляторная батарея, суперконденсатор, ультраконденсатор.

At the present time, in the development of modern urban passenger electric rolling stock, a lot of attention is paid to trolleybuses with increased autonomous run of 10...15 km. The required endurance is provided by energy storage units with batteries. To charge batteries of such trolleybus, there is no need in special charging points. It is sufficient to have a route section with the trolley system. Engineers designing trolleybuses with increased autonomous run face a task of selecting an energy storage unit with minimum dimensions, weight and cost, ensuring the required service life and endurance.

Keywords: urban electric transport, trolleybus, increased autonomous run, energy storage unit, battery, supercondenser, ultracondenser.

Интерес к троллейбусам с увеличенным автономным ходом (УАХ) объясняется не только появлением возможности объезда дорожно-транспортных происшествий, обесточенных участков контактной сети, но, самое главное, созданием маршрутной сети в новых микрорайонах с частичным использованием существующей контактной сети. Наличие на троллейбусе накопителя энергии (НЭ) позволяет более полно использовать энергию рекуперации.

Структурная схема силовой части такого троллейбуса показана на рис. 1(а).

При определении необходимой емкости аккумуляторной батареи (АБ) обычно проверяют выполнение двух условий:

- АБ должна иметь достаточную емкость для обеспечения требуемого запаса хода;
- длительный допустимый ток АБ должен быть больше или равен максимально-

му тяговому току троллейбуса.

Для троллейбусов с УАХ определяющим обычно становится выполнение второго условия, что приводит к завышению емкости НЭ, а значит к увеличению габаритов, веса и стоимости.

Опыт эксплуатации подобных троллейбусов показал, что длительная работа АБ с максимально допустимыми токами приводит к значительному тепловыделению. Работа АБ при температуре больше 50 °С существенно снижает ее срок службы.

Для того чтобы определяющим было первое условие, необходимо снизить амплитуды колебаний рабочего тока АБ, вызванные переходными режимами работы тягового преобразователя при движении троллейбуса на городских линиях. Такое ограничение приведет и к уменьшению тепловыделения и, следовательно, к продлению срока службы АБ.

Для ограничения амплитуды колебаний рабочего тока АБ предлагается использовать комбинированный НЭ, в котором кроме АБ используются суперконденсаторы (СК) (рис. 1(б)).

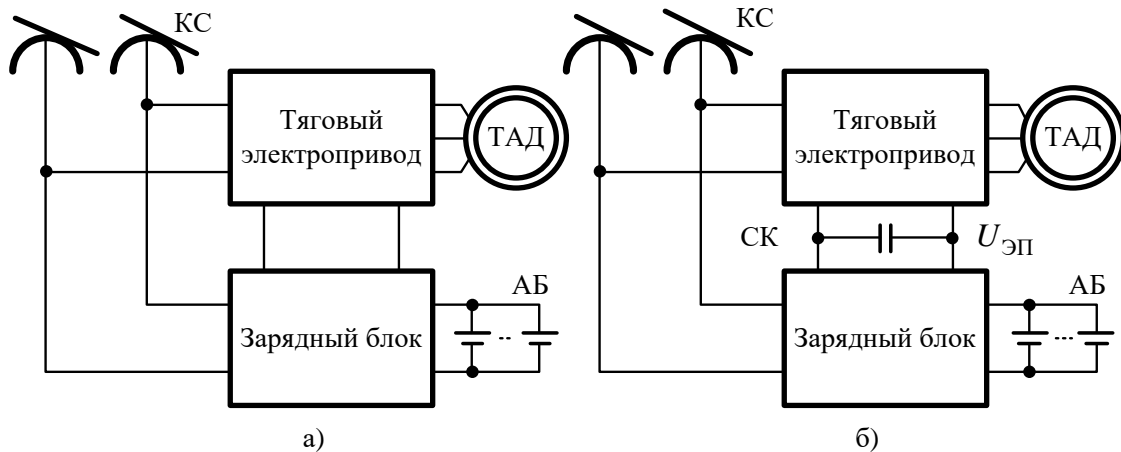


Рис. 1. Структурная схема силовой части троллейбуса с УАХ: а) НЭ с АБ; б) НЭ с АБ и СК

Зарядный блок, показанный на рис. 1а, обеспечивает следующие режимы работы:

1. Режим заряда АБ ($SOC \leq SOC_{max}$): $U_{КС} > U_{КСmin}$; $I_{ТБ} \leq I_{ТБmax}$; $I_{ТБ} \leq 0$.
2. Режим разряда АБ ($SOC \geq SOC_{min}$): $U_{КС} = 0$; $I_{ТБ} \leq I_{АБmax}$; $I_{ТБ} \leq 0$.

Здесь SOC (state of charger) – уровень заряда АБ, %; SOC_{max} – максимальный уровень заряда АБ, %; SOC_{min} – минимальный допустимый уровень заряда АБ, %; $U_{КС}$ – напряжение контактной сети (КС), В; $U_{КСmin}$ – минимальное напряжение КС (400 В) [1]; $I_{ТБ}$ – потребляемый ток троллейбуса, А; $I_{ТБmax}$ – допустимое значение потребляемого тока троллейбуса, определяемое расчетным числом троллейбусов на участке контактной сети и допустимым током контактного провода, А; $I_{АБmax}$ – допустимый ток АБ, А.

Зарядный блок, показанный на рис. 1, б, дополнительно обеспечивает режим ограничения тока АБ ($I_{АБmax}$) во время движения троллейбуса от АБ за счет снижения напряжения, питающего тяговый электропривод:

$$U_{ЭП} = U_{АБ} - \gamma \cdot \begin{cases} 0, & \text{если } I_{ТБ} \leq I_{АБmax}; \\ I_{ТБ}, & \text{если } I_{ТБ} > I_{АБmax}, \end{cases}$$

где, γ – корректировочный коэффициент.

Подключенный к зарядному блоку параллельно тяговому электроприводу СК (см. рис. 1, б) будет, разряжаясь, обеспечивать необходимый ток троллейбуса:

$$I_{ТБ} = \begin{cases} I_{АБ}, & \text{если } I_{ТБ} \leq I_{АБmax}; \\ I_{АБ} + I_{СК}, & \text{если } I_{ТБ} > I_{АБmax} \text{ и } U_{СК} \geq U_{ЭП}, \end{cases}$$

где $I_{СК}$ – ток СК, А.

После уменьшения потребляемого тока троллейбусом СК зарядится до напряжения АБ. Емкость СК определяется из условия:

$$C_{СК} \geq \frac{(I_{ТБmax} - I_{АБmax}) \cdot t_{раз}}{U_{СКmax} - U_{СКmin}},$$

где $I_{ТБ\max}$ – максимальный ток троллейбуса при разгоне на нормированном перегоне 350 м [2]; $C_{СК}$ – требуемая емкость СК, Ф; $U_{СК\max}$ – максимальное допустимое напряжение СК, В; $U_{СК\min}$ – напряжение, до которого может разрядиться СК, В; $t_{\text{раз}}$ – время разгона троллейбуса на нормированном перегоне 350 м [2], с.

На рис. 2 показан фрагмент результата моделирования движения троллейбуса при питании от комбинированного накопителя энергии на отрезке 216 ... 218 минут. Графики изменения скорости $V_{ТБ}$ (КС) и тока троллейбуса $I_{ТБ}$ получены на основании расшифровки архива, снятого с реального троллейбуса, работающего на городском маршруте при питании от КС, и учитывают текущую дорожную обстановку.

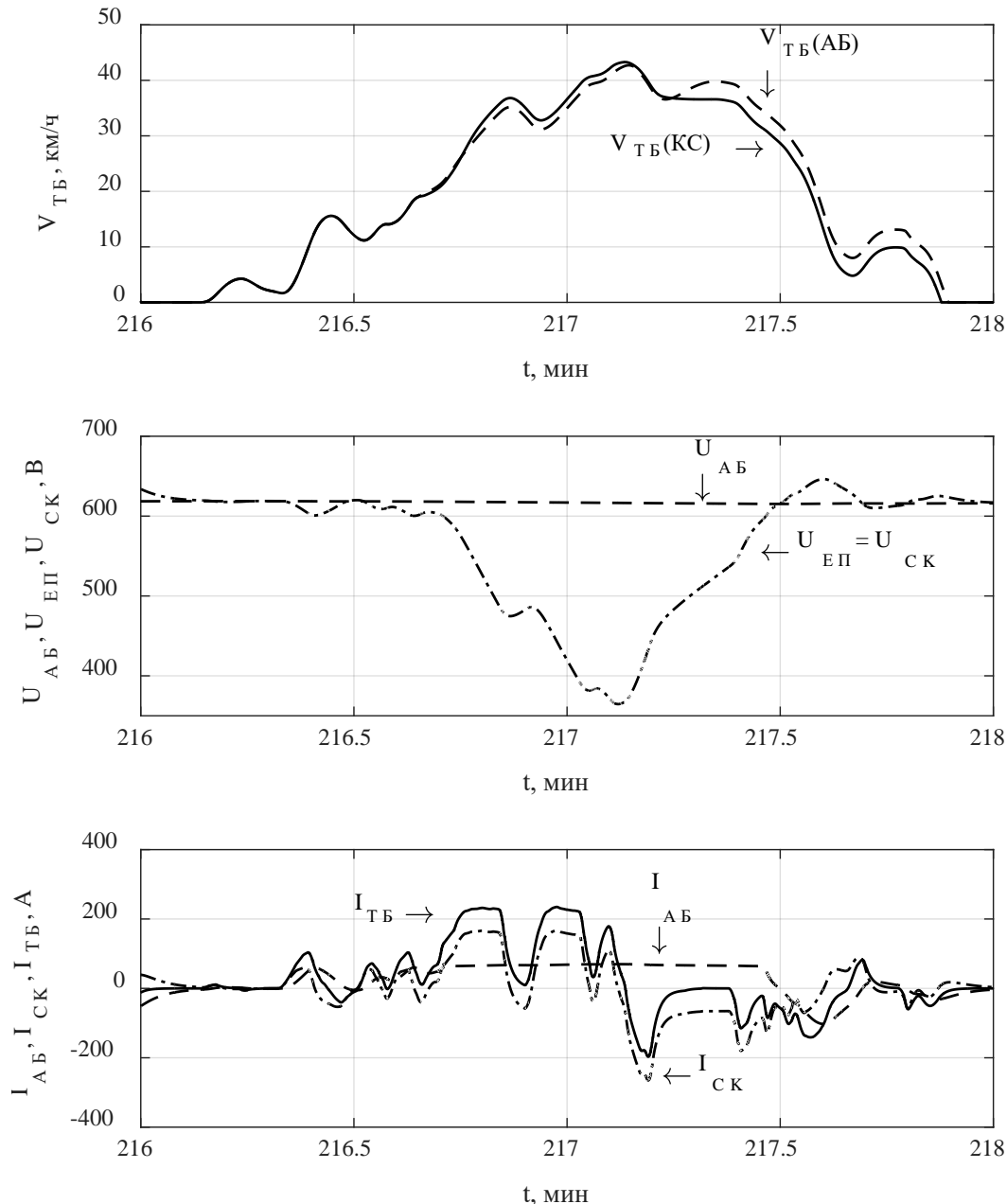


Рис. 2. Результат моделирования движения троллейбуса на одном участке при питании от КС и комбинированного НЭ

На графике изменения скорости троллейбуса показано, что в случае питания только от АБ из-за ограничения тока троллейбуса на уровне $I_{АБ\max}$ наблюдаются задержки изменения скорости $V_{ТБ}$ (АБ) по сравнению с требуемым графиком движения $V_{ТБ}$ (КС).

Из графиков изменения токов видно, что ток АБ (I_{AB}) ограничен на заданном уровне около 150 А. Сумма токов I_{AB} и $I_{СК}$, рассчитанных при имитационном моделировании, соответствует требуемому току троллейбуса $I_{ТБ}$, полученного на основе архивных данных и обеспечивающего заданный график движения по маршруту.

Таким образом, применение комбинированного НЭ позволило производить выбор АБ только исходя из условия обеспечения требуемого запаса хода, что обеспечивает снижение ее габаритов, веса и стоимости. Броски тока, в переходных режимах компенсируются установкой СК, включенного параллельно АБ.

Литература

1. ГОСТ 6962–75. Транспорт электрифицированный с питанием от контактной сети. Ряд напряжений (с Изменением № 1). М.: ИПК Издательство стандартов, 1996. 8 с.
2. СМТ ЭТ 007-04. Стандарт министерства транспорта Российской Федерации. Троллейбусы городские пассажирские. Общие технические требования: принят и введен в действие распоряжением Министерства транспорта Российской Федерации от 15.03.2004 № АК-15-р. URL: <http://docs.cntd.ru/document/1200077165> (дата обращения: 22.02.2017).

УДК 681.5.004.94

Ольга Петровна Томчина, канд. техн. наук,
доцент

Дмитрий Владимирович Горлатов, ассистент
(Санкт-Петербургский государственный
архитектурно-строительный университет)

E-mail: otomchina@mail.ru, dgorlatov@lan.spbgasu.ru

Olga Petrovna Tomchina, PhD of Tech. Sci.,
Associate Professor

Dmitrii Vladimirovitch Gorlatov, Teaching Assistant
(Saint Petersburg State University
of Architecture and Civil Engineering)

E-mail: otomchina@mail.ru, dgorlatov@lan.spbgasu.ru

ФРАКЦИОНИРОВАНИЕ СЫПУЧЕГО МАТЕРИАЛА С ПОМОЩЬЮ ВИБРАЦИОННОГО ГРОХОТА

FRACTIONATION OF BULK MATERIAL BY VIBRATION SCREENING MACHINE

Изучено поведение двухроторной вибрационной машины типа грохот при разделении на фракции (просеивании) сыпучего материала (смеси). Динамика вибрационной машины и обрабатываемого материала (груза) смоделированы с помощью программной среды *MATLAB*. В модели учтена неоднородная структура материала, обусловленная наличием фракций, имеющих частицы, разные по массе и размерам. Неоднородность сыпучего материала моделируется с помощью добавления случайной компоненты в изменение массы груза во времени. Результаты исследований представлены в виде графиков и подтверждают устойчивую работу вибрационной машины в кратном синхронном режиме при обеспечении условий работы, оптимальных для грохочения.

Ключевые слова: вибрационный грохот, вибрационное фракционирование, вибрационное просеивание, вибрационное сортирование, сыпучий материал, компьютерное моделирование.

The behavior of a two-rotor vibrating machine, such as a screening machine, is studied when the bulk material (mixture) is divided into fractions (sifting). The dynamics of the vibrating machine and the material to be processed (cargo) is modeled using the *MATLAB* software environment. The model takes into account the heterogeneous structure of the material, due to the presence of fractions having particles of different mass and size. The inhomogeneity of the bulk material is modeled by adding a random component to the change in the mass of the cargo in time. The results of the studies are presented in the form of graphs and confirm the stable operation of the vibrating machine in a multiple synchronous mode while providing working conditions optimal for screening.

Keywords: vibration screening machine, vibratory fractionation, vibratory screening, vibratory sorting, bulk material, computer simulation.

Вибрационные машины типа грохот могут использоваться для вибрационного разделения (сепарирования) сыпучих смесей в строительстве: очистку сырья от примесей, фракционирование и сортирование. Рабочим органом грохота является колеблющаяся си-

то, на один конец которого подается обрабатываемый материал, а с другого конца выгружается отработка (или сход), состоящая из фракций, не соответствующих необходимому размеру и не прошедших сквозь ячейки сита. Сит может быть несколько, тогда они располагаются одно под другим в порядке уменьшения ячеек. Сита часто выполняются наклонными в сторону разгрузочного конца (рис. 1).

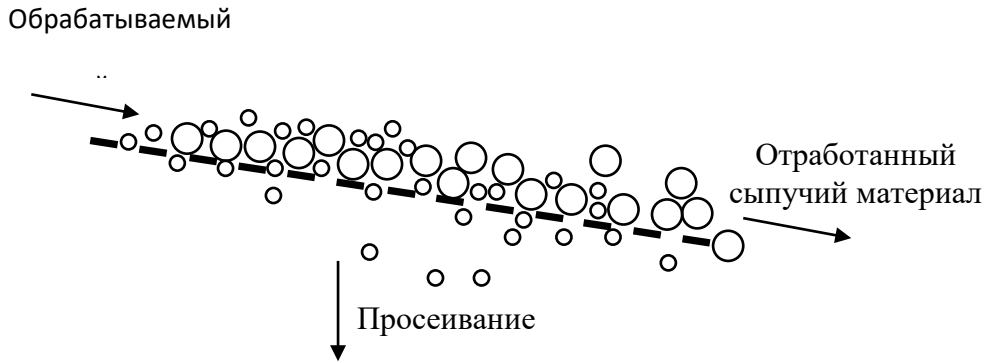


Рис. 1. Процесс грохочения на наклонном сите

В данной работе в программной среде MATLAB изучается обработка сыпучего материала (смеси) на двухроторной вибрационной машине, модель которой строилась по расчетной схеме из [1]. Предполагается, что сыпучий материал вместе с ситами грохотов может быть рассмотрен как дополнительный упруго присоединенный к платформе груз. Начальная масса груза не равна нулю и соответствует массе сит (лотка). Полученная модель (1) учитывает нестационарность груза, а также поступление (подачу) и отделение (сход и просеивание) частиц груза:

$$\begin{aligned}
 & m_0 \ddot{x}_c + \dot{\varphi}[(m_1 - m_2)r \sin \varphi - m_1 \rho_1 \sin(\varphi + \varphi_1) - m_2 \rho_2 \sin(\varphi + \varphi_2)] - \\
 & \quad - \ddot{\varphi}_1 m_1 \rho_1 \sin(\varphi + \varphi_1) - \ddot{\varphi}_2 m_2 \rho_2 \sin(\varphi + \varphi_2) + \\
 & \quad + \dot{\varphi}^2[(m_1 - m_2)r \cos \varphi - m_1 \rho_1 \cos(\varphi + \varphi_1) - m_2 \rho_2 \cos(\varphi + \varphi_2)] - \\
 & \quad - \dot{\varphi}_1^2 m_1 \rho_1 \cos(\varphi + \varphi_1) - \dot{\varphi}_2^2 m_2 \rho_2 \cos(\varphi + \varphi_2) - 2\dot{\varphi}\dot{\varphi}_1 m_1 \rho_1 \cos(\varphi + \varphi_1) - \\
 & \quad - 2\dot{\varphi}\dot{\varphi}_2 m_2 \rho_2 \cos(\varphi + \varphi_2) + 2c_{01}x_c + c_{11}(x_c - x_r) + \beta \dot{x}_c = 0; \\
 & m_0 \ddot{y}_c - \dot{\varphi}[(m_1 - m_2)r \cos \varphi - m_1 \rho_1 \cos(\varphi + \varphi_1) - m_2 \rho_2 \cos(\varphi + \varphi_2)] + \\
 & \quad + \ddot{\varphi}_1 m_1 \rho_1 \cos(\varphi + \varphi_1) + \ddot{\varphi}_2 m_2 \rho_2 \cos(\varphi + \varphi_2) + \\
 & \quad + \dot{\varphi}^2[(m_1 - m_2)r \sin \varphi - m_1 \rho_1 \sin(\varphi + \varphi_1) - m_2 \rho_2 \sin(\varphi + \varphi_2)] - \\
 & \quad - \dot{\varphi}_1^2 m_1 \rho_1 \sin(\varphi + \varphi_1) - \dot{\varphi}_2^2 m_2 \rho_2 \sin(\varphi + \varphi_2) - 2\dot{\varphi}\dot{\varphi}_1 m_1 \rho_1 \sin(\varphi + \varphi_1) - \\
 & \quad - 2\dot{\varphi}\dot{\varphi}_2 m_2 \rho_2 \sin(\varphi + \varphi_2) + m_0 g + 2c_{01}y_c + c_{12}(y_c - y_r) + \beta \dot{y}_c = 0; \\
 & \ddot{x}_c [(m_1 - m_2)r \sin \varphi - m_1 \rho_1 \sin(\varphi + \varphi_1) - m_2 \rho_2 \sin(\varphi + \varphi_2)] + \\
 & \quad + \ddot{y}_c [-(m_1 - m_2)r \cos \varphi + m_1 \rho_1 \cos(\varphi + \varphi_1) + m_2 \rho_2 \cos(\varphi + \varphi_2)] + \\
 & \quad + \ddot{\varphi}(J - 2m_1 r \rho_1 \cos \varphi_1 + 2m_2 r \rho_2 \cos \varphi_2) + \dot{\varphi}_1(J_1 - m_1 r \rho_1 \cos \varphi_1) + \\
 & \quad + \dot{\varphi}_2(J_2 + m_2 r \rho_2 \cos \varphi_2) + \dot{\varphi}_1^2 m_1 r \rho_1 \sin \varphi_1 - \dot{\varphi}_2^2 m_2 r \rho_2 \sin \varphi_2 + \\
 & \quad + 2\dot{\varphi}\dot{\varphi}_1 m_1 r \rho_1 \sin \varphi_1 - 2\dot{\varphi}\dot{\varphi}_2 m_2 r \rho_2 \sin \varphi_2 - (m_1 - m_2)gr \cos \varphi + \\
 & \quad + m_1 g \rho_1 \cos(\varphi + \varphi_1) + m_2 g \rho_2 \cos(\varphi + \varphi_2) - a^2(c_{01} - c_{02}) \sin 2\varphi + \beta \dot{\varphi} = 0;
 \end{aligned} \tag{1}$$

$$\begin{aligned}
 m_r \ddot{x}_r - c_{11}(x_c - x_r) + \dot{m}_r \dot{x}_r + \beta \dot{x}_r &= F_x; \\
 m_r \ddot{y}_r + \dot{m}_r \dot{y}_r + m_r g - c_{12}(y_c - y_r) + \beta \dot{y}_r &= F_y; \\
 -\ddot{x}_c m_1 \rho_1 \sin(\varphi + \varphi_1) + \ddot{y}_c m_1 \rho_1 \cos(\varphi + \varphi_1) + \ddot{\varphi}(J_1 - m_1 r \rho_1 \cos \varphi_1) + \\
 + \dot{\varphi}_1 J_1 - \dot{\varphi}^2 m_1 r \rho_1 \sin \varphi_1 + m_1 g \rho_1 \cos(\varphi + \varphi_1) + k_c \dot{\varphi}_1 &= M_1. \\
 -\ddot{x}_c m_2 \rho_2 \sin(\varphi + \varphi_2) + \ddot{y}_c m_2 \rho_2 \cos(\varphi + \varphi_2) + \ddot{\varphi}(J_2 + m_2 r \rho_2 \cos \varphi_2) + \\
 + \dot{\varphi}_2 J_2 + \dot{\varphi}^2 m_2 r \rho_2 \sin \varphi_2 + m_2 g \rho_2 \cos(\varphi + \varphi_2) + k_c \dot{\varphi}_2 &= M_2
 \end{aligned}$$

где x_c, y_c – координаты центра масс несущего тела (лотка с ситами) вибромашины в декартовой системе координат; φ – угол поворота лотка в вертикальной плоскости Oxy , отсчитываемый против часовой стрелки; φ_i – угол поворота i -го ротора вокруг оси электродвигателя, отсчитываемый против часовой стрелки; x_r, y_r – координаты центра масс груза в декартовой системе координат; $m_0 = m_n + \sum_{i=1}^n (m_i)$ – масса вибромашины; m_n – масса лотка; m_i – масса i -го ротора; $J_i = J_{ci} + m_i \rho_i^2$ – момент инерции i -го ротора; $J = J_n + \sum_{i=1}^n J_i + \sum_{i=1}^n m_i r_i^2$ – момент инерции вибромашины; J_n – момент инерции лотка относительно центра масс; J_{ci} – момент инерции i -го ротора относительно оси вращения; ρ_i – эксцентриситет i -го ротора относительно оси вращения; r_i – расстояние от центра масс лотка до оси вращения i -го ротора; c_{0k} – коэффициенты эквивалентной жесткости упругих опорных элементов лотка по горизонтальной ($k = 1$) и вертикальной ($k = 2$) осям; c_{1k} – коэффициенты эквивалентной жесткости упруго присоединенного груза по горизонтальной ($k = 1$) и вертикальной ($k = 2$) осям; $k = 1, 2$; β – демпфирование в пружинах; g – ускорение свободного падения; F_x, F_y – проекции на оси Ox и Oy соответственно результирующей внешних сил F , действующих на груз, и обусловленной скоростью и массой отделяющегося просеиваемого материала; M_i – вращающий момент электродвигателя i -го ротора; $k_c \dot{\varphi}_i$ – момент сил сопротивления вращению i -го ротора; $i = 1, 2$; k_c – коэффициент вязкого трения в подшипниках вибровозбудителей.

В данной работе предполагается, что обрабатываемый материал подается после момента начальной синхронизации [2] роторов t_1 , а с момента времени t_2 начинается выход с сит просеиваемого материала в требуемые стороны (по фракциям). Если сыпучий материал не является однородным и состоит из частиц, различающихся по размеру и массе, изменение результирующей массы груза на интервале времени $t > t_1$ осуществляется со скоростью, имеющей постоянную составляющую V_r и стохастическую (случайную) компоненту, т. е. при моделировании в системе MATLAB предполагалось, что скорость изменения груза на входе виброустановки подчиняется системе (1).

$$\dot{m}_r(t) = \begin{cases} 0, & \text{при } t < t_1; \\ V_r + A(R(1) - 0,5), & \text{при } t_1 < t; \end{cases} \quad (2)$$

где V_r – постоянная составляющая скорости нагружения; $R = \text{rand} [1; 2]$ – случайная величина, равномерно распределенная на отрезке $[0; 1]$; $A = \max \Delta V_r$ – константа, определяющая максимальную величину стохастической составляющей скорости нагружения. Функция $R = \text{rand} (m, n)$ формирует массив размера $m \times n$, элементами которого являются случайные величины, распределенные по равномерному закону в интервале $(0; 1)$. Следовательно, смещенная величина $(R(i) - 0,5)$ равномерно распределена на интервале $(0,5; -0,5)$. Как видно из (2), при формировании скорости изменения массы просеиваемого материала на входе виброустановки используется первый элемент вектора случайных чисел $R(1)$. При моделировании изменения массы при выходе отсеиваемого материала,

начинающегося с момента времени t_2 , случайный характер этого изменения моделируется с помощью второй компоненты вектора $R(2)$ (3):

$$F_x = \begin{cases} 0, & \text{при } t < t_2; \\ (V_r + A(R(2) - 0,5)) \cdot \dot{x}_r, & \text{при } t > t_2; \end{cases} \quad F_y = \begin{cases} 0, & \text{при } t < t_2; \\ (V_r + A(R(2) - 0,5)) \cdot \dot{y}_r, & \text{при } t > t_2. \end{cases} \quad (3)$$

Для управления вращением роторов в процессе моделирования использовался алгоритм управления кратной синхронизацией для двухроторной виброустановки из [3].

На рис. 2, а представлены графики угловых скоростей роторов. Угловые скорости соответствуют двукратному синхронному режиму, когда скорость первого ротора, находящегося ближе к загрузочному концу лотка, в два раза меньше скорости второго ротора, ближайшего к разгрузочному концу. Это создает асимметрию колебаний лотка, способствующую вибротранспортированию. Скорости стабилизируются на уровне $\omega_1 = 65 \text{ с}^{-1}$; $\omega_2 = 130 \text{ с}^{-1}$ с колебаниями, не превышающими 5 % от установившихся значений, что показывает наличие устойчивой кратной частотной синхронизации.

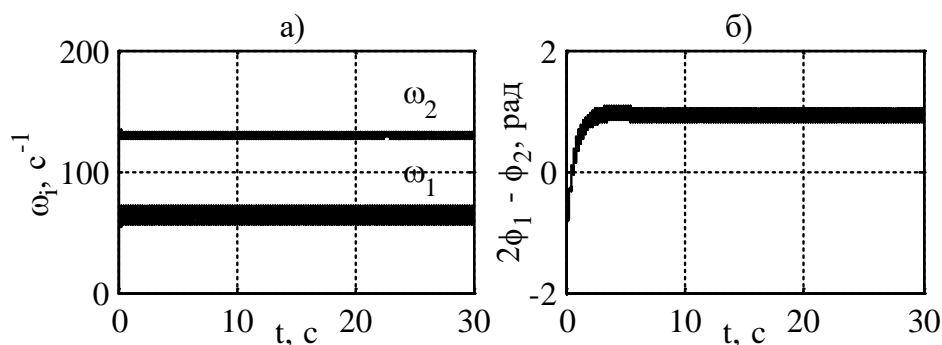


Рис. 2. Графики, демонстрирующие наличие устойчивой кратной частотно-координатной синхронизации

На рис. 2, б приведена зависимость от времени кратной приведенной разности фаз роторов, значение которой стабилизируется у постоянного значения, что демонстрирует наличие устойчивой приближенной кратной координатной синхронизации. Таким образом, из рис. 2 видно, что вибрационная машина при просеивании неоднородного сыпучего материала работает в устойчивом кратном синхронном режиме, увеличивающем производительность процесса.

На рис. 3, а приведена траектория колебаний лотка с грузом в вертикальной плоскости. Траектория имеет наклон вправо, что способствует вибротранспортированию материала в сторону разгрузочного конца. Амплитуда колебаний по горизонтали и вертикали примерно совпадают. Сложная форма траектории, близкая к кардиоиде, позволяет лучше разделить обрабатываемый материал в случае слипания или комкования.

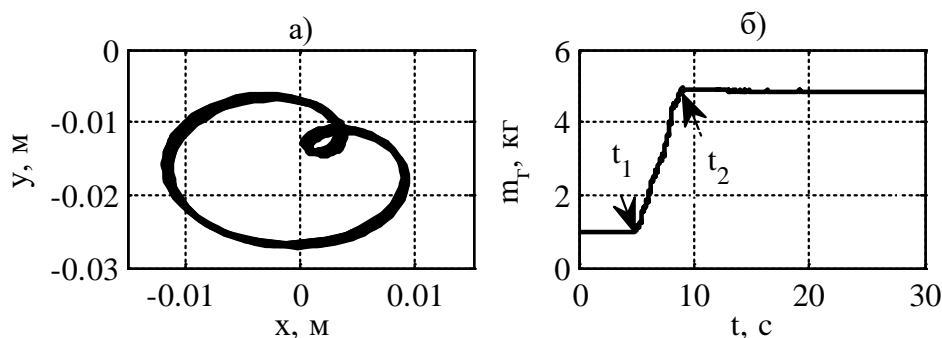


Рис. 3. Траектория колебаний лотка (сит с грузом) в вертикальной плоскости (а) и график изменения массы обрабатываемого материала (б)

Как видно из графиков рис. 3б, при $t > t_2$, т. е. начиная с момента времени t_2 , масса насыпаемого на сита материала примерно соответствует массе материала, убывающего через разгрузочный конец грохота.

Таким образом, можно говорить об эффективности фракционирования сыпучих материалов на вибрационной машине, имеющей двухроторную конструкцию, схожую с моделируемой, под управлением алгоритма [3], обеспечивающего устойчивый двукратный синхронный режим работы.

Литература

1. Томчина О. П., Томчин Д. А., Горлатов Д. В. Алгоритм кратной синхронизации для виброустановки с роторами, имеющими разные массоинерционные характеристики // Современное машиностроение. Наука и образование: мат-лы 2-й Междун. научно-практической конф.; под ред. М. М. Радкевича и А. Н. Евграфова. СПб.: Изд-во Политехн. ун-та, 2012. С. 752–762.
2. Блехман И. И. Синхронизация в природе и технике, М.: Наука, 1981. 352 с.
3. Фрадков А. Л., Томчина О. П., Галицкая В. А., Горлатов Д. В. Интегро-дифференцирующие алгоритмы скоростного градиента в задачах кратной синхронизации вибрационных установок // Научно-технический вестник ИТМО. 2013. № 1(83). С. 30–37.

УДК 621.316

Владимир Анатольевич Шарьяков, канд. техн. наук,
доцент

(Акционерное общество «Научно-производственное
предприятие «ЭПРО»)

Ростислав Эдуардович Баруздин, ассистент

(Санкт-Петербургский государственный
архитектурно-строительный университет)

E-mail: v_a_shar@mail.ru, zendar-007@mail.ru

Vladimir Anatolyevich Sharyakov, PhD of Tech. Sci.,
Associate Professor

(Joint stock company “Scientific-production
enterprise EPRO”)

Rostislav Eduardovich Baruzdin, assistant

(Saint Petersburg State University
of Architecture and Civil Engineering)

E-mail: v_a_shar@mail.ru, zendar-007@mail.ru

ПРИМЕНЕНИЕ НАКОПИТЕЛЯ ЭНЕРГИИ В КАЧЕСТВЕ СТАБИЛИЗАТОРА НАПРЯЖЕНИЯ НА ТЯГОВЫХ ПОДСТАНЦИЯХ

APPLICATION OF THE ENERGY STORAGE UNIT AS A VOLTAGE REGULATOR AT TRACTION SUBSTATIONS

В настоящее время энергосбережение становится стратегическим направлением приоритетного развития многих областей промышленности и секторов экономики, в том числе и транспортной индустрии. Использование современного подвижного состава на городском электротранспорте может позволить возвращать в сеть до 40 % затраченной энергии во время рекуперативного торможения, но существующие тяговые подстанции не могут передать эту энергию в питающую сеть. Замена оборудования на подстанциях требует значительных капиталозатрат. Применение на подстанции накопителей энергии позволит аккумулировать энергию рекуперации, стабилизировать напряжения в контактной сети и снизить пульсации тока.

Ключевые слова: городской электротранспорт (ГЭТ), троллейбус, трамвай, накопитель энергии, рекуперация, суперконденсатор, ультраконденсатор.

At the present time, energy saving is becoming a strategic direction of priority development in many industries and economy sectors including the transport industry. Use of modern urban electric rolling stock can ensure regeneration of up to 40 % of the consumed energy during regenerative braking, but the existing traction substations cannot transfer this energy to the supply network. Replacement of equipment at substations requires significant capital expenditures. Application of energy storage units at substations will ensure storage of regenerative power, voltage regulation in the trolley system and reduction of current pulsations.

Keywords: urban electric transport, trolleybus, tram, energy storage unit, regeneration, supercondenser, ultracondenser.

Необходимо отметить, что за последнее время все больше городов закупает подвижной состав, оснащенный тяговыми транзисторными преобразователями, или произ-

водит замену релейно-контакторной системы управления (РКСУ) на тяговые транзисторные преобразователи, обеспечивающие рекуперативное торможение двигателями как постоянного тока, так и переменного. К сожалению, существующие тяговые подстанции (ТП) не могут обеспечить прием энергии торможения. Поэтому в реальных условиях только часть этой энергии может быть использовано другим подвижным составом.

Одним из возможных решений проблемы более полного использования энергии рекуперации может быть установка на ТП или в местах с интенсивным движением электротранспорта накопителей электрической энергии (НЭ).

На рис. 1 представлен результат мониторинга напряжения и тока контактной сети на шинах ТП. Как видно из представленных графиков, ток изменяется в широких пределах и имеет пульсирующий вид и возможны броски тока, превышающие 1,5 кА. Кроме того, надо отметить, что такой пульсирующий характер тока неудовлетворительно сказывается и на работе силового оборудования ТП и приводит к преждевременному его износу.

В качестве НЭ предлагается использовать суперконденсаторы (ультроконденсаторы) (СК).

Емкость СК предлагается определять из условия обеспечения пускового тока:

$$C_{СК} \geq \frac{(I_{КСmax}) \cdot t_{РАЗ}}{U_{СКmax} - U_{СКmin}},$$

где $I_{КСmax}$ – максимальный пусковой ток, определяется числом одновременно находящихся на участке подвижных единиц, А; $C_{СК}$ – требуемая емкость СК, Ф; $U_{СКmax}$ – максимальное допустимое напряжение СК [1]; $U_{СКmin}$ – напряжение до которого может разрядиться СК [1]; $t_{РАЗ}$ – время разгона троллейбуса на нормированном перегоне 350 м [2], с.

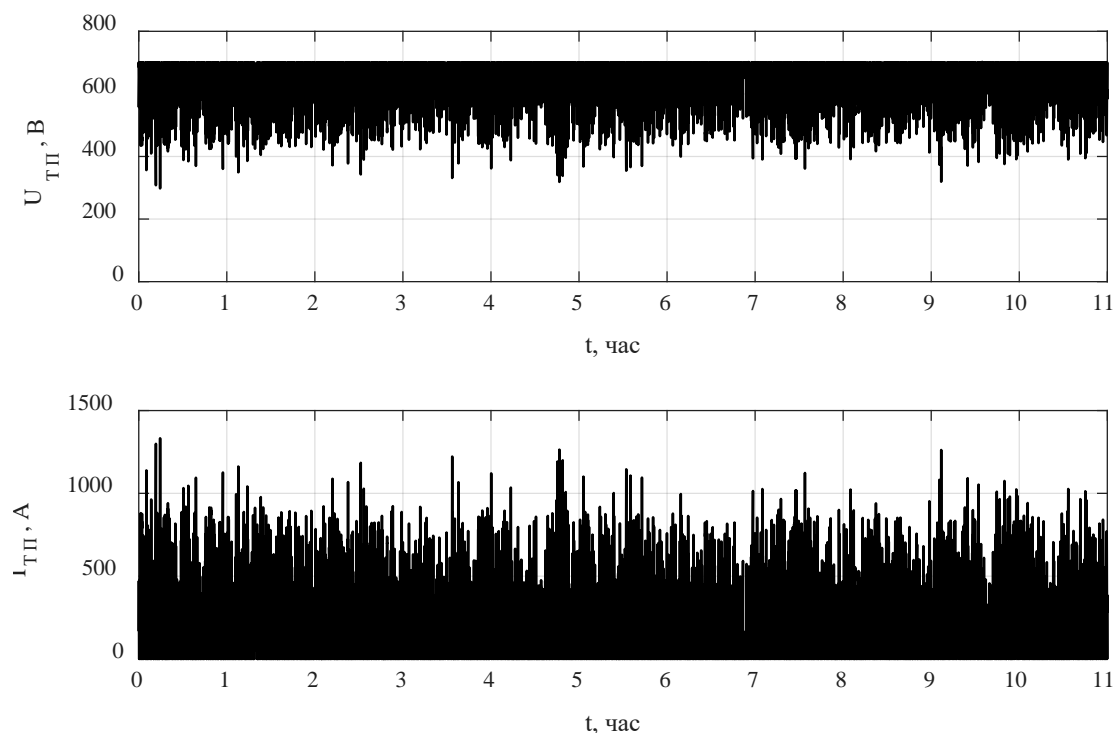


Рис. 1. Напряжение и ток на шинах тяговой подстанции

На рис. 3 показан фрагмент результата моделирования напряжения и тока ТП при установке НЭ на выходных шинах рис. 2.

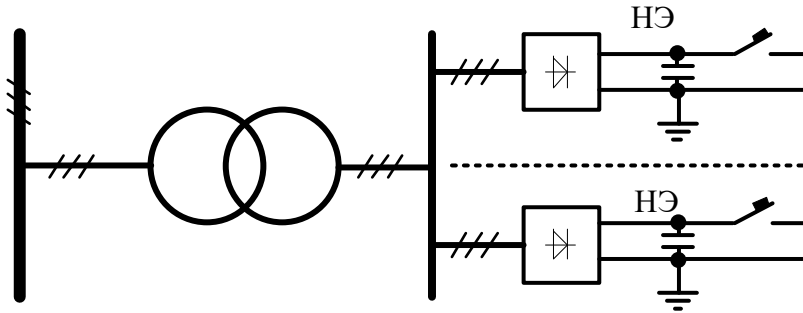


Рис. 2. Структурная схема тяговой подстанции с НЭ

Как видно из графиков, у напряжения U_2 на шинах ТП после установки НЭ уменьшились провалы по сравнению с напряжением U_1 на шинах ТП без НЭ. Установка НЭ тоже уменьшила броски токов I_2 .

Результаты имитационного моделирования показали, что установка НЭ ограничивает пульсации токов и напряжения. Учитывая, что на шинах ТП установлен НЭ, емкость которого выбрана по условию обеспечения пуска нескольких единиц подвижного состава, то при их торможении рекуперативная энергия будет в нем аккумулироваться.

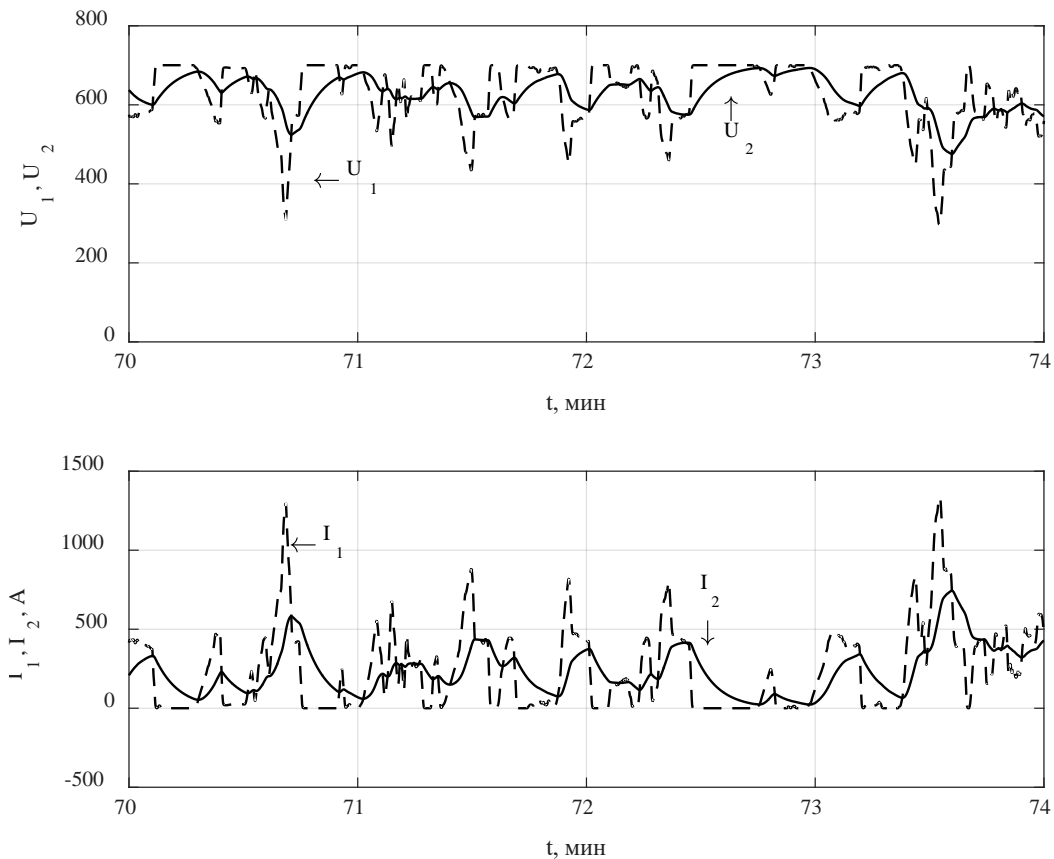


Рис. 3. Графики изменения тока и напряжения на шинах ТП

Литература

1. ГОСТ 6962–75. Транспорт электрифицированный с питанием от контактной сети. Ряд напряжений. М.: Издательство стандартов, 1976. 5 с.
2. СМТ ЭТ 007-04. стандарт министерства транспорта российской федерации троллейбусы городские пассажирские. Общие технические требования [Электронный ресурс]. URL: <http://docs.cntd.ru/document/1200077165> (дата обращения: 12.02.2017).

Научное издание

АРХИТЕКТУРА – СТРОИТЕЛЬСТВО – ТРАНСПОРТ

Материалы 73-й научной конференции профессоров,
преподавателей, научных работников, инженеров
и аспирантов университета

4–6 октября 2017 года

Часть II

ИНЖЕНЕРНО-ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ СИСТЕМЫ

Компьютерная верстка И. А. Яблоковой

Подписано к печати 28.12.2017. Формат 60×84 1/8. Бум. офсетная.

Усл. печ. л. 24,5. Тираж 500 экз. Заказ 181. «С» 140.

Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет.
190005, Санкт-Петербург, 2-я Красноармейская ул., д. 4.

Отпечатано на ризографе. 190005, Санкт-Петербург, ул. Егорова, д. 5/8, лит. А.