



**МАГИСТРАТУРА –
АВТОТРАНСПОРТНОЙ ОТРАСЛИ
Часть I**



МАГИСТРАТУРА – АВТОТРАНСПОРТНОЙ ОТРАСЛИ

Часть I

IV (2020)

Материалы IV Всероссийской межвузовской конференции
«Магистерские слушания»

Министерство науки и высшего образования
Российской Федерации

Санкт-Петербургский государственный
архитектурно-строительный университет

МАГИСТРАТУРА – АВТОТРАНСПОРТНОЙ ОТРАСЛИ

**Материалы IV Всероссийской межвузовской конференции
«Магистерские слушания»**

Часть I

24–25 октября 2019 года

Санкт-Петербург
2020

УДК 69(063)

Рецензенты:

Ложкин Владимир Николаевич д-р техн. наук, профессор, заслуженный деятель науки РФ, профессор кафедры пожарной, аварийно-спасательной техники и автомобильного хозяйства ФГБОУ ВО Санкт-Петербургский университет ГПС МЧС России;

Лукинский Владислав Валерьевич, д-р техн. наук, профессор, профессор Департамента менеджмента НИУ ВШЭ в Санкт-Петербурге

Магистратура – автотранспортной отрасли: материалы IV Всероссийской межвузовской конференции «Магистерские слушания». Часть I. 24–25 октября 2019 г.; СПбГАСУ. – СПб., 2020. – 341 с.

ISBN 978-5-9227-1036-1

ISBN 978-5-9227-1037-4

Опубликованы статьи участников IV Всероссийской межвузовской конференции «Магистерские слушания», прошедшей 24–25 октября 2019 г. На базе автомобильно-дорожного факультета СПбГАСУ.

Печатается по решению Научно-технического совета СПбГАСУ

Редакционная коллегия:

канд. техн. наук, доцент, декан автомобильно-дорожного факультета
С. М. Грушецкий (председатель) (СПбГАСУ);

д-р техн. наук, профессор, зав. кафедрой наземных
транспортно-технологических машин *С. А. Евтюков* (СПбГАСУ);

канд. техн. наук, доцент, зав. кафедрой автомобильных дорог, мостов
и тоннелей *М. П. Клековкина* (СПбГАСУ);

канд. техн. наук, доцент, зав. кафедрой технической эксплуатации
транспортных средств *И. О. Черняев* (СПбГАСУ);

д-р экон. наук, доцент, зав. кафедрой транспортных систем
А. И. Солодкий (СПбГАСУ)

ISBN 978-5-9227-1036-1

ISBN 978-5-9227-1037-4

© Коллектив авторов, 2020

© Санкт-Петербургский государственный
архитектурно-строительный университет, 2020

СЕКЦИЯ АВТОМОБИЛЬНЫХ ДОРОГ, МОСТОВ И ТОННЕЛЕЙ

УДК 625.72.002.5

Наталья Юрьевна Алимова,

канд. техн. наук

Руслан Сергеевич Халенко,

студент

Екатерина Николаевна Суражевская,

студент

(Воронежский государственный

технический университет)

E-mail: natalimowa@ya.ru,

ruslankhalenko@gmail.com,

katerinanikol@e-mail.ru

Nataliya Yurievna Alimova,

PhD of Sci. Tech.

Ruslan Sergeevich Halenko,

student

Ekaterina Nikolaevna Sarazhevskaya,

student

(Voronezh State

Technical University)

E-mail: natalimowa@ya.ru,

ruslankhalenko@gmail.com,

katerinanikol@e-mail.ru

НОРМАТИВНЫЕ ТРЕБОВАНИЯ К ЗИМНЕМУ СОДЕРЖАНИЮ АВТОМОБИЛЬНЫХ ДОРОГ

NORMATIVE REQUIREMENT FOR WINTER ROADS MAINTENANCE

Представлен перечень основных стандартов, нормирующих транспортно-эксплуатационные показатели автомобильных дорог на территории Российской Федерации. Проведен анализ нормативных требований к зимнему содержанию автомобильных дорог в России. Проведен сравнительный анализ нормативных требований, предъявляемых к содержанию автомобильных дорог в зимний период в России и других странах. Сопоставлены требования к толщине слоя снега на поверхности автомобильной дороги и директивному времени на снегоочистку проезжей части. Отмечено, что в отечественных нормативных документах не предъявляются требования к коэффициенту сцепления в зимний период. Сделан вывод о жесткости требований, предъявляемых к зимнему содержанию автомобильных дорог в России.

Ключевые слова: зимнее содержание дорог, проезжая часть, уровень содержания, толщина снежных отложений, директивное время

The basic standards list for standardize transport and operational parameters for roads on the Russian Federation is reported. The analysis of normative requirement for winter roads maintenance in Russia is performed. The comparative analysis of normative requirement for winter roads maintenance in Russia and other countries is performed. The requirements for the thickness of the snow deposits on the road surface and the directive time for snow removal of the carriageway are compared. There are no friction index requirements in the winter period in national normative documents. It was concluded about the stringency of the requirements for winter roads maintenance in Russia.

Keywords: winter road maintenance, carriageway, service level, thickness of the snow deposits, directive time

Для обеспечения высоких потребительских свойств автомобильных дорог и безопасности дорожного движения в зимний период необходимо уделять особое внимание состоянию дорожного покрытия. Требования, предъявляемые к параметрам, которые определяют спектр и качество проведения работ по зимнему содержанию автомобильных дорог отражены в нормативных документах.

В настоящее время в России в качестве стандарта, нормирующего транспортно-эксплуатационные показатели автомобильных дорог принят ГОСТ Р 50597-2017 «Автомобильные дороги и улицы. Требования к эксплуатационному состоянию, допустимому по условиям обеспечения безопасности дорожного движения. Методы контроля» [1].

В документе установлены предельно допустимые значения показателей эксплуатационного состояния автомобильных дорог, в том числе и в зимний период.

В частности, для рыхлого или талого снега, зимней скользкости установлен нормативный срок устранения, окончания снегоочистки, то есть директивное время, по истечении которого покрытие автомобильной дороги должно соответствовать нормативным требованиям. Нормативный срок устранения зимней скользкости принимается с момента ее обнаружения до полной ликвидации. Окончание снегоочистки – с момента окончания снегопада или метели до момента завершения работ [1].

Соблюдение требований стандарта обеспечивает допустимый уровень содержания автомобильных дорог.

В соответствии с межгосударственным стандартом, утвержденным для всего Таможенного союза ГОСТ 33181-2014 «Дороги автомобильные общего пользования. Требования к уровню зимнего содержания» [2], дороги общего пользования, в зависимости от значения и интенсивности движения, подразделяются на пять уровней содержания. Показатели уровней зимнего содержания автомобильных дорог обоснованы технико-экономическими расчетами, исходя из оценки влияния состояния дорог на безопасность движения и обеспеченность расчетной скорости.

Согласно ГОСТ 33181-2014 ни один из уровней содержания не допускает наличия скользкого наката на проезжей части автомобильных дорог. На участках автомобильных дорог, относящихся к высшим (1 и 2) уровням зимнего содержания предписано обеспечивать чистоту зимних дорог на уровне «черного» асфальта, на других уровнях – допустимый слой уплотненного снега должен быть обработан фрикционными или химико-фрикционными противогололедными материалами. Только во время снегопада и снегоочистки возможно наличие слоя рыхлого снега на покрытии толщиной слоя от 1 до 5 сантиметров. Исключение составляют автомобильные дороги с щебеночным покрытием и интенсивностью движения менее 1500 машин в сутки [2].

Стандарты на зимнее содержание дорог действуют практически во всех странах, где в зимний период наблюдается выпадение твердых осадков [3, 4, 5, 6, 7]. Требования к эксплуатационному состоянию проезжей части автомобильных дорог, как и в России, подразделяются на несколько уровней зимнего обслуживания. Определяющими факторами при этом являются стратегическая важность дороги и интенсивность движения. В отдельных странах также учитываются местные климатические условия, состав и характер движения. Так в Норвегии помимо экономической важности учитываются местные климатические условия. К дорогам, расположенным на юге страны предъявляются менее жесткие требования по высоте слоя снежных отложений и времени, отведенному на снегоочистку, чем к дорогам на севере [3].

Нормативные документы Канады, Финляндии, Норвегии, Швеции, Дании, Исландии, Эстонии, Латвии, как и России, четко

регламентируют требования к максимально допустимой толщине слоя снега на проезжей части, при достижении которой необходимо выполнить работы по снегоочистке и время после окончания снегопада, в течение которого дорога должна быть полностью очищена. На маршрутах важного значения покрытие должно быть абсолютно чистым. Дороги более низких уровней обслуживания возможно содержать под снежным накатом [3].

В скандинавских странах основным требованием, предъявляемым к дорожным условиям в зимний период, является обеспечение коэффициента сцепления. Минимально допустимое значение коэффициента сцепления на дорогах наивысшего уровня обслуживания аналогично требованиям ГОСТ Р 50597-2017 к минимальному значению коэффициента сцепления для дорог России. Однако в скандинавских странах коэффициенты сцепления нормируются для каждого уровня обслуживания автодорог в зимний период [3, 4, 6].

В нормативных документах Австрии, Бельгии, Германии, Словении, Швейцарии требования относительно состояния дорожного покрытия менее детальны – нет четкого ограничения по допустимой толщине снежных отложений на покрытии дорог. Тем не менее, необходимость и порядок проведения работ по зимнему содержанию (вид и время проведения работ, продолжительность маршрута обслуживания), так же устанавливаются на основании экономической важности дороги [3].

Требования к уровню содержания каждого класса дорог индивидуальны для всех стран. Наиболее жесткие требования предъявляются в Латвии, Эстонии и Дании, где нормативами предусмотрено содержать дороги высших категорий чистыми от снега. При этом отдельно нормируется время на уборку снега после метелей и снегопадов [7].

Оценивая возможность проезда по всей общественной сети дорог, следует отметить, что в Исландии и Норвегии дороги низких категорий в зимний период могут быть закрыты [3, 5]. В Финляндии и северной части Швеции на главных дорогах может быть наложено ограничение скоростного режима [3, 4, 6]. В России ограничение максимальной скорости должно быть установлено на дорогах с уплотненным снежным покровом [1].

Анализ стандартов на зимнее содержание дорог в разных странах показал, что требования к уровню зимнего содержания автомобильных дорог в России в сравнении с требованиями нормативных документов других стран не уступают по жесткости и даже превосходят большинство из них, так как не предусматривается разделения требований по времени суток, дням недели, погодным условиям. Ограничение скоростного режима устанавливается только на дорогах с уплотненным снежным покровом. Закрытие трасс по условиям движения в России не предусмотрено.

Следует отметить, что стандарты ряда стран, включая и Россию, учитывают такой показатель как высота слоя снега на дорожном покрытии, не уточняя, в результате снегопада или метели образовались отложения. Исследования снегозаносимости участков автомобильных дорог показали, что характер снежных отложений на покрытии во время метелей и снегопадов существенно отличается. Во время метелей количество отложений и их распределение на покрытии зависит от параметров поперечного профиля автомобильной дороги и снегоемкости откосов. Отложения будут неравномерно распределены по ширине покрытия. Это необходимо учитывать при назначении параметров снегоочистки. Из всех рассмотренных нормативных документов только норвежские дают ограничения по высоте метелевых отложений в середине первой полосы движения, подразделяя их в зависимости от интенсивности движения [3].

Анализ стандартов на зимнее содержание автомобильных дорог показывает, что для обеспечения непрерывного и безопасного движения в сложных погодных условиях необходимо уделить внимание снегозаносимым участкам дорог, к которым, в первую очередь относятся нераскрытые выемки. Образование снежных заносов на этих участках может привести к заторам и перерывам движения на всей трассе. Таким образом, требования нормативных документов к уровню содержания дорог являются предпосылкой для создания системы мониторинга опасных участков дорог в зимний период.

Литература

1. ГОСТ Р 50597-2017. Автомобильные дороги и улицы. Требования к эксплуатационному состоянию, допустимому по условиям обеспечения безопас-

ности дорожного движения. Методы контроля. М.: ФГУП Стандартиформ, 2007. 33 с.

2. ГОСТ 33181-2014. Дороги автомобильные общего пользования. Требования к уровню зимнего содержания. М.: ФГУП Стандартиформ, 2016. 9 с.

3. Snow & Ice Databook : PIARC Technical Committee Winter Maintenance. Andorra, 2014. 203 p.

4. Leppnen, A., Penttinen O. Finlands Revised Winter Maintenance Strategies and Quality Standards 2001 // 11-th International Road Weather Conference. Sapporo, Japan, 2002. 8p.

5. Jonasson N. Icelandic winter maintenance management system // 12-th International Road Weather Conference. Sirwec. Bingen, Germany, 2004. 7 p.

6. Eriksson M., Johansson M. Winter weather and municipal winter road maintenance // 12-th International Road Weather Conference. Sirwec. Bingen, Germany, 2004. 5 p.

7. Tsefels K. Effects of the Technology Improvements in Winter Maintenance of Estonian Roads // XIV PIARC International Winter Road Congress. Andorra, 2014. P. 1–6.

УДК 624.21/.8

Максим Владимирович Барышников,

студент

Игорь Вадимович Жутаев,

студент

Анастасия Владимировна Волокитина,

студент

Андрей Владимирович Еремин,

канд. техн. наук, доцент

(Воронежский государственный

технический университет)

E-mail: iskariy@mail.ru

Maxim Vladimirovich Baryshnikov,

student

Igor Vadimovich Zhutaev,

student

Anastasiia Vladimirovna Volokitina,

student

Andrey Vladimirovich Eremin,

PhD of Sci. Tech., associate professor

(Voronezh State

Technical University)

E-mail: iskariy@mail.ru

**ВТОРИЧНОЕ ПРИМЕНЕНИЕ БЫВШИХ
В УПОТРЕБЛЕНИИ МАГИСТРАЛЬНЫХ
ТРУБОПРОВОДОВ В КАЧЕСТВЕ
СВАЙНОГО ФУНДАМЕНТА**

**SECONDARY APPLICATION OF FORMER PIPELINES
USED AS A PILED FOUNDATION**

В связи с современными тенденциями по использованию безотходного производства, а также с целью сокращения расходов на возведение фундаментов транспортных сооружений в сложных геологических условиях в настоящее время рассматривается вопрос о вторичном использовании труб промышленных магистральных трубопроводов в качестве стальных трубчатых свай. Учитывается возможность обеспечения строящихся в сложных геологических условиях мостовых сооружений необходимыми объемами бывших в употреблении труб с необходимыми геометрическими параметрами, исходя из особенностей нефтегазовой промышленности связанных с коррозионными свойствами стали и списанием магистральных трубопроводов.

Ключевые слова: фундамент, стальная трубчатая свая, трубопровод, коррозия, прочность, износ.

In connection with modern trends in the use of non-waste production, as well as with the aim of reducing the cost of building the foundations of transport facilities in difficult geological conditions, the issue of recycling industrial main pipeline pipes as steel tubular piles is currently being considered. The possibility of providing bridge structures under construction in difficult geological conditions with the

necessary volumes of used pipes with the necessary geometric parameters, based on the characteristics of the oil and gas industry related to the corrosion properties of steel and decommissioning of main pipelines, is taken into account.

Keywords: foundation, steel tubular pile, pipeline, corrosion, strength, wear.

Конструкции мостовых сооружений сами по себе относятся к сложным для строительства. К тому же процесс строительства сильно зависит от климата и геология местности. В России особенно сложные климатические и геологические условия для строительства. Объем работ и стоимость строительства определяются размерами моста, топографией и геологией местности, а также режимом водотока под сооружением.

Любое инженерное сооружение, как известно, состоит из надземной части и фундамента, расположенного ниже уровня воды в реке или поверхности земли. В мостостроении применяют два вида фундамента: свайный и фундамент малого заложения. В сложных геологических условиях, где присутствуют «слабые» грунты, как правило, используют первый вариант фундамента.

Основное назначение фундамента – передать грунту давление от собственного веса сооружения и действующих на него нагрузок. Фундаменты и их основания – ответственные элементы сооружения, от качества и надежности которых в большой степени зависят долговечность и безопасность его эксплуатации. Фундаменты мостовых опор обычно возводят в сложных гидрогеологических условиях, вынуждающих применять конструкции и способы устройства, как правило, во многом отличающиеся от фундаментов промышленных, гражданских и других инженерных сооружений.

На мостах с проектной отметкой заложения свай свыше 40 м свое применение нашли стальные трубчатые сваи, представляющие собой полые трубы диаметром до 200 см с постоянной или переменной толщиной стенки порядка 10 мм. Стальные трубчатые элементы легче железобетонных, которые в свою очередь армируются и заполняются бетоном. В зависимости от того частично ли мы бетонируем сваю или нет к ним приваривается наконечник, который не позволяет попадать грунту в полость трубы. Так как конструкция сборная и изначально весит меньше, это снижает стоимость ее транспортировки,

ведь небольшие длины секций свай вписываются в габарит при перевозке и не вызывают лишних сложностей и затрат.

Примером такой технологии явилось их использование при постройке Крымского моста. Применение именно стальных трубчатых свай связано с технологией их погружения с одновременным наращиванием, что невозможно выполнить с помощью железобетонных. Трубчатые сваи армируются и бетонируются полностью или в случае наличия грунта, частично, что позволяет снизить риск потери несущей способности фундамента при коррозии, стали.

Для трубопроводов различного промышленного назначения основываясь на СП 34-101-98 [1] используется сталь марки А, В, Х42-Х80 и диаметр трубы может достигать 150 см. В свою очередь для трубчатых свай применяют такие марки стали как: В, Х42, Х46, Х52, Х56, Х60, Х65 до Х70 и Х80.

Так как магистральные трубопроводы воспринимают другие нагрузки, нежели сваи, то вопрос о вторичном их использовании остается открытым.

Закончившийся срок службы труб в качестве прямого их использования, не означает, что их нельзя применить в качестве свай на небольших объектах, тем самым, значительно уменьшить стоимость фундамента для сооружения. Так как существуют сооружения, воспринимающие относительно небольшие нагрузки, но при этом находятся в сложных геологических условиях, что значительно увеличивает стоимость строительства. Вид стальных труб, использовавшихся на магистральном трубопроводе, приведен на рисунке.



Вид стальных труб, использовавшихся на магистральном трубопроводе

Однако возникает ряд сложностей с использованием бывших в употреблении труб. Для вторичных труб требуется очистка от осадков и выделений газов и жидкостей по ним протекающих. Так же при отборке старых трубопроводов необходимо вырезать деформированные участки и сваривать полученные пригодные отрезки труб в укрупненные секции и устраивать накладки на швы, что повышает трудозатрату. Однако цена на бывшие в употреблении стальные трубы более чем в два раза меньше цены за новые с аналогичными характеристиками, что оправдывает трудоемкость использования подобного материала в качестве свай.

Как показывают опыт эксплуатации трубопроводов и результаты обследований их технического состояния, внутренняя коррозия выводит из строя промысловые трубопроводы за 5-10 лет, магистральные трубопроводы за 20-40 лет, трубопроводы системы газораспределения за 40-50 лет, водопроводы за 10-20 лет. Основными методами борьбы с внутренней коррозией являются: очистка перекачиваемого продукта от коррозионно-агрессивных примесей, регулирование скорости потоков, ингибирование. Однако остановить внутреннюю коррозию практически невозможно, можно только замедлить процесс. Это значит, что такие трубы списываются, постоянно учитывая протяженность нефтегазовой сети России. Даже при большом износе трубопровода, можно выйти из положения повышением прочностных характеристик ядра. Достаточно, чтобы трубопровод выдержал нагрузки при погружении его до проектной отметки. Таким образом, он обеспечит глубину погружения недоступную железобетонным сваям.

Основываясь на ОСТ 153-39.4-010-2002 [2] условие прочности трубопровода в случае расчета на износ стенки можно представить в следующем виде:

$$[\delta] \geq \delta \quad (1)$$

где $[\delta]$ и δ – это допустимый и текущий относительный износ стенки;

$$[\delta] = 1 - \frac{t_R}{t_n} - \delta_0 \quad (2)$$

δ_0 – начальное изменение толщины стенки; t_n – номинальная толщина стенки; t_R – толщина стенки трубопровода.

В случае выполнения условия прочности по износу, остается рассчитать свайный фундамент на несущую способность F_d , (основываясь на СП 24.13330.2011 [3]) следующим образом:

$$F_d = \gamma_c (\gamma_{cR} RA + u \sum \gamma_{cf} f_i n_i) \quad (3)$$

где γ_c – коэффициент условий работы сваи в грунте; R – расчетное сопротивление грунта под нижним концом сваи, кПа; A – площадь опирания на грунт сваи, м; u – наружный периметр поперечного сечения сваи, м; f_i – расчетное сопротивление i -го слоя грунта основания на боковой поверхности сваи, кПа; h_i – толщина i -го слоя грунта, соприкасающегося с боковой поверхностью сваи, м; γ_{cR}, γ_{cf} – коэффициенты условий работы грунта соответственно под нижним концом и на боковой поверхности сваи, учитывающие влияние способа погружения сваи на расчетные сопротивления грунта.

Помимо использования бывших в употреблении стальных магистральных трубопроводов в качестве свай, их можно использовать в мостостроении как обсадные конструкции, в качестве опалубки или шпунта, разрезая трубу пополам и приваривая замки типа Ларсен.

Таким образом, с целью экономии средств при возведении фундаментов небольших транспортных сооружений можно рассматривать вопрос о вторичном использовании труб промышленных трубопроводов в мостостроении.

Литература

1. СП 34-101-98 Выбор труб для магистральных нефтепроводов при строительстве и капитальном ремонте – Москва, 1998. 34 с.
2. ОСТ 153-39.4-010-2002 Методика определения остаточного ресурса нефтегазопромысловых трубопроводов и трубопроводов головных сооружений – Москва, 2002. 31с.
3. СП 24.13330.2011 Свайные фундаменты – Москва, 2011. 186 с.

УДК 625.768.5.001.5

Павел Сергеевич Костин,
студент
Евгения Александровна Бончева,
студент
Екатерина Валерьевна Субботина,
студент
Ольга Вадимовна Гладышева,
канд. техн. наук, доцент
(Воронежский государственный
технический университет)
E-mail: ov-glad@ya.ru

Pavel Sergeevich Kostin,
student
Evgeniia Aleksandrovna Boncheva,
student
Ekaterina Valerievna Subbotina,
student
Olga Vadimovna Gladysheva,
PhD of Sci. Tech., associate professor
(Voronezh State
Technical University)
E-mail: ov-glad@ya.ru

МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССА СНЕГОНАКОПЛЕНИЯ ВО ВРЕМЯ МЕТЕЛЕЙ В ПРОГРАММНОМ КОМПЛЕКСЕ FLOWVISION

THE MODELING OF SNOWDRIFTS CREATION DURING BLIZZARDS IN THE FLOWVISION

В статье рассматриваются этапы моделирования процесса накопления снега на насыпях автомагистралей с барьерными ограждениями во время метелей и создание модели насыпи автомагистрали в программном комплексе FlowVision. Приводятся характеристики опытного участка, который используется для создания модели. Описываются экспериментальные работы, проведенные на опытном участке. Модель опытного участка предназначена для моделирования процесса снегонакопления на земляном полотне автомагистралей во время метелей.

Ключевые слова: снегонакопление, моделирование, метель, зимнее содержание дорог, автомагистраль.

The modeling steps of snowdrifts creation on highways with crash barriers during blizzards and creation of highway embankment model in the FlowVision is considered in the article. The description of the experimental highway section is given. The experimental works is described. The model of experimental site can be used for modeling of snowdrifts creation on the highways during blizzards.

Keywords: snow accumulation, modeling, blizzard, winter road maintenance, highway.

При зимнем содержании современных автомагистралей необходимо контролировать текущее состояние дорожного покрытия, предупреждать возникновение опасных и критических ситуаций. Одной из таких ситуаций являются перерывы в движении вследствие снежных заносов. Для изучения процесса накопления снега на дорожном покрытии проведено моделирование снегозаносимости автомагистралей во время метелей в программном комплексе FlowVision.

Программный комплекс FlowVision предназначен для численного моделирования трехмерных течений жидкости и газа [1]. В основе программного комплекса – метод конечных объемов, высокоточные разностные схемы, эффективные численные методы и надежные математические модели физических процессов. Многочисленные модели физических процессов позволяют моделировать сложные течения, в том числе и обтекание насыпи автомагистрали снеговетровым потоком. При моделировании снеговетровой поток принимается как двухфазный поток вязкой несжимаемой жидкости [2,3].

Основной задачей FlowVision является численное решение уравнений вычислительной гидродинамики, основным из которых является уравнение Навье-Стокса, описывающее движение вязкой несжимаемой жидкости.

Программа разделена на две части: препроцессор и постпроцессор [1].

В препроцессоре осуществляется: импорт геометрии, созданной в различных системах автоматизированного проектирования; интерактивное задание граничных условий на поверхностях; задание всех исходных данных и параметров задачи.

Постпроцессор FlowVision предназначен для визуального анализа сложных трехмерных течений жидкости.

Для моделирования снегонакопления на насыпях автомагистралей в препроцессоре была создана модель автомагистрали с барьерными ограждениями, которая включает в себя геометрическую и гидродинамическую модели.

В качестве геометрической модели использовался опытный участок с видеопостом на федеральной трассе М-4 «Дон» на участке Москва – Воронеж. Участок автомагистрали относится к I Б технической категории дороги, имеет 4 полосы движения, ширину земля-

ного полотна 25 м, проезжей части 15 м, обочины 3,75 м, разделительной полосы 0,5 м.

Схема федеральной трассы М-4 «Дон» на участке Москва – Воронеж с указанием места размещения опытного участка приведена на рисунке 1.

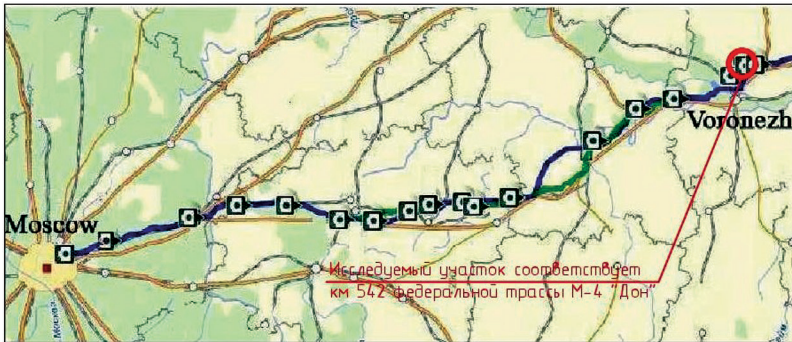


Рис. 1. Схема федеральной трассы М-4 «Дон» на участке Москва – Воронеж с указанием места размещения опытного участка

На опытном участке проведены опытно-экспериментальные работы: видеонаблюдение с помощью камер, размещенных на трассе; проведение специальной снегосъемки; анализ данных автоматических дорожных метеостанций, размещенных на трассе.

Опытный участок трассы имеет барьерные ограждения (рис. 2).

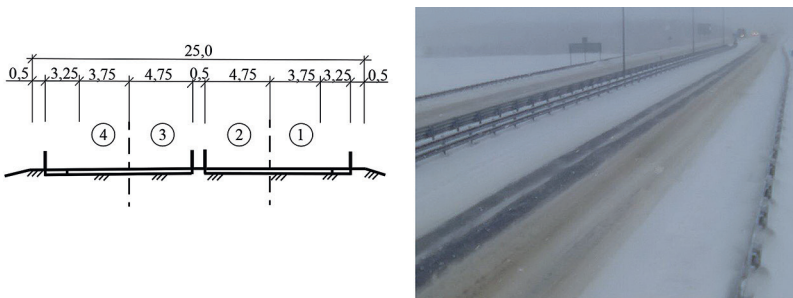


Рис. 2. Изображение участка и схема расстановки ограждений

Геометрическая модель выполнена в программе 3D MAX с помощью техники «Cube modeling». Она представляет собой замкнутую геометрическую фигуру, приближенную к параллелепипеду, в объеме которого находится насыпь, расположенная под углом 90° к входу в канал. Геометрическая модель опытного участка автомагистрали с барьерными ограждениями на федеральной трассе М-4 «Дон» представлена на рисунке 3.

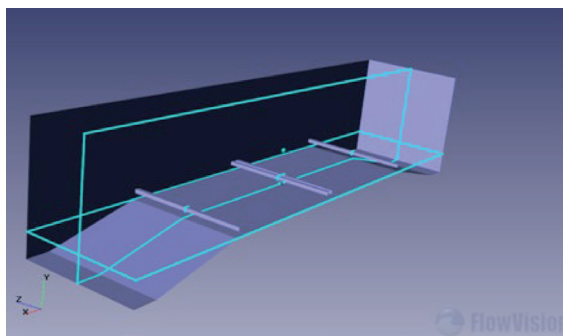


Рис. 3. Геометрическая модель опытного участка автомагистрали с барьерными ограждениями на федеральной трассе М-4 «Дон»

Гидродинамическая модель – это совокупность параметров, определяющих взаимодействие веществ в расчетной области. Работа по созданию гидродинамической модели включает в себя: общие установки; задание веществ; определение геометрических объектов; формирование фаз; установку начальных данных; создание и присвоение граничных условий.

Проведено моделирование снегонакопления для снеговетровых потоков при различных скоростях ветра во время метели: 15, 20, 25 и 30 м/с. В результате получены объемы снега, отложившегося за метель продолжительностью 20 и 60 минут в расчетных сечениях насыпи. Расчетными сечениями являются: наветренная и подветренная обочины, наветренная и подветренная проезжая часть, и разделительная полоса.

Результаты моделирования представлены в виде таблиц с объемами снегоотложений в расчетных сечениях и в графическом виде.

На рисунке 4 представлено распределение доли дисперсной фазы при скорости ветра 20 м/с.

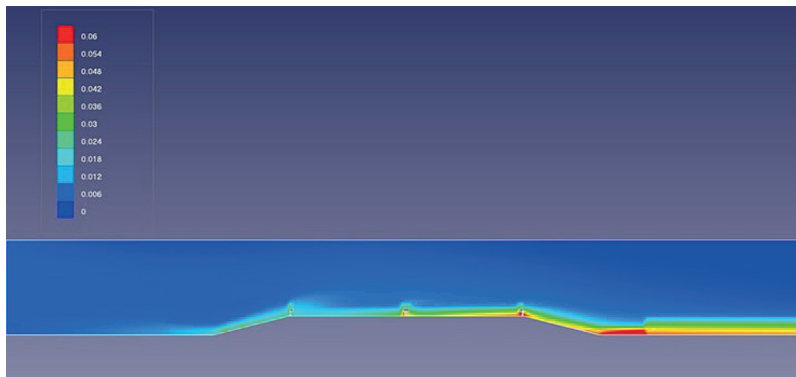


Рис. 4. Распределение доли дисперсной фазы при скорости ветра 20 м/с

Созданная модель может использоваться в постпроцессоре FlowVision для моделирования процесса снегонакопления на земляном полотне автомагистрали во время метелей и его визуального анализа. Результаты расчета можно использовать для совершенствования методики определения параметров патрульной снегоочистки при зимнем содержании автомобильных дорог.

Литература

1. FlowVision. Руководство пользователя. М.: ООО Тесис, 2012. 326 с.
2. Самодурова Т. В., Гладышева О. В. Определение количества метелевых снеготложений на земляном полотне автомобильных дорог // Известия ВУЗов. Строительство, 2003. № 8. С. 94–100.
3. Дюнин А. К. Механика метелей. Новосибирск, Изд. Сибирского отделения АН СССР, 1963. 388 с.

УДК 625.768

Татьяна Васильевна Самодурова,

д-р техн. наук, профессор

Яна Юрьевна Болдырева,

магистр

Анастасия Владимировна Соврасова,

студент

(Воронежский государственный

технический университет)

E-mail: samodurova@vgasu.vrn.ru

Tatiana Vasilevna Samodurova,

Dr. of Sci. Tech., Professor

Yana Jurevna Boldireva,

master

Anastasia Vladimirovna Sovrasova,

student

(Voronezh State

Technical University)

E-mail: samodurova@vgasu.vrn.ru

БЕЗОПАСНОСТЬ ДВИЖЕНИЯ НА АВТОМОБИЛЬНЫХ ДОРОГАХ В ЗИМНИЙ ПЕРИОД

ROAD TRAFFIC SAFETY IN WINTER PERIOD

Основная цель проводимых исследований – оценка безопасности движения на участках дорог, находящихся в эксплуатации. Рассмотрена задача оценки безопасности движения в зимний период. Использован метод сезонных коэффициентов аварийности. Расчеты проведены для характерных участков дороги – населенный пункт, подъем/спуск, пересечение в одном уровне. Исходные данные для расчета выбраны для реального участка дороги из банка дорожных данных. Влияние зимнего периода учитывается через изменение геометрических параметров дороги и сцепных качеств покрытия. Рассмотрены различные состояния дорожного покрытия – мокрое, гололед, снежный накат. Приведены результаты расчетов, задачи дальнейших исследований.

Ключевые слова: автомобильная дорога, безопасность движения, зимнее содержание, итоговый коэффициент аварийности, сезонный коэффициент аварийности

The main object of the research is to investigate the traffic safety for road sections on the maintenance stage. The problem of road traffic safety in the winter period is considered. The season accident method is used. Calculations are carried out for characteristic road sections -settlement, grade / descent, intersection. The initial data for the calculation are selected from the road database for the real highway sections. The influence of the winter period is taken into account by means of the geometric road parameters and the friction factor change. Various conditions of the pavement: wet, icing, rolled snow are considered. The results of calculations and the tasks of further research are presented.

Keywords: highway, traffic safety, the winter maintenance, total accident rate, season accident rate

В перечне национальных проектов, утвержденных указом Президента России на период до 2024, особое место для дорожно-транспортного комплекса занимает проект «Безопасные и качественные дороги». В проекте предусмотрены меры по снижению аварийности на автомобильных дорогах, профилактике дорожно-транспортных происшествий (ДТП) и снижению смертности при ДТП. В качестве целевого показателя принято сокращение смертности в 3,5 раза по сравнению с 2017 годом – до уровня, не превышающего 4 человек на 100 тыс. населения.

С наступлением зимнего периода проблема повышения безопасности движения становится наиболее актуальной. Возникновению ДТП способствуют сложные условия движения на дорогах – образование зимней скользкости, снежные заносы. От своевременного проведения работ по зимнему содержанию зависит уровень безопасности движения. Для пользователей дорог – это не только повышение скорости движения, но снижение риска возникновения ДТП. Зимний период считается наиболее сложным с точки зрения безопасности движения, так как до 15 % от общего количества ДТП происходят по причине дорожных условий, и, чаще всего из-за наличия зимней скользкости на дорожном покрытии.

Анализ зимнего содержания дорог за рубежом показывает, что при выработке требований к уровню содержания дорог в основу решения всех проблем ставится безопасность дорожного движения. Для обеспечения безопасности движения в России также разработаны стандарты, которые ограничивают время на проведение работ по борьбе со скользкостью, требуют тщательной очистки покрытия [1].

Погодные факторы оказывают непосредственное влияние на безопасность движения, Вероятность возникновения ДТП повышают факторы, зависящие напрямую от погодных условий:

- низкий коэффициент сцепления дорожного покрытия,
- уменьшение ширины проезжей части при наличии снега,
- снежные валы на пересечениях в одном уровне в зоне треугольника видимости,
- ограничение видимости при выпадении осадков, тумане, т. е. по погодным условиям.

Оценка аварийности может быть произведена несколькими методами [2]. Для участков дорог на стадии эксплуатации наиболее пригоден метод итоговых коэффициентов аварийности. Для данного метода расчет производится по формуле:

$$K_{умог} = K_1 K_2 K_3 \dots K_{14} \quad (1)$$

где $K_{умог}$ – итоговый коэффициент аварийности; K_1, K_2, \dots, K_{14} – частные коэффициенты аварийности, учитывающие влияние отдельных дорожных факторов.

Через итоговый коэффициент аварийности может быть рассчитано возможное количество ДТП (Z) на 1 млн×авт×км по формуле [3]:

$$Z = 2 \cdot 10^{-5} K_{умог}^{0.373} N t_i L, \quad (2)$$

где N – интенсивность движения, авт/ч; t_i – продолжительность нахождения дорожного покрытия дороги в условиях зимней скользкости, ч; L – длина участка дороги, км.

В развитие этого метода, позволяющего получить осредненную оценку условий движения, А.П. Васильев предложил использовать сезонные коэффициенты аварийности, учитывающие влияние погодно-климатических факторов и кратковременные изменения дорожных условий [3].

Для оценки состояний дорожного покрытия использовалась классификация технологий проведения работ по зимнему содержанию дорог с использованием противогололедных материалов (ПГМ), предложенная Самодуровой Т. В. (табл. 1) [4]. Их описание приведено в таблице 1.

Таблица 1

Характеристика технологий работ по зимнему содержанию

Технология	Наименование	Описание технологии производства работ
I	Ликвидация зимней скользкости	По образовавшемуся слою ледяных отложений распределяются ПГМ с нормами, достаточными для перевода отложений в другое агрегатное состояние

Окончание табл. 1

Технология	Наименование	Описание технологии производства работ
II	Профилактика зимней скользкости	До образования скользкости производится распределение ПГМ с уменьшенными нормами для предотвращения образования скользкости
III	Удаление рыхлого снега с покрытия	Производится патрульная снегоочистка при выпадении осадков и механическая очистка рыхлого снега с покрытия после их окончания
IV	Профилактика образования снежного наката	Распределяются ПГМ во время снегопада для недопущения уплотнения и сохранения снега в рыхлом состоянии с последующей механической очисткой
V	Распределение фрикционных материалов	Фрикционные материалы в чистом виде или в смеси с ПГМ распределяются по слою снежно-ледяных отложений, когда использование ПГМ в чистом виде неэффективно

Частные сезонные коэффициенты аварийности, учитываемые при оценке безопасности движения, применяются в зависимости от технологии проведения работ (табл. 2).

Для оценки безопасности движения дорог, находящихся на этапе эксплуатации для расчетов необходим большой объем реальной дорожной информации. Все необходимые данные были получены из федерального банка данных, формируемого по результатам диагностики. Эта информация позволяет оценить аварийность на любом участке дороги [5].

Базы данных федерального банка АБДД Дорога, которые использовались для расчета сезонных коэффициентов аварийности приведены в таблице (табл. 3).

Таблица 2

**Сезонные коэффициенты аварийности, учитываемые
при различных технологиях работ**

Частный коэффициент аварийности, учитывающий фактор	Технологии работ	Примечания
Интенсивность и состав движения в зимний период	I, II, III, IV, V	–
Ширина проезжей части и обочин, используемая для движения в зимний период	I, II, III, IV	При современных требованиях (очистка проезжей части на полную ширину) коэффициент может не вводиться
Уменьшение ширины обочин за счет образования снежных отложений	III, IV	На период проведения работ, до окончания очистки обочин
	I, II, III, IV	Для дорог, на которых допускается очистка обочин не на полную ширину
Ограничение видимости на кривых в плане снежными валами, образующимися при очистке дорог от снега	III, IV	На период проведения работ, до окончания очистки обочин
Ограничение видимости на прямых участках из-за выпадения осадков	III, IV	На период выпадения осадков. Величина ограничения зависит от вида и интенсивности выпадения осадков.
Скользкое покрытие	I, III, IV, V	Значение поправочных коэффициентов зависит от состояния покрытия, вида зимней скользкости.

Таблица 3

Базы данных, используемые при оценке безопасности движения

Наименование базы данных	Состав информации	Наименование базы данных	Состав информации
PROF	Продольный уклон	INTENS	Интенсивность движения
RPLAN	Радиус кривой в плане	OBOCHL	Ширина обочины слева
UKREP	Ширина проезжей части	OBOCHP	Ширина обочины справа
MOST	Длина и габарит моста	PRIM	Пересечения и примыкания
PUNK	Участки дорог в населенных пунктах	WIDIM	Участки с ограниченной видимостью

Оценка аварийности произведена для участков дороги в населенном пункте, на подъемах /спусках, на пересечениях в одном уровне и для перегонов. На первом этапе исследований расчеты проведены на участок протяженностью 1 км, на время 1 ч.

По результатам расчета построены линейные графики сезонных коэффициентов аварийности, рассчитана протяженность участков с различной степенью опасности.

Результаты расчетов получены также в виде диаграмм (рисунок), показывающих распределение участков дорог по степени опасности: неопасные, малоопасные, опасные и очень опасные [2].

По результатам расчета получены следующие выводы:

– В зимний период при наличии на покрытии снежного наката или гололеда все участки дорог переходят в разряд опасных и очень опасных.

– При очищенном покрытии протяженность участков с различной степенью опасности практически соответствует осеннему и весеннему периоду.

– На скользком покрытии рост возможного количества дорожно-транспортных происшествий составляет в среднем в пять раз, при снежном накате- почти в три раза по сравнению с сухим состоянием покрытия.



Результаты оценки аварийности в зимний период

Полученные результаты позволили сформулировать задачи дальнейших исследований:

1. Произвести оценку аварийности на участке дороги значительной протяженности с изменяющимися дорожными условиями.
2. Исследовать – влияние продолжительности нахождения покрытия в неблагоприятном состоянии на возможное количество ДТП
3. Выбрать оптимальные технологии проведения работ по зимнему содержанию в различных погодных условиях.

Литература

1. ГОСТ 33181 – 2014. Дороги автомобильные общего пользования. Требования к уровню зимнего содержания. М.: Стандартинформ, 2016. 8 с.
2. ОДМ 218.4.005-2010 Рекомендации по обеспечению безопасности движения на автомобильных дорогах. М.: Росавтодор, 2011. 265 с.
3. Васильев А.П. Состояние дорог и безопасность движения автомобилей в сложных погодных условиях. М.: Транспорт, 1976. 224 с.
4. Самодурова Т.В. Оперативное управление зимним содержанием дорог: Научные основы. Воронеж: Изд-во Воронеж. гос. ун-та, 2003. 168 с.
5. Формирование информационного банка данных о состоянии автомобильных дорог <http://inf-remont.ru/road/roa222/>

УДК 625.768.5.001.5

Илья Валерианович Черней,
студент
Владислав Александрович Супонин,
студент
Ольга Вадимовна Гладышева,
канд. техн. наук, доцент
(Воронежский государственный
технический университет)
E-mail: ov-glad@ya.ru

Iliia Valerianovich Cherney,
student
Vladislav Aleksandrovich Suponin,
student
Olga Vadimovna Gladysheva,
PhD of Sci. Tech., associate professor
(Voronezh State
Technical University)
E-mail: ov-glad@ya.ru

**ВИЗУАЛИЗАЦИЯ ПРОЕКТНЫХ РЕШЕНИЙ
НА ОСНОВЕ ЦИФРОВОЙ МОДЕЛИ ПРОЕКТА,
ВЫПОЛНЕННОЙ В ПРОГРАММЕ CREDO ДОРОГИ**

**THE PROJECT VISUALIZATION BASED ON THE DIGITAL
MODEL CREATED IN THE CREDO ROAD**

В статье описывается создание 3-D визуализации проектных решений с использованием модуля Визуализация системы CREDO ДОРОГИ. Выполнено создание визуализации проекта участка автомобильной дороги на обходе города на основе цифровой модели проекта. Определены группы объектов для визуализации. Проведено размещение объектов по трассе в движении и статически. Объекты дорожные знаки, разметка и автобусная остановки созданы в соответствии с нормативными документами. Созданы трехмерные модели характерных участков проектируемой дороги для визуальной оценки качества проектных решений и выявления ошибок при построении исходных и проектных поверхностей. Выполнено создание видеоролика пролета над автомобильной дорогой.

Ключевые слова: визуализация, проект, проектные решения, цифровая модель, автомобильная дорога.

The creation of 3-D visualization of project using the CREDO ROAD Visualization is considered in the article. The creation of project visualization based on the project digital model for road located near the city Suzdal was made. The object groups for visualization were selected. The placement of moving and static objects on the highway has been made. Road signs, markings and bus stops were created in accordance with regulatory documents. Three-dimensional models of special road sections for visual assessment of the design decisions quality and the errors identification in the construction of initial and design surfaces were shown. The video with a flight over the road was created.

Keywords: visualization, project, design decisions, digital model, road.

В настоящее время при проектировании автомобильных дорог в САПР часто применяются трехмерные модели. Основные задачи трехмерных моделей – это постоянная визуальная оценка проектного решения и создание материалов для презентации проекта. Визуализация проекта может производиться в специальных программах – визуализаторах или в программах САПР. В данной работе рассматривается вопрос создания визуализации в САПР CREDO ДОРОГИ с использованием программы для 3D-моделирования 3ds Max [1].

Для визуализации проектных решений использовалась цифровая модель участка автомобильной дороги на обходе города Суздаль на ПК 50+00 – ПК 65+00, которая была выполнена при разработке выпускной квалификационной работы (рис. 1).

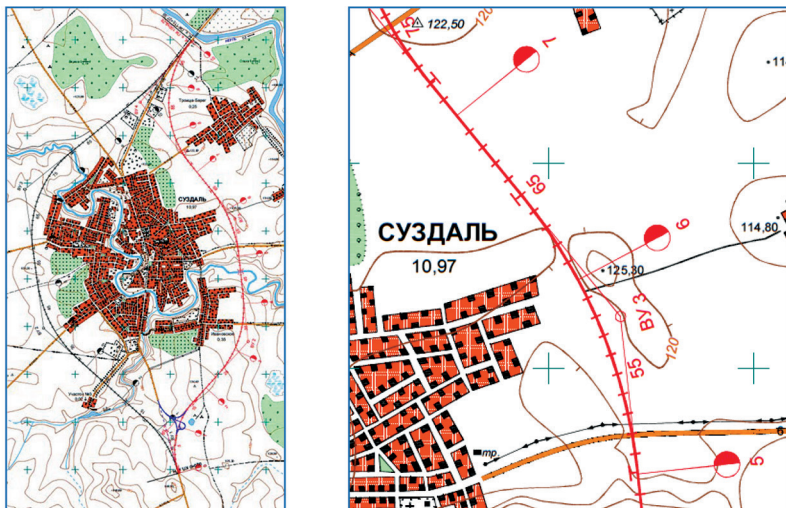


Рис. 1. Участок автомобильной дороги на обходе города Суздаль

Этапы создания 3-D визуализации участка автомобильной дороги:

1. Создание цифровой модели проекта.
2. Создание 3-D модели проекта в модуле CREDO Визуализация.
3. Запись видеоролика в модуле CREDO Визуализация.

При работе в модуле Визуализация для отображения созданы следующие группы объектов:

1. Растительность. Для отображения растительности созданы объекты кустарников и деревьев различных пород.

2. Здания и сооружения. Здания и сооружения представляют собой жилые и нежилые сооружения различной архитектурной формы. Имеют различные размеры и текстуру.

3. Люди и животные. Созданы отображения людей и животных в движении.

4. Земляное полотно. Для отображения элементов земляного полотна созданы текстуры: проезжая часть и обочины.

5. Транспортное движение. Транспортное движение представлено автобусом, легковыми и грузовыми автомобилями различных марок. Объекты транспорта отображаются в движении и статически.

6. Дорожная разметка. На проезжей части произведено создание текстуры горизонтальной дорожной разметки по ГОСТ Р 55289-2004: 1.2.1, 1.2.2, 1.17, 1.14.1.

7. Дорожные знаки. Созданы и размещены по трассе объекты дорожных знаков по ГОСТ Р 52290-2004: 1.22 Пешеходный переход, 1.27 Дикие животные, 2.3.2 Примыкание второстепенной дороги, 5.16 Место остановки автобуса и (или) троллейбуса, 5.19.1, 5.19.2 Пешеходный переход, 2.4 Уступите дорогу.

8. Автобусная остановка. На ПК 64+00 справа и слева размещены объекты автобусных остановок (рис. 2).



Рис. 2. Автобусная остановка на ПК 64+00

9. Пересечения и примыкания. На ПК 52+00 создано пересечение в одном уровне. На ПК 59+30 справа создано примыкание в одном уровне (рис. 3).



Рис.3. Пересечение в одном уровне на ПК 52+00

После размещения объектов по трассе создан видеоролик пролета над автомобильной дорогой в формате mp4.

Таким образом, модуль Визуализация программного комплекса CREDO ДОРОГИ позволяет создавать трехмерную модель проекта и реализовывать ее в виде визуализации проектных решений.

Литература

1. CREDO Визуализация. Руководство пользователя. Минск: СП Кредо-Диалог, 2019. 23 с.

УДК 625.096

Татьяна Валентиновна Гавриленко,

канд. техн. наук, доцент

Светлана Сергеевна Котлова,

магистрант

(Сибирский федеральный университет)

E-mail: tvgavrilenko@sfu-kras.ru,

s-kotlova@inbox.ru

Tatyana Valentinovna Gavrilenko,

PhD of Sci. Eng., Associate Professor

Svetlana Sergeevna Kotlova,

undergraduate

(Siberian Federal University)

E-mail: tvgavrilenko@sfu-kras.ru,

s-kotlova@inbox.ru

**ИССЛЕДОВАНИЕ ФАКТОРОВ,
ВЛИЯЮЩИХ НА БЕЗОПАСНОСТЬ ДВИЖЕНИЯ,
МЕТОДОМ АНКЕТИРОВАНИЯ ВОДИТЕЛЕЙ**

**THE STUDY OF FACTORS AFFECTING TRAFFIC SAFETY
BY THE METHOD OF QUESTIONNAIRE SURVEY DRIVERS**

Приводятся результаты анкетного опроса 87 водителей автотранспортных предприятий, проведённого с целью определения факторов, влияющих на безопасность движения, с точки зрения восприятия дороги водителем. В списке, включавшем 11 факторов, требовалось проставить баллы по мере убывания их влияния на безопасность движения. Применялась 10 балльная шкала. Был вычислен осреднённый по количеству анкет балл для каждого фактора, в соответствии с которым факторы были проранжированы по убыванию среднего балла. Наиболее опасными оказались факторы, связанные с выбоинами, трещинами и неровностями покрытия. Наименее значимыми – факторы, связанные с застоем воды на проезжей части, образованием размывов на обочинах и откосах дорог и пылимости покрытия.

Ключевые слова: анкетный опрос, водители автотранспортных предприятий, балльные оценки, ранжирование факторов, коэффициент вариации, неровности покрытия

The results of a questionnaire survey of 87 drivers of motor transport enterprises, conducted in order to identify factors affecting traffic safety in terms of perception of the road by the driver, are presented. In the list, which included 11 factors, it was necessary to put down points as their impact on traffic safety decreased. A 10 point scale was applied. The score averaged over the number of questionnaires was calculated for each factor, according to which the factors were ranked in decreasing average score. The most dangerous factors were those associated with pot-holes, cracks and uneven surfaces. The least significant are the factors associated

with stagnation of water on the roads, the formation of erosion on the roadsides and slopes of the roads and dust cover.

Keywords: questionnaire survey, drivers of motor transport enterprises, scores, ranking of factors, coefficient of variation, unevenness of coverage.

На безопасность движения по автомобильным дорогам влияет множество разнообразных факторов. Цель наших исследований заключалась в их оценке непосредственными пользователями дорог – профессиональными водителями. Для её достижения был использован метод балльных оценок, неоднократно применявшийся на нашей кафедре при изучении вопросов качества дороги, влияния рекламы на безопасность движения и других [1, 2].

В ходе исследований был проведён анкетный опрос 87 водителей автотранспортных предприятий г. Красноярска. Водителям был предложен список из 11 факторов, степень влияния которых на безопасность движения следовало оценить по 10 балльной шкале. Напротив факторов требовалось проставить баллы по мере убывания их значимости, по мнению водителя. Список факторов приведён в табл. 1.

Таблица 1

Результаты опроса водителей

№	Фактор	Средний по фактору балл	Коэффициент вариации	Ранг
1	Выбоины на автомобильной дороге	7,94	0,38	1
2	Посторонние предметы на проезжей части, создающие аварийную обстановку, при отсутствии соответствующих знаков	7,46	0,44	2
3	Неровность покрытия	7,40	0,42	3
4	Раскрытые необработанные трещины на покрытии	7,36	0,39	4
5	Шум, вибрация	7,25	0,43	5

Окончание табл. 1

6	Частые изменения освещённости и недостаточная освещённость дороги в тёмное время суток	7,23	0,42	6
7	Плохая видимость на дороге	7,01	0,49	7
8	Застой воды на проезжей части	6,41	0,51	8
9	Пылимость покрытия	6,15	0,52	9
10	Размыв обочин или откосов	5,69	0,64	10
11	Колейность на переходном покрытии	5,08	0,64	11

Для каждого фактора был вычислен средний балл

$$\bar{S}_i = \frac{S_i}{N}, \quad (1)$$

где \bar{S}_i – средний балл по i -му фактору, N – количество опрошенных водителей, S_i – сумма баллов, присвоенных i -ому фактору, которая определялась по формуле

$$S_i = \sum_{j=1}^N B_{ij}, \quad (2)$$

где B_{ij} – количество баллов, проставленное i -му фактору j -м водителем.

Средний балл позволил проранжировать факторы по степени влияния на безопасность движения. Первый ранг был присвоен фактору с наибольшим средним баллом (табл. 1).

В верхних строчках таблицы расположились факторы, связанные с дефектами покрытия (за исключением колейности на переходном покрытии) и наличием посторонних предметов на проезжей части. Фактор «Колейность на переходном покрытии» находится на последнем месте. Это можно объяснить движением автомобиля на дороге с переходным покрытием с невысокой скоростью, снижающей риски опасных состояний движения автотранспорта.

Разброс мнений опрошенных водителей оценивался при помощи коэффициента вариации C_{vi} по i -му фактору

$$C_{vi} = \frac{\sigma_i}{S_i}, \quad (3)$$

где σ_i – среднеквадратическое отклонение баллов от среднего для i -го фактора, определяемое по формуле

$$\sigma_i = \sqrt{\frac{\sum_{j=1}^N (B_{ij} - \bar{S}_i)^2}{N-1}}. \quad (4)$$

Из табл. 1 видно, что разброс мнений, выражаемый коэффициентом вариации, имеет достаточно большое значение: изменяется от 0,38 до 0,64, тогда как приемлемым разбросом считается значение, не превышающее 0,2–0,3 [3]. Мы попытались улучшить разброс мнений, разделив ответы водителей на три группы. К первой группе отнесли анкеты, в которых водители посчитали почти все факторы малоопасными, т. е. поставили небольшое количество баллов всем факторам, или записали 10 баллов только одному фактору. Таких ответов оказалось 28. Ко второй группе отнесли 33 анкеты, в которых водители установили 10 баллов большей части факторов (шесть и более). Оставшиеся 26 анкет были помещены в третью группу. Значения рангов и коэффициентов вариации в сформированных группах приведены в табл. 2.

Разбиение на группы привело к уменьшению разброса мнений для большинства факторов до приемлемых значений только во второй группе. Среди участников первой и третьей группы разброс наоборот вырос по сравнению с неразделёнными на группы результатами.

Данные из обеих таблиц показывают, что такие факторы, как «Размыв обочин или откосов» и «Колейность на переходном покрытии» сохранили соответственно предпоследнее и последнее место в ранжированном ряду для всех трёх групп, причём коэффициенты вариации для них являются, в основном, наибольшими.

Из результатов исследований можно сделать следующие выводы.

1. Наиболее существенными факторами, влияющими на безопасность движения, водители назвали те, которые связаны с выбоинами и неровностями покрытия, а также наличие посторонних предметов на проезжей части.

2. Менее существенными факторами водители посчитали застой воды на покрытии дороги, размыв обочин и откосов дороги и пыли-

мость покрытия (разрушение покрытия с образованием мелкодисперсных частиц).

3. Большие значения коэффициентов вариации свидетельствуют, что, возможно, были неудачные формулировки вопросов, на которые водители затруднялись ответить.

4. Во многих анкетах напротив отдельных факторов не были проставлены значения баллов. Эти факторы мы оценили 0 баллов, что при ранжировании сделало их малозначимыми. В таком случае предпочтительнее использовать метод ранжирования, когда опрашиваемым водителям предлагается разместить факторы, влияющие на безопасность движения, по убыванию или возрастанию.

Таблица 2

Ранг и коэффициент вариации по группам

№	Фактор	Группы водителей					
		1 группа		2 группа		3 группа	
		Ранг	Коэффициент вариации	Ранг	Коэффициент вариации	Ранг	Коэффициент вариации
1	Выбоины на автомобильной дороге	4	0,61	1	0,13	1	0,25
2	Посторонние предметы на проезжей части, создающие аварийную обстановку, при отсутствии соответствующих знаков	1	0,56	2-3	0,21	4	0,50
3	Неровность покрытия	2	0,56	6	0,29	2	0,33
4	Раскрытые необработанные трещины на покрытии	7	0,55	5	0,19	3	0,33
5	Шум, вибрация	6	0,62	2-3	0,15	6	0,43
6	Частые изменения освещённости и недостаточная освещённость дороги в тёмное время суток	5	0,52	4	0,21	5	0,41

№	Фактор	Группы водителей					
		Ранг	Коэффициент вариации	Ранг	Коэффициент вариации	Ранг	Коэффициент вариации
7	Плохая видимость на дороге	3	0,55	8	0,35	7	0,50
8	Застой воды на проезжей части	8	0,61	7	0,24	9	0,53
9	Пылимость покрытия	9	0,77	9	0,28	8	0,45
10	Размыв обочин или откосов	10	0,76	10	0,43	10	0,70
11	Колейность на переходном покрытии	11	0,63	11	0,48	11	0,77

В дальнейших исследованиях предполагается отредактировать задаваемые вопросы, а также создать анкеты для ранжирования факторов.

Литература

1. Гавриш В. В., Гавриленко Т. В. Управление качеством дорожной продукции статистическими методами // Наука и технологии: труды XXIV Российской школы. Т.2. Москва, 2004. С. 413–424.
2. Гавриленко Т. В. Антоненко О. Ю. Экспертная оценка восприятия рекламных щитов в придорожном пространстве с использованием теории нечётких множеств // Материалы Всероссийской конф. «IV Весибирский конгресс женщин-математиков». Приложение к журналу «Открытое образование». 2006. С. 23–30.
3. Сиденко В. М., Рокас С. Ю. Управление качеством в дорожном строительстве. М.: Транспорт, 1981. 252 с.

УДК 691.175:62

Александр Дмитриевич Гроховский,

студент магистрант

Денис Валерьевич Нижегородцев,

аспирант

(Санкт-Петербургский государственный

архитектурно-строительный университет)

E-mail: aktenonverbe@mail.ru,

mdvd0d@yandex.ru

Alexander Dmitrievich Grokhovskiy,

Student, master degree

Denis Valerievich Nizhegorodtsev,

graduate student

(Saint Petersburg State University

of Architecture and Civil Engineering)

E-mail: aktenonverbe@mail.ru,

mdvd0d@yandex.ru

ПРОБЛЕМЫ ОЦЕНКИ КАЧЕСТВА И ПРИМЕНЕНИЯ СТЕКЛОПЛАСТИКОВОЙ КОМПОЗИТНОЙ АРМАТУРЫ В СТРОИТЕЛЬСТВЕ

PROBLEMS OF ASSESSING THE QUALITY AND USE OF FIBERGLASS COMPOSITE REINFORCEMENT IN CONSTRUCTION

В данной статье рассмотрены результаты проведения испытаний на одноосевое растяжение стеклопластиковой композитной арматуры с применением различных клеевых составов в качестве анкерующего элемента в стальных муфтах. Композитная арматура сравнительно новый материал и имеет свои особенности в технических характеристиках по сравнению с классической стальной арматурой. По полученным результатам произвели расчеты реальных характеристик стеклопластиковой арматуры и сравнили их с расчетными характеристиками для стальной арматуры марки А500С. Сделали расширенные выводы о возможности применения композитной арматуры в качестве строительного армирующего материала.

Ключевые слова: Композитная арматура, стальная арматура, осевое растяжение, оценка качества, прочность.

In this article results of testing fiber reinforcement polymer bars anchored on different adhesive components on axial tension were examined. FRP is a relatively new material and has its own particular qualities compare to classic steel reinforcement bars. Obtaining and examining results will help us to find out fiber reinforcement polymer bars real characteristics and compare it to steel reinforcement class A500C. Extended assessments about ability of usage fiber reinforcement polymer bars on construction side as reinforcement material were suggested.

Keywords: FRP, axial tension, steel reinforcement, adhesive components, strength of materials.

Арматура композитная полимерная (АКП) на основе стеклянных, углеродных, арамидных, базальтовых волокон – сравнительно новый строительный материал, который используют в качестве альтернативы стальной арматуре, применяемой в бетонных конструкциях. Применение АКП в России регламентируется нормативно-технической документацией (НТД) [1, 2, 3]. Особенности использования АКП в строительных конструкциях рассмотрены в различных исследованиях [4, 5].

На данный момент, применение композитной арматуры сильно ограничено в реальном строительстве. Этому способствует целый ряд причин, таких как:

- 1) новизна материала и как следствие страх, проблемы с осведомленностью;
- 2) технические условия материалов;
- 3) неготовность проектных организаций к использованию в проектах композитной арматуры;
- 4) наличие проверенного армирующего материала, такого как стальные арматурные стержни, и т.д.

В данном докладе мы рассмотрим только технические условия использования материала на примере композитной арматуры на основе стеклопластиковых волокон (АСК – арматура стеклопластиковая композитная). В рамках эксперимента были проведены исследования арматуры, предоставленной компанией ООО «Композит Групп Челябинск». Подготовка и испытание образцов проводились в Центре механических испытаний строительных конструкций (ЦМИСК) СПбГАСУ.

Цель эксперимента заключалась в уточнении процесса проверки АСК в рамках нынешних ГОСТ, а в частности определение подходящих клеевых составов для закрепления АСК в стальных муфтах с последующим испытанием на растяжение. В связи с плохой адгезией АСК со многими материалами и клеевыми составами, при испытании образцов разрушение происходило не по арматуре (что являлось бы показателем качества) а по клеевому составу.

Технические условия:

- 1) АСК диаметром 10 мм с навивкой из стеклопластика;
- 2) рабочая длина образца (между муфтами) 30 см.

- 3) модуль упругости АСК – 50 ГПа;
- 4) клеевые составы (чистый и с песком фракции 0–1,25 мм смешанный в отношении 1:1);
- 5) муфты стальные;
- 6) центрирующие кольца.

После проведения испытаний были получены результаты (графики) зависимости удлинения образцов от приложенных усилий. Было установлено, что образцы, установленные на клеевой состав, смешанный с кварцевым песком, показывает разрушения образцов по арматуре и по результатам более приближен к заявленным характеристикам АСК. График зависимости для образцов, установленных на клеевой состав с песком приведен на рис. 1. Результаты испытаний так-же приведены в таблице 1.

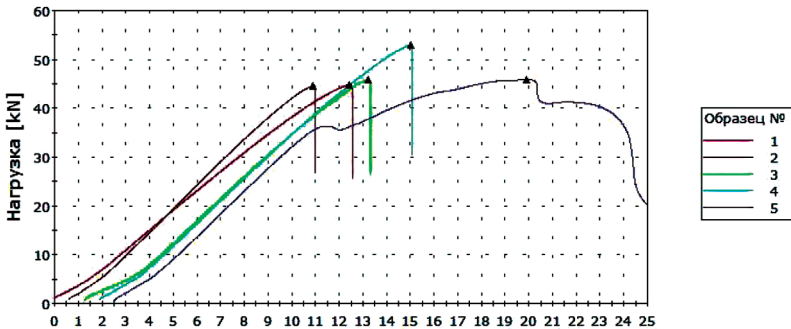


Рис. 1

Таблица 1

Номер образца	Максимальная нагрузка, кН	Маркировка образца
1	44,83	КП1
2	44,63	КП2
3	45,76	КП3
4	52,98	КП4
5	45,85	КП5

Разрушение всех образцов произошло в пределах муфты вследствие срыва навивки с тела стержней АСК. Среднее усилие – 46,81 кН. Зная диаметр арматуры, можем найти предел прочности арматуры, он равен для среднего значения – 593,2 МПа. Для сравнения, предел текучести для стальной арматуры марки А500С – 435 МПа. Так же, по графику можно заметить, что удлинение стержней до разрыва в среднем равно 12 мм при заявленном модуле Юнга 50 ГПа, отмечается значительное удлинение образца. Это связано с тем, что разрушение происходит не по телу стержня, а по навивке.

Так как целью эксперимента было уточнение процесса проверки АСК, то в рамках этого можно сделать следующие выводы: сходимость результатов для образцов с клеем и песком выше, чем для образцов с чистым клеем, причём это наблюдается как в численных значениях разрушающей нагрузки, так и в характере разрушения образцов. Это позволяет предположить, что при испытании образцов, рекомендованных ГОСТ, использование клеевого состава с песком позволит достичь более точных результатов. Однако, для окончательного вывода необходимо проведение дополнительных исследований как отдельных свойств клеевых составов, так и их совместной работы с различными видами полимерной композитной арматуры.

Что касается в целом композитной арматуры, то по результатам испытаний можно сделать следующие выводы:

1) АСК нельзя назвать надежным материалом, так как даже в рамках лабораторных испытаний не были достигнуты заявленные характеристики, указанные производителем. При длине образца 30 см, по заявленному модулю Юнга 50 ГПа и полученному расчетному сопротивлению 593,2 МПа, относительное удлинение должно составлять 0,011. В нашем же случае оно равно $12/30=0,4$, что в 36,4 раза больше заявленного. Как было уже указано выше, такое большое относительное удлинение получается вследствие разрушения образца по навивке, но данная навивка обеспечивает адгезию или сцепление АСК с материалом для армирования (бетоном), поэтому существовать АСК в связи с низкой адгезией тела стержня без навивки не может. Можно сделать вывод, что на данном этапе развития про-

изводства АСК нет достаточных средств передачи рабочего усилия с материала (бетон) на арматуру, которые обеспечат заявленные характеристики работы данной арматуры. В противовес этому, стальная арматура работает надежно, так как имеет достаточную адгезию с бетоном и в реальных конструкциях показывает характеристики, приближенные к расчетным.

2) Несмотря на большое расчетное сопротивление композитной арматуры осевому растяжению, относительное ее удлинение не позволяет ее использование в изгибаемых конструкциях в качестве нижней рабочей арматуры. При раскрытии трещин, когда в работу вступает только сама арматура, удлинения стержней не позволят остаться трещинам в их предельной ширине раскрытия. В противовес этому стальная арматура прекрасно работает в трещинах и позволяет оставлять ширину их раскрытия меньше предельных.

3) В связи с анизотропностью материала, несмотря на большое расчетное сопротивление композитной арматуры осевому растяжению, она имеет малое сопротивление на срез («трещит»). Данный фактор не позволяет ее использовать в изгибаемых конструкциях, вследствие возникновения приопорных касательных усилий. Для обеспечения прочности в приопорных участках процент армирования должен быть либо значительно увеличен армированием композитной арматурой, либо добавлением стальных стержней. В противовес этому, стальная арматура имеет на срез сопротивление равное сопротивлению на растяжение и сжатие и не требует перearмирования в приопорных участках.

Из всех вышеперечисленных выводов можно заключить, что применение композитной арматуры целесообразно:

- 1) в малонапрягаемых элементах конструкций, как конструктивной арматуры;
- 2) в монолитных крупных неизгибаемых конструкциях – массивах;
- 3) в местах, где применение стальной арматуры невозможно (высокая активность внешней среды, радиопроницаемость).

В дальнейшем, планируется сравнение теоретической и практической частей испытания бетонной балки, армированной АСК, для

получения более обширных данных касательно вопросов поднятых в данном докладе.

Литература

1. ГОСТ 31938-2012. Арматура композитная полимерная для армирования бетонных конструкций. Общие технические условия. М.: ФГУП «СТАНДАРТИНФОРМ», 2014. 35 с.

2. СП 295.1325800.2017. Конструкции бетонные, армированные полимерной композитной арматурой. Правила проектирования. М.: Минстрой России, 2017, 48 с.

3. ГОСТ 32492-2015. Арматура композитная полимерная для армирования бетонных конструкций. Методы определения физико-механических характеристик. М.: ФГУП «СТАНДАРТИНФОРМ», 2016. 17 с.

4. Староверов В. Д., Бароев Р. В., Цурупа А. А., Кришталевиц А. К. Композитная арматура: проблемы применения // Вестник гражданских инженеров. 2015. № 3 (50). С. 171–178.

5. Окольников Г. Э., Герасимов С. В. Перспективы использования композитной арматуры в строительстве // Экология и строительство. 2015. № 3. С. 14–21.

УДК 624.5

Роман Олегович Копров, студент
(Санкт-Петербургский государственный
архитектурно-строительный университет)
E-mail: koprov-roman@yandex.ru

Roman Olegovich Koprov, student
(Saint Petersburg State University
of Architecture and Civil Engineering)
E-mail: koprov-roman@yandex.ru

РАСЧЁТ СОБСТВЕННЫХ КОЛЕБАНИЙ ВАНТ МЕТОДОМ ЯВНОГО ИНТЕГРИРОВАНИЯ УРАВНЕНИЙ ДВИЖЕНИЯ

CALCULATION OF THE NAURAL OSCILLATIONS OF CABLE-STAYED USING THE METHOD OF EXPLICIT INTEGRATION OF THE EQUATIONS OF MOTION

В настоящее время очень стремительно развиваются методы расчета на устойчивость, а также деформационные, динамические и аэродинамические расчёты, имеющие особо важное значение для вантовых и висячих мостов, основой которых служат системы из растянутых кабелей [1].

Статья посвящена расчёту собственных колебаний ванты методом явного интегрирования уравнений движений без учёта внешних воздействий. Выполнено сравнение предлагаемого метода с общеизвестными алгоритмами определения характеристик собственных колебаний вант. Также произведен расчет системы с учётом нелинейности в растягивающих усилиях и отмечено, что данный факт значительно влияет на конечные параметры колебаний вант.

Ключевые слова: колебания вант, вантовые мосты, собственные колебания, динамический расчёт, растянутый кабель, нелинейное поведение.

Currently, methods for calculating stability are developing very rapidly, as well as deformation, dynamic and aerodynamic calculations, which are especially important for cable-stayed and suspension bridges, which are based on systems of stretched cables [1].

The article is devoted to the calculation of the cable-stay natural oscillations by the method of explicit integration of the equations of motion without taking into account external influences. A comparison is made of the proposed method with well-known algorithms for determining the characteristics of the cable's own vibrations. The system was also calculated taking into account nonlinearity in tensile forces and it was noted that this fact significantly affects the final parameters of the cable-stay vibrations.

Keywords: cable-stay vibration, cable-stayed bridges, natural oscillations, dynamic analysis, nonlinear behavior.

Введение

Для описания колебания вант используется известное уравнение струны, описывающее малые поперечные колебания однородной натянутой струны. Исторически это первый пример уравнения математической физики – гиперболического вида:

$$\frac{\partial^2 y}{\partial t^2} = a^2 \frac{\partial^2 y}{\partial x^2}.$$

где a – константа, отражающая свойства струны; x – координата вдоль струны; t – время; $y(x, t)$ – отклонение струны от положения равновесия.

Данное уравнение не учитывает нелинейное поведение вант, что подтверждается в многих работах [2, 3]. Под нелинейным поведением подразумевается, геометрическая нелинейность, возникающая в вантовых системах, вследствие этого продольное усилие N изменяется по длине элемента.

Постановка задачи

Рассмотрим ванту длиной l , шарнирно закрепленную по концам с опорами в одном уровне. Реализуем метод явного интегрирования уравнений движения для расчёта собственных колебаний.

Решаемые технические задачи:

- проанализировать характеристики колебаний, полученные по известным зависимостям и методом интегрирования;
- выполнить расчет собственных колебаний с учётом нелинейности в продольных усилиях.

1. Расчёт собственных колебаний ванты

Для решения поставленной задачи приняты необходимые исходные данные (таблица). Натяжение T_0 принимаем постоянным по всей длине.

Исходные данные

Длина ванты l , м	Удельный вес ρ , кг/м ³	Площадь поперечного сечения A , м ²	Модуль Юнга E , кН/м ²	Скорость распространения волны c , м/с	Натяжение T_0 , кН
100,0	7850,0	0,012	$2,06 \cdot 10^8$	300,0	4905,0

Разделим ванту на n равных частей длиной h , тем самым получаем $n + 1$ узлов в нашей системе. Так как колебания изменяются во времени, зададимся временным шагом:

$$\Delta t = \frac{h}{10 \cdot c}.$$

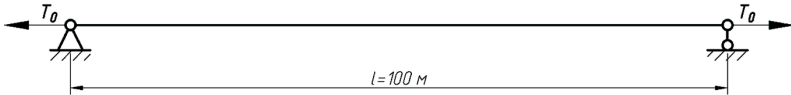


Рис. 1. Расчетная схема

Для того чтобы определить собственные колебания струны зададим системе начальное возмущение в момент времени $t = 0$ в виде скорости V_0 . В каждом узле вычислим начальную скорость V_i по формуле:

$$V_i = V_0 \cdot \sin\left(\frac{\pi \cdot x}{l}\right),$$

где $V(i)$ – начальная скорость в i -ом узле ($i = 1 \dots n = 1$); $\sin\left(\frac{\pi \cdot x}{l}\right)$ – форма колебаний в виде синусоиды; x – расстояние от левой опоры до i -го узла.

Имея скорости в явном виде, вычислим во всех узлах системы смещение W_i :

$$W_i = V_i \cdot \Delta t.$$

Зная смещения W_i и натяжение струны T_0 определим силу, действующую на узловую сосредоточенную массу m и соответствующее ей ускорение a :

$$P_i = -T_0 \cdot \frac{W_i - W_{i-1}}{h} + T_0 \cdot \frac{W_{i+1} - W_i}{h};$$

$$a_i = \frac{P_i}{m}.$$

Далее вычислим приращение скорости dV_i и определим результирующую скорость на данном временном шаге:

$$V_i = V_{i-1} = a_i \cdot \Delta t.$$

Принимая $n = 100$, шаг по длине h и времени Δt :

$$h = \frac{l}{n} = \frac{100}{100} = 1,0 \text{ м};$$

$$\Delta t = \frac{h}{10 \cdot c} = \frac{100}{10 \cdot 300} = 3,333 \cdot 10^{-4} \text{ сек.}$$

Для $t = 0 \dots \Delta t \cdot N$, следуя выше изложенному алгоритму, вычислим на каждом временном шаге неизвестные параметры.

Данная задача решается численно с применением среды Matlab, так как расчёты получаются очень трудоемкими, в связи с малым дискретным шагом по времени Δt . На основании полученных после расчета данных построим график зависимости скорости V_i от времени t (рис. 2).

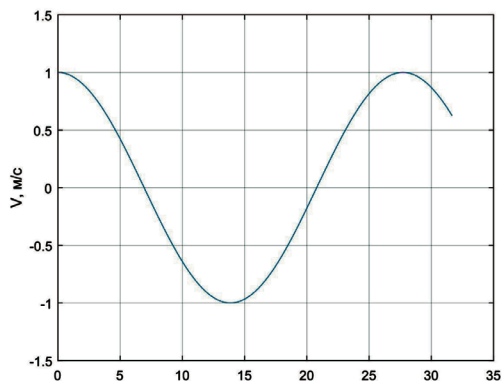


Рис. 2. График линейных колебаний струны

Определим период колебаний T , это есть расстояние вдоль оси абсцисс от 0 до первого положительного экстремума:

$$T_{\text{расч.}} = 27,717 \text{ сек.}$$

Сравним полученное расчетное значение с теоретическим. В соответствии с [4] период колебаний определяется по формуле:

$$\frac{1}{T_{теор.}} = \frac{\omega}{2\pi} = \frac{1}{2 \cdot l} \sqrt{\frac{T_0}{m}},$$

Тогда $T_{теор.} = 27,716$ сек.

Следует сделать вывод, что выбранный алгоритм точно описывает линейные колебания струны.

2. Расчёт собственных колебаний ванты с учётом нелинейности в продольных усилиях

Для учёта нелинейности, вышеизложенный алгоритм дополним определением продольного усилия N_i в i -ом узле системы:

$$N_i = T_0 + EA \frac{\Delta l}{h} = T_0 + EA \cdot \frac{1}{2} \left(\frac{W_{i+1} - W_i}{h} \right)^2,$$

где Δl – приращение длины участка h , вследствие изменения геометрии системы; EA – продольная жесткость ванты.

Также измениться сила, действующая на узловую сосредоточенную массу m :

$$P_i = -N_{i-1} \cdot \frac{W_i - W_{i-1}}{h} + N_i \cdot \frac{W_{i+1} - W_i}{h}$$

Построим график зависимости скорости V_i от времени t (рис. 3).

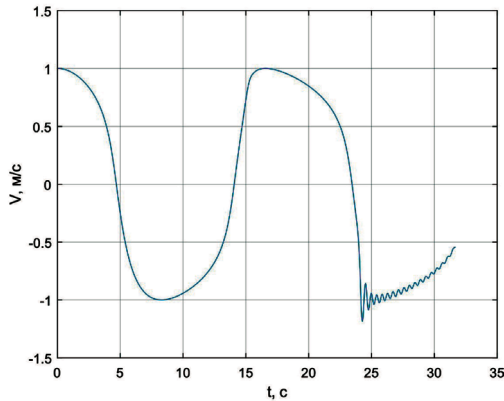


Рис. 3. График колебаний ванты с учетом нелинейности

Как видим, учёт нелинейности в продольных усилиях оказывает влияние на значения периода колебаний. Периоды собственных колебаний составляют: без учета нелинейности $T = 27,717$ сек., с учётом нелинейности $T = 16,575$ сек.

Вывод

Метод интегрирования уравнений движения можно использовать для исследования нелинейных колебаний вант, в том числе и с внешним сосредоточенным демпфером при различных внешних воздействиях.

Литература

1. Вантовые мосты / А. А. Петропавловский, Е. И. Крыльцов, Н. Н. Богданов и др.; Под ред. А. А. Петропавловского. – М.: Транспорт, 1985. – 224 с.
2. Меркин Д. Р. Введение в механику гибкой нити. – М.: Наука. Главная редакция физико-математической литературы, 1980. – 240 с.
3. Качурин В. К. Гибкие нити с малыми стрелками. – М.: Гос. издательство технико-теоретической литературы, 1956. – 224 с.
4. Cable stays. Recommendation of French interministerial commission on Prestressing. – CIP Setra, 2002. – 197 с.

УДК 625.7

Илья Евгеньевич Кривцов,

студент

Сергей Викторович Рехов,

канд. техн. наук, доцент

(Санкт-Петербургский государственный
архитектурно-строительный университет)

E-mail: i.krivcov@inbox.ru,

srekhov@mail.ru

Ilya Evgenyevich Krivcov,

student

Sergey Viktorovich Rekhov,

PhD of Sci. Associate Professor

(Saint Petersburg State University
of Architecture and Civil Engineering)

E-mail: i.krivcov@inbox.ru,

srekhov@mail.ru

**ОСВЕЩЕНИЕ АВТОМОБИЛЬНЫХ ДОРОГ:
КОНЦЕПЦИЯ GLOWING LINES
И ТЕХНОЛОГИЯ SOLARLITE**

**HIGHWAY LIGHTING:
THE GLOWING LINES CONCEPT
AND SOLARLITE TECHNOLOGY**

В данной статье рассмотрены инновации в области освещения автомобильных дорог. Подробно рассмотрены технологии, направленные на освещение автомобильных дорог и увеличение видимости на них. Показано, что данные технологии могут оказать существенное влияние на безопасность дорог. Подведены итоги в целесообразности использования данных технологий, особенно на федеральных дорогах вне населенных пунктах.

Ключевые слова: освещение дорог, видимость на дорогах, концепция Glowing Lines, технология SolarLite, безопасность на дорогах.

This article sets the task to consider innovations in the field of road lighting by introducing new technologies. The technologies aimed at lighting roads and increasing visibility on them are examined in detail. It is shown that these technologies can have a significant impact on road safety. The results in the appropriateness of using these technologies, especially on federal roads outside settlements, are summed up.

Key words: road lighting, visibility on the road, the Glowing Lines concept, SolarLite technology, road safety.

На тёмное время суток приходится примерно треть ДТП и почти половина погибших в автоавариях, следует из статистики ГИБДД. То есть последствия столкновений ночью, как правило, более тяжёлые. В 2018 году из 168 тыс. аварий вечером и ночью произошло 57,3 тыс.,

в общей сложности погибли 18,2 тыс. человек, из них в темное время суток – 8,8 тыс.[1].

Одна из главных проблем аварийности в темное время суток – это освещенность дорог, особенно федерального назначения вне населенного пункта.

Часто дорогу невозможно осветить при помощи стандартных фонарных столбов, так как это невыгодно как физически, так и экономически. В этих случаях обычно ставят светоотражающие сооружения, например «кошачьи глаза». Но есть куда более эффективные и удачные способы освещения дорог.

Концепция *Glowing Lines*, по-другому – светящаяся линия. *Glowing Lines* использует люминесцентную краску, которая заряжается солнечной энергией в течение дня, а затем светится до 10 часов, когда стемнеет. Это означает, что дорожная разметка имеет лучшую видимость, чем те, которые используют стандартную краску, но при этом не требуют электричества.

Сама концепция была разработана в течение нескольких итераций и проверена на удобство использования и долговечность.

Одним из главных преимуществ данной разметки, это то, что она освещает дорогу, не потребляя электричество от сетей, удобна при нанесении (как и обычная краска) и долговечна. Единственный недостаток такой разметки – это продолжительность ее свечения, так как в большинстве наших северных регионов темное время суток составляет более 10 часов.

Данная концепция уже была опробована на дороге в Нидерландах, в Оссе, и показала отличные показатели[2].

Следующий вариант освещения дороги – это *SolarLite*. Эта новая интеллектуальная дорожная шпилька, обеспечивающая видимость дороги до 900 м, предлагает улучшенное управление и предупреждение об опасности для водителей в темное время суток даже в плохих погодных условиях.

Использование высококачественных светодиодов высокой интенсивности на солнечных батареях означает, что в отличие от обычных отражающих дорожных шпилек, они не зависят от эффективности фар автомобиля для эффективной работы.

Также, использование интеллектуальных дорожных шпилек SolarLite, работающих на солнечной энергии, снижает неустойчивое поведение при вождении и плавное торможение по извилистым дорогам.

Дополнительная видимость на расстоянии дает водителям дополнительное время реакции для реагирования на изменение дороги впереди, помогая участникам дорожного движения чувствовать себя безопаснее и увереннее в поездках ночью. При скорости транспортного средства 100 км/ч это может увеличить время реакции водителя с 3,2 до более 30 секунд, утверждает Clearview[3].

Технология SolarLite использует самую инновационную технологию, чтобы помочь справиться с высокими показателями аварийности на дорогах.

SolarLite уже доступен с весны 2018 года с полным набором цветных вариантов для всех видов разметки дорог и траекторий, включая белый, желтый, красный, синий и зеленый.

SolarLite обеспечивает лучшую видимость дороги, чем традиционные «кошачьи глаза».

Рассмотрев два варианта освещения дорог, можно прийти к выводу, что можно улучшить освещение дорог, значительно повысить уровень безопасности и увеличив видимость дорог, при этом эффективно и экономично.

Литература

1. Официальный сайт Министерства внутренних дел Российской Федерации <https://гибдд.рф> (дата обращения 21.10.19)
2. New Atlas URL: <https://newatlas.com/smart-highway-glowing-lines/34363/> (дата обращения: 21.10.19).
3. SmartCitiesWorld URL: <https://www.smartcitiesworld.net/news/news/solar-lights-the-way-2280> (дата обращения: 21.10.19).

УДК 656.13

Никита Дмитриевич Миронов,

магистр

(Санкт-Петербургский государственный

архитектурно-строительный университет)

E-mail: nick777.07@mail.ru

Nikita Dmitrievich Mironov,

master

(Saint Petersburg State University

of Architecture and Civil Engineering)

E-mail: nick777.07@mail.ru

ПРОЕКТИРОВАНИЕ ДОРОЖНОГО ПОКРЫТИЯ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ПЬЕЗОЭЛЕКТРИЧЕСКИХ МАТЕРИАЛОВ

ROAD SURFACE DESIGN USING PIEZOELECTRIC MATERIALS

В статье приводится исследование технологии сбора энергии пешеходов, которая внедрена в тротуары в виде плиток, сохраняющих затраченную во время ходьбы энергию. Для этой цели выбираются пьезоэлектрические преобразователи, которые способны собирать вырабатываемую механическую энергию и сохранять её в конденсаторе [4]. При проектировании дорожного покрытия в первую очередь должны учитываться безопасность, экологичность и комфорт, поэтому данное исследование также направлено на проектирование тротуара с учетом как комфорта пешеходов, так и экологического фактора путем выбора наилучшего материала.

Ключевые слова: кинетическая энергия, пешеходы, дорожное покрытие, тротуар, пьезоэлектрические материалы

The article describes a research of pedestrian energy saving technology, which is placed into sidewalks in the form of tiles that save energy during walking. Piezoelectric transformers are selected for this purpose. They are able to save generated mechanical energy and store it in capacitor [4]. Road surface design should first take into account safety, environmental friendliness and comfort, so this research also aims to design the pavement taking into account both pedestrian comfort and environmental factor by choosing the best material.

Keywords: kinetic energy, pedestrians, paving, sidewalk, piezoelectric materials

Генераторы, в основе которых используется человеческий организм все еще являются неисследованным источником энергии [1], однако первые идеи сбора энергии движения тела появились еще в 1770 году, благодаря исследованиями французского ученого и изо-

бретателя Авраама-Луи Перле. Он создал полностью автономные часы-шагомеры, питание которых производилось от энергии движения руки.

Как известно, движение тела человека содержит определенное количество кинетической энергии, которая появляется в результате различных движений. Сбор данной энергии, включая энергию, получаемую непосредственно от ходьбы (передвижения ногами), является одним из методов обеспечения питанием маломощных устройств посредством внедрения технологий сохранения энергии. Как следствие, в такой модели человек может являться производителем и потребителем энергии [2].

Проведенные исследования показывают, что такие области как лодыжка и колено создают большие ускорения при передвижении ног, а значит, и позволяют извлечь больше энергии [3]. При ходьбе со средними скоростями мобильный генератор, расположенный на верхней части тела, может создавать удельную мощность, близкую к сотням мкВт/см³, тогда как расположение в районе ног может обеспечивать в 10 раз больше мощности [3]. Накопители кинетической энергии, известные также как вибрационные генераторы энергии, извлекают электрическую энергию, используя один или несколько различных механизмов, включая пьезоэлектрические, электромагнитные или электростатические [4].

Данное исследование направлено на проектирование тротуара, оснащенного пьезоэлектрическими материалами, которые могут собирать кинетическую энергию пешеходов, идущих по нему.

Пьезоэлектрики или по-другому – пьезокристаллы, обладают свойством при сжатии производить электрический заряд или обратным свойством – под действием электрического напряжения сжиматься/расширяться.

Пьезоэлектрические вещества, в частности пьезокерамика, при деформации под действием внешнего механического давления образуют на поверхности электрические заряды. Этот эффект называется прямым пьезоэлектрическим эффектом и был открыт в 1880 г. братьями Кюри.

Таким образом, покрытие подобной плиткой общественных тротуаров и площадей с большой пропускной способностью позволит

вырабатывать достаточно большое количество электроэнергии, которая, к примеру, может быть использована с целью питания электроэнергией уличных осветительных приборов.

Выбор в пользу пьезоэлектрической системы основан также на факторах:

Во-первых, это гибкость конструкции и изменяемая геометрия пьезоэлектрической технологии по сравнению с электромагнитной. Во-вторых, пьезоэлектрические системы обладают большей эффективностью при меньших размерах [5]. Малые размеры пьезоэлектрических датчиков и малое пространство, занимаемое генерацией, являются выигрышными свойствами этой технологии. Сбор энергии с помощью пьезоэлектриков является предпочтительным вариантом также из-за возможности расположения таких элементов с высокой плотностью, простой структуры и низкой стоимости. Кроме того, способ накопления энергии с помощью пьезоэлектриков не требует отдельного источника напряжения, следовательно, он легко включается в компактные системы. Пьезоматериалы обеспечивают желаемые функциональные возможности, поскольку их можно легко включить в гибридные материалы, а также создать широкий диапазон напряжений.

При выборе таких материалов, как монокристаллы (кварц), пьезокерамика (титанат цирконата свинца PZT) и тонкопленочные и полимерные материалы (поливинилденфторид PVDF) делается акцент на том, что выбранный материал дорожного покрытия должен быть достаточно прочным и водонепроницаемым, что полностью могут обеспечить данные материалы [6]. В настоящее время большинство дорожек сделаны из бетона. Однако в некоторых случаях асфальт является более предпочтительным для обеспечения более полезной для здоровья людей поверхности.

Так, тип дорожного покрытия может существенно влиять на комфорт передвижения пешком. Прочные и негибкие поверхности, такие как бетон, являются менее удобными по сравнению с деревом, резиновым, пробковым или ковровым покрытием, которые обеспечивают некоторую гибкость, которая в свою очередь создаёт амортизацию, уменьшающую усталость стопы.

Использование переработанной резины, изготовленной из шин,

снижает экологическую проблему выброшенных колес, поэтому в исследовании в качестве верхнего слоя дорожного покрытия была выбрана резина, которая является натуральным материалом, обеспечивающим и экологичность, и комфорт.

Размер тротуарной плитки составляет 335 мм × 335 мм. Каждая плитка включает фанеру в качестве основания и 36 частей пьезодатчиков. Чтобы закрепить пьезодатчики и сделать их неподвижными, используется акриловый слой с 36 отверстиями того же размера, что и датчики. Слой гибких материалов, таких как переработанная резина, покрывает пьезодатчики сверху. Размер плитки соответствует пространственной структуре цикла ходьбы и нормальному диапазону движений, предполагающему скорость 1–5 м/с [7]. Схематический принцип получения энергии посредством пьезоэлемента представлен на примитивной схеме на рис. 1.

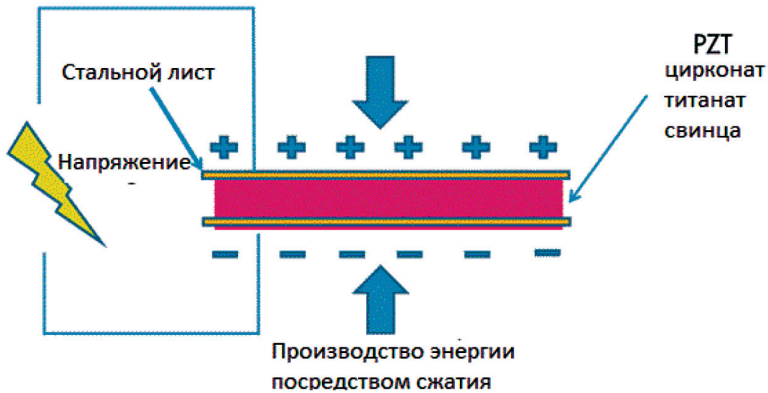


Рис. 1. Схема получения энергии с помощью сжатия пьезоэлемента

При тестировании плитки различным весом устанавливается, что при увеличении веса человека выделяется больше энергии. Поэтому сила, приложенная к плитке, и соответствующее генерируемое напряжение имеют линейное отношение, что означает, что масса тела является важным фактором для выработки энергии. Следовательно, путем соединения плиток вдоль пешеходной дорожки и среднего веса 50 кг, в каждом цикле генерируется напряжение 15 В. Очевидно,

что генерируемое напряжение будет увеличено с увеличением числа и веса пешеходов. Генерируемое напряжение может использоваться в уличном освещении, в качестве зарядных USB портов, для украшения городских достопримечательностей или для освещения тротуара.

В ходе исследования был разработан тротуар, который может собирать кинетическую энергию пешеходов и, при этом, обеспечивать комфортную поверхность для ходьбы.

Предложенная плитка для дорожного покрытия состоит из пьезоэлектрических материалов, покрытых стальным листом и резиновым слоем в верхней части. Способы использования полученной энергии представлены на рисунке 2.

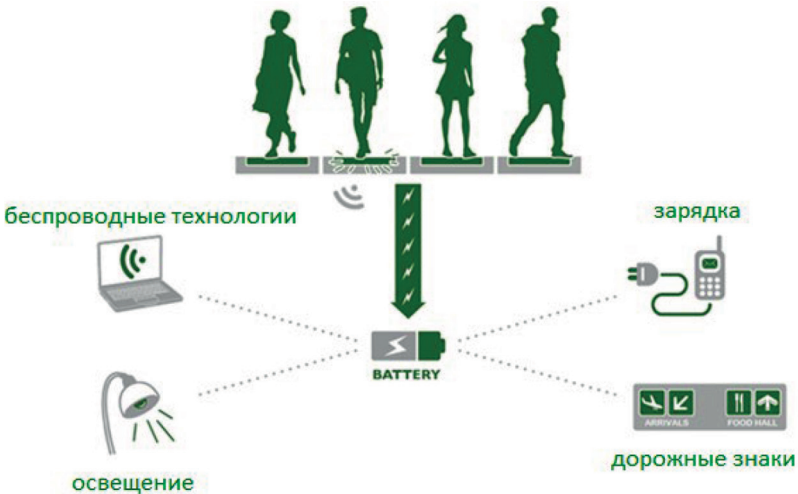


Рис. 2. Способы использования полученной с помощью пьезоэлектрических элементов энергии

В ходе исследования были изучены различные соединения и расположение материалов и слоев для получения наиболее оптимального режима работы пьезоэлементов. Результаты показали, что чередующееся расположение пьезоэлектрических материалов при покрытии стальным листом в верхней части может лучше распределять нагрузки и, в последствии, генерировать более высокое напряжение.

Более того, обнаружено, что параллельный контур является лучшим вариантом в соединении плиток, в котором 15 В генерируется при движении пешехода со средним весом 50 кг, что является достаточно высоким результатом.

В исследовании рекомендуется использование подобных дорог в переполненных районах, так как большая часть кинетической энергии идущих людей никак не используется. А ведь она может быть собрана пьезоэлектрической плиткой и использована с пользой.

Подобные пешеходные дорожки могли бы использоваться в густонаселенных городах России, таких как Санкт-Петербург и Москва. Причём такая технология оказалась бы более востребованной по сравнению с солнечными батареями в городах, где преимущественно пасмурно.

Литература

1. Ong, H.; Mahlia, T.; Masjuki, H. A review on energy scenario and sustainable energy in Malaysia. *Renewable and Sustainable Energy Rev.* 2011, 15 (1), с. 639.
2. Julian Higgins; Engineers, I. o. L.; Council, H. C., Ed.; The Director of Environment, 2009; Vol. 4th edition.
3. Du Plessis, A. J.; Huigsloot, M. J.; Discenzo, F. D. *Smart Structures and Materials*, 2005; с. 224.
4. Sodano, H. A.; Park, G.; Leo, D. J.; Inman, D. J. *Smart Structures and Materials*, 2003; с. 101.
5. Liu, Y., The Pennsylvania State University, 2006.
6. Mohammadi, M. M. A Comparison Between Quartz And Pzt Ceramic For Sensoric Applications. *Int. J.of Sci. Technol.* 2013, 2 (4), с. 321.
7. Vaughan, C. L.; Davis, B. L.; O'connor, J. C. *Dynamics of human gait; Human Kinetics Publishers Champaign, Illinois*, 1992.

УДК 624.074

Ольга Владимировна Никитенко,
магистр

(Санкт-Петербургский государственный
архитектурно-строительный университет)
E-mail: okosticyna@bk.ru

Olga Vladimirovna Nikitenko,
master

(Saint Petersburg State University
of Architecture and Civil Engineering)
E-mail: okosticyna@bk.ru

К ВОПРОСУ РАСЧЕТА ПЛАСТИН И ОБОЛОЧЕК С НАРУШЕНИЯМИ РЕГУЛЯРНОСТИ

TO THE QUESTION OF CALCULATION PLATES AND SHELLS WITH VIOLATIONS OF REGULARITY

Современные технологии позволяют создавать конструкции с практически любыми геометрическими параметрами. Однако и на сегодняшний день точная оценка их напряженно-деформированного состояния представляет определенные трудности. Любые нарушения регулярности, неравномерный характер закреплений, нестандартные условия работы конструкций значительно усложняют моделирование ситуации и расчёты. Напряженно-деформированное состояние тонкостенных пространственных конструкций с нарушениями регулярности требует систематизации и дальнейших исследований.

Как в отечественной, так и в зарубежной практике широкое применение находят приближенные численные методы решения задач строительной механики. Построение замкнутого аналитического решения для большинства задач не представляется возможным, а проведение качественных экспериментальных исследований требует много времени и средств.

Ключевые слова: пластины, оболочки, методы расчёта конструкций, рёбра жёсткости, физическая нелинейность, геометрическая нелинейность.

Modern technologies allow you to create designs with almost any geometric parameters. However, to date, an accurate assessment of their stress-strain state presents certain difficulties. Any violations of regularity, uneven nature of fixing, non-standard working conditions of structures significantly complicate the modeling of the situation and calculations. The stress-strain state of thin-walled spatial structures with irregularities requires systematization and further research.

Approximate numerical methods for solving problems of structural mechanics are widely used both in domestic and foreign practice. The construction of a closed analytical solution for most problems is not possible, and the conduct of qualitative experimental studies requires a lot of time and money.

Keywords: plates, shells, methods of analysis of structures, stiffening ribs, physical nonlinearity, geometric nonlinear.

Тонкостенные оболочки и пластины переменной толщины с различными типами закреплений, отверстиями, пазами, накладками и т. п. находят широкое применение в различных областях техники: от производства машин и механизмов, судов и самолётов до космических кораблей, а так же строительной отрасли: которые создаются из бетона, металла, дерева или пластмасс. Зачастую пластины и оболочки подкрепляются дополнительными ребрами для большей жесткости.

Для решения задач на расчет тонкостенных конструкций инженерами предложен ряд практических методов.

Аналитические методы появились первыми, и с их помощью решены большинство задач теории пластин и оболочек регулярной структуры. Решение метода определяются краевыми или начальными условиями задачи и не требуют разбивки на отдельные элементы. Исследование напряженно-деформированного состояния удобно вести с помощью методов Фурье и Канторовича-Власова, позволяющих представить решение в виде произведения функций, каждая из которых зависит лишь от одной переменной. В некоторых случаях применялись асимптотические методы, которые широко использовали основоположники теории оболочек: В. З. Власов, А. Л. Гольденвейзер, А. И. Лурье, В. В. Новожилов.

Вариационные методы решения дифференциальных уравнений в теории пластин и оболочек являлись по сути аналитическими. К ним относятся методы Ритца, Бубнова-Галеркина и Тимошенко.

Численные методы по определению являются приближенными. Вместо того чтобы разыскивать сложные функции, удовлетворяющие дифференциальным уравнениям, описывающим исследуемое явление, и краевым условиям, вводят набор известных простых (очень часто – кусочно-непрерывных) базисных функций, с помощью которых находят производные, входящие в дифференциальные уравнения.

Метод конечных разностей (МКР) является приближенным методом решения краевых задач для дифференциальных уравнений, его также называют методом сеток. Существенное преимущество МКР по отношению к другим численным методам – это несильная зависимость используемого алгоритма от вида дифференциальных уравнений и краевых условий задачи. Недостаток же состоит в том, что приходится решать системы алгебраических уравнений высоких порядков.

Вариационно-разностный метод (ВРМ) базируется на вариационных принципах механики и свободен от ряда недостатков, присущих МКР. В данном случае деформирование строительной конструкции описывается неким функционалом, чаще всего это выражение потенциальной энергии системы – функционал Лагранжа, который в положении равновесия системы является стационарным.

В последнее время для расчета строительных конструкций с помощью ЭВМ широкое распространение получил метод конечных элементов (МКЭ). Этот метод используется в большинстве программных комплексов для автоматизированных инженерных расчётов (ANSYS, SCAD, Lira и др.) Суть этого метода заложена в его названии: рассчитываемую систему (стержневую или континуальную) разбивают на определенное число отдельных частей конечных размеров (конечных элементов), имеющих те же физико-механические характеристики, что и заданная конструкция. После этого точно или приближенно изучают напряженно-деформированное состояние каждого конечного элемента методами, известными в строительной механике и теории упругости: сил, перемещений или смешанным, с целью определения в зависимости от принятого метода анализа усилий, или перемещений, или и того и другого в точках соединения конечных элементов между собой (узлах).

Метод конечных элементов весьма привлекателен для инженеров-расчетчиков в связи с тем, что возможная достаточно сложная геометрия объекта исследования (стержневая или тонкостенная пространственная система, объемное тело и т. д.) достаточно точно аппроксимируется конечно элементной моделью. Сравнительно легко учитываются условия закрепления конструкции и ее нелинейные свойства (геометрическая, физическая и конструктивная нелинейности). Реализация МКЭ связана с необходимостью разбиения на конечные элементы (дискретизации) всего рассматриваемого объекта, что в свою очередь приводит к необходимости решения систем алгебраических уравнений высоких порядков. Кроме того, метод не всегда обеспечивает непрерывность перемещений или их производных, т. е. совместность деформаций на границах контакта конечных элементов.

Метод граничных элементов (МГЭ) часто более эффективен, чем МКЭ, так как приводит к системе уравнений, содержащей значения

искомых функций только на границе рассматриваемой области, а не внутри. Такая система, естественно, меньшего порядка, чем при использовании МКЭ. В МГЭ дискретизируются лишь граничные поверхности рассчитываемого объекта, а не весь объект, поэтому общая размерность решаемой задачи в МГЭ на единицу ниже, чем в МКЭ. МГЭ особенно эффективен для областей, содержащих часть границ, устремляющихся в бесконечность.

В работе [1] изложены основы теории изгиба, устойчивости и собственных колебаний упругих пластин и оболочек. На примере уравнения изгиба пластинки обсуждаются аналитические, вариационные и численные методы расчета упругих конструкций.

В работе [2] предложен аналитический метод расчета линейно-упругих дискретно подкрепленных пологих оболочек с учетом сопротивления ребер осевой деформации, изгибу и кручению. На основании широкого применения аппарата обобщенных функций разработана математическая модель деформирования пологих ребристых оболочек при дискретном введении узких ребер в предположении контакта ребра с оболочкой по линии с учётом крутильной жесткости ребер.

В [3] проводится анализ напряженно-деформированного состояния пологих оболочечных конструкций двойкой кривизны, подкрепленных со стороны вогнутости различным числом ребер численно-аналитическим методом.

В работе [4] представлена математическая модель деформирования подкрепленной конической оболочки. Приведен вывод нелинейных уравнений равновесия оболочки, подкрепленной дискретным набором шпангоутов с помощью аппарата векторного анализа. Рассмотрена геометрическая сторона задачи. При рассмотрении физической стороны приведены соотношения упругости для оболочки и дан вывод соотношений упругости шпангоута.

Работа [5] предлагает численно-аналитический метод расчета нелинейно-упругих оболочек, дискретно соединенных узкими взаимно ортогональными ребрами с учетом сопротивления ребер осевой деформации, изгибу и кручению. Разработана математическая модель деформирования нелинейно-упругих оболочек при дискретном введении узких ребер в предположении контакта ребер с оболочками

по линиям. По предложенной методике был разработан алгоритм и составлена программа расчета указанных трехслойных оболочек.

В статье [6] представлены результаты теоретико-экспериментального исследования напряженного состояния конструкции, состоящей из двух тонкостенных цилиндров разной толщины, находящихся под действием внутреннего давления.

Примером решения задачи теории пластин и оболочек являются работы А. Н. Крылова [7], который, используя для решения обыкновенных дифференциальных уравнений с постоянными коэффициентами метод Коши, получил фундаментальную систему функций – решение дифференциального уравнения 4-го порядка для расчета балки, лежащей на упругом основании, которая удовлетворяет произвольным начальным условиям. В предлагаемой работе аналогичная система функций названа функциями Коши–Крылова и определена средствами матричной алгебры для известной произвольной фундаментальной системы функций.

В работе [8] изучено влияние количества ребер между пластинами на характер их колебаний и контактное взаимодействие при продольном нагружении на верхнюю пластину. В ходе проведенных исследований выявлены сценарии перехода системы из гармонического в хаотическое состояние. Рассмотрены две задачи: 1) внутренний набор ребер состоит из двух балок, 2) внутренний набор ребер состоит из трех балок. Выявлено, что при хаотическом режиме в обеих задачах наблюдается явление перемещаемости частот, то есть смена интервалов времени с разными частотами и разными характерами колебаний. Достоверность решения обеспечена применением различных методов определения старшего показателя Ляпунова, сравнением результатов, полученных методом Бубнова-Галеркина и методом конечных разностей.

Автор [9] предлагает при расчете оболочек учет нарушений регулярности с помощью обобщенных функций, в том числе применительно к расчету физически и конструктивно нелинейных систем. Разработанным им методом вариационных аппроксимаций (МВА) получается полуаналитическое решение высокой точности. Предложена математическая модель и составлена программа расчета нелинейно-упругих оболочек, дискретно соединенных узкими ребрами.

В заключении отметим, что современные технологии позволяют создавать конструкции с практически любыми геометрическими параметрами. И на сегодняшний день точная оценка их напряженно-деформированного состояния представляет определенные трудности. Любые нарушения регулярности, неравномерный характер закреплений, нестандартные условия работы конструкций значительно усложняют моделирование ситуации и расчёты. Напряженно-деформированное состояние тонкостенных пространственных конструкций с нарушениями регулярности требует систематизации и дальнейших исследований. В приведённом кратком обзоре трудно описать все работы, посвященные расчету тонкостенных конструкций: пластин и оболочек с нарушениями регулярности, т.е. видно, что изучаемая тема является актуальной.

Литература

1. Петров В. В., Теория расчета пластин и оболочек [Электронный ресурс]: Учебник. / В. В. Петров – М. : Издательство АСВ, 2018. – 410 с.
2. Кобелев Е. А. Расчет дискретно подкрепленных пологих оболочек с учетом сопротивления ребер кручению // Инновации и инвестиции. – 2018. – № 11. – С. 202 – 208.
3. Карпов В. В. Напряженно-деформированное состояние ребристых оболочечных конструкций / В.В. Карпов, О.В. Игнатъев, А.А. Семенов // Инженерно-строительный журнал. – 2017. – № 6 (74). – С. 147 – 160.
4. Дудченко А.А., Сергеев В.Н. Нелинейные уравнения равновесия конической оболочки, подкрепленной дискретным набором шпангоутов. Вестник ПНИПУ. Сер. Механика, 2017, № 2, с. 60 – 77.
5. Кобелев Е. А. Расчет нелинейно-упругих оболочек, дискретно соединенных ребрами // Перспективы науки. – 2018. – № 11 (110). – 246 с. – С. 54–62.
6. Антоненко Э. В., Шульга Т. Э. Модели подкрепленного стыка двух тонкостенных цилиндров разной толщины // Известия Самарского научного центра Российской академии наук – 2014. – С. 303–307.
7. Виноградов Ю.И. Функции Коши-Крылова в расчётах на прочность пластин и оболочек // Известия высших учебных заведений. Машиностроение – 2013. – № 8 (641). – С. 15–19.
8. Яковлева Т. В., Крысько А. В., Кружилин В. С. Вынужденные колебания и контактное взаимодействие структуры, состоящей из двух параллельных пластин с внутренним набором локальных ребер, применяемой в теории гироскопов // Известия Томского политехнического университета. Инжиниринг георесурсов – 2015. – № 3 – С. 74–94.

УДК 625.7/.8

Ольга Романовна Николаева,

магистр

(Санкт-Петербургский государственный
архитектурно-строительный университет)

E-mail: santa20031@yandex.ru

Olga Romanovna Nikolaeva,

master

(Saint Petersburg State University
of Architecture and Civil Engineering)

E-mail: santa20031@yandex.ru

ОСНОВНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ РЕМОНТА ВОДОПРОПУСКНЫХ ТРУБ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ КОМПОЗИЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ

BASIC TECHNOLOGIES OF REPAIR OF WATER PIPES USING COMPOSITE MATERIALS

В данной статье рассмотрены причины, вызывающие разрушение водопропускных труб и произведен обзор наиболее современной и инновационной технологии ремонта светополимерным фотоотверждаемым тканевым рукавом. Способ основан на создании внутри водопропускной трубы сплошной оболочки, состоящей из композиционных материалов с полимерной матрицей, светотверждаемой на месте с помощью ультрафиолетового излучения и плотно прилегающей к внутренней поверхности трубы. Эта технология, являясь более дешевой альтернативой замене труб, позволяют работать без серьезных ограничений дорожного движения, что в крупных городах может стать самым важным фактором при выборе методов производства работ.

Ключевые слова: водопропускные трубы, ремонт, композиционные материалы, светополимерный тканевый рукав

In this article the reasons causing destruction of culverts are considered and the review of the most modern and innovative technology of repair by a photopolymer photo-cured fabric sleeve is made. The method is based on the creation of a continuous shell inside the culvert, consisting of composite materials with a polymer matrix, light-cured in place with the help of ultraviolet radiation and tightly adjacent to the inner surface of the pipe. This technology, as a cheaper alternative to replacing pipes, allows you to work without serious traffic restrictions, which in large cities can be the most important factor in the choice of methods of work.

Keywords: water pipes, repair, composite materials, light-polymer fabric sleeve

Самой распространенной категорией дорожных искусственных сооружений являются водопропускные трубы, с помощью которых

происходит водоотвод. Тем самым водопропускные трубы обеспечивают постоянный благоприятный влажностный режим грунтовых оснований дорожных одежд и предотвращают размыв дорожной насыпи.

Наиболее распространены водопропускные трубы, изготавливаемые из железобетона (цельные и собираемые из отдельных звеньев) и изготовленные из гофрированного металла.

Подвижность грунтов, перепад температуры, нагрузка от проезжающего транспорта оказывают воздействие на трубы в период их эксплуатации, что приводит к возникновению различных дефектов, снижению или частичной потере несущей способности и дальнейшему ее разрушению. Металлические трубы подвергаются коррозионному разрушению, и попаданию воды в тело насыпи. У железобетонных труб характерным дефектом является смещение звеньев, результатом так же является попадание воды в тело насыпи, что в дальнейшем приводит к образованию размыва вдоль тела трубы и обваливанию дорожного полотна в образовавшийся размыв. Как правило, чтобы решить проблему, производят разбор насыпи, старую трубу демонтируют и устанавливают новую. Однако, данный метод не является выгодным, влечет за собой значительные затраты. Для того, чтобы оптимизировать материальные и временные затраты на ремонт и реконструкцию дорог необходимо использовать современные методы восстановления искусственных сооружений, исключающих ограничение движения. Перечень способов ремонта труб приведен на рис. 1.

Решение об оптимальном варианте работ по выбору технологии ремонта труб с применением композиционных материалов принимают на этапе разработки проектной документации на ремонт на основе анализа влияющих факторов и параметров:

- 1) состояние участка автомобильной дороги в районе трубы;
- 2) подземные условия района проведения работ;
- 3) общая информация о трубе, подлежащей ремонту;
- 4) анализ дефектов и накопленных повреждений трубы;
- 5) прогнозирование состояния трубы на краткосрочный и среднесрочный периоды;
- 6) конструктивные ограничения и ограничения места расположения (информация о состоянии рабочей площадки);

- 7) сравнительный технико-экономический анализ возможных методов ремонта;
- 8) оценка сметных показателей вариантов ремонта;
- 9) принятие решение о выборе технологии ремонта.



Рис. 1. Перечень способов ремонта труб

Определяющими критериями выбора технологии ремонта труб могут выступать необходимость увеличения их пропускной способности и показатели эффективности выбранного варианта работ.

Выделяют такие виды ремонта как гильзование, метод «труба в трубе».

Особого внимания заслуживает восстановление водопропускной трубы светополимерным тканевым рукавом.

Способ основан на обустройстве сплошной композиционной оболочки внутри водопропускной трубы, плотно прилегающей к внутренней поверхности и состоящей из композиционных материалов с полимерной матрицей, светоотверждаемой ультрафиолетовым излучением при помощи специального оборудования при проведении работ.

Ремонт водопропускных труб по данной технологии позволяет производить работы без ограничения движения транспортных средств и производить работы в «стесненных условиях»;

Значительно снизить сроки ремонта труб: ремонт трубы занимает от 2-х дней, в зависимости от протяженности и наличия дополнительных подготовительных работ;

Устранить протечки и восстановить водопропускную способность трубы, повысив коррозионную и химическую стойкость ремонтируемой трубы, из-за устранения «зарастания» тела трубы;

Существенно снизить стоимость ремонта и расходы на последующую эксплуатацию на сроки до 50 лет;

Увеличить прочностные и эксплуатационные характеристики ремонтируемой трубы;

Уменьшить эксплуатационные затраты на текущее содержание трубы за счет исключения обслуживания внутренней поверхности и лотка трубы.

Ремонтные работы подразделяются на подготовительные, основные и заключительные.

Работы по монтажу светополимерного рукава осуществляются в следующей технологической последовательности:

На всю длину трубы, укладывается полиэтиленовая пленка, толщиной от 1 мм, предназначенная для облегчения протягивания рукава в трубе защиты от механических повреждений;



Рис. 2. Монтаж рукава

устанавливают передний трубный сальник (пакер), на который закрепляют рукав. Через отверстие с уплотнительным кольцом переднего сальника выводят шнур, заранее проложенный по всей длине рукава при его изготовлении;



Рис. 3. Монтаж пакера

рукав протягивают в трубу при помощи лебедки. Протяжку производят таким образом, чтобы сальник полностью вышел из отверстия трубы. В процессе протаскивания контролируется перекручивание рукава вдоль продольной оси во избежание возникновения радиальных складок на рукаве;

устанавливают задний трубный сальник, который имеет крышку с патрубками и отверстием с уплотнителем под шнур для последующего монтажа оборудования и закрепляют на нем рукав аналогичным образом. Рукав подтягивают лебедкой до исправления складок. Сальник располагается за пределами выходного отверстия трубы;

устанавливаются рампа с ультрафиолетовыми лампами. К источнику с лампами присоединяется трос, концы которого выведены в отверстия переднего и заднего сальников;



Рис. 4. Установка рампы с источником излучения.

присоединив к патрубкам заднего сальника шланг компрессора и манометр для контроля давления, рукав с паузами по 3–5 минут заполняют воздухом до полного облегания рукавом трубы.

процесс отверждения ультрафиолетовым излучением происходит при перемещениях за шнур по длине рукава источник с лампами с заданной проектом скоростью 10–40 см/мин. Скорость прохождения источника излучения и давления воздуха в рукаве регулируется с пульта управления. Встроенная видеочамера, установленная на рампе с излучателем, позволяет контролировать процесс ремонта водопропускной трубы.



Рис. 5. Поверхность тела трубы после завершения работ

После окончания отверждения и демонтажа оборудования производится обрезка выступающих частей рукава и герметизация стыков рукава и трубы на входе и выходе ремонтными составами на эпоксидной основе.

Литература

1. ОДМ 218.3.046-2015 Рекомендации по технологии ремонта водопропускных труб с использованием композиционных материалов
2. СТО 98957362-001-2010 Ремонт водопропускных труб на автомобильных дорогах с применением технологии SPR
3. ОДМ 218.3.099-2017 Рекомендации по капитальному ремонту водопропускных труб методом гильзования металлическими гофрированными спиральновитыми трубами

УДК 625.7

Полина Леонидовна Пеклина,
магистр

(Санкт-Петербургский государственный
архитектурно-строительный университет)
E-mail: Pol2612@yandex.ru

Polina Leonidovna Peklina,
master

(Saint Petersburg State University
of Architecture and Civil Engineering)
E-mail: Pol2612@yandex.ru

СОВРЕМЕННЫЕ КОНСТРУКТИВНЫЕ ЭЛЕМЕНТЫ ДОРОГ, ОБЕСПЕЧИВАЮЩИЕ БЕЗОПАСНОСТЬ ПЕШЕХОДОВ

MODERN CONSTRUCTION ELEMENTS OF ROADS, PROVIDING SAFETY OF PEDESTRIANS

В статье представлен анализ современных данных о численности парка машин и статистика дорожно-транспортных происшествий с летальными исходами для пешеходов. Выявлены основные причины травматизма пешеходов и недостатки организации дорожного движения на перекрестках. Изучены методы обеспечения безопасности пешеходов. Рассмотрены применяемые в европейских странах современные конструктивные элементы дорог для снижения скорости транспортных средств и уменьшения количества наездов на пешеходов. Сделаны выводы о необходимости внедрения дополнительных методов и конструктивных элементов дорог для повышения безопасности дорожного движения в Российской Федерации.

Ключевые слова: пешеходный переход, пешеход, перекресток, безопасность движения, дорожно-транспортные происшествия, наезд на пешехода.

The article presents an analysis of modern data on the number of fleets of vehicles and statistics on road traffic accidents with fatal cases for pedestrians. The main causes of pedestrian injuries and the shortcomings of the organization of traffic at intersections are identified. Studied methods to ensure the safety of pedestrians. The modern structural elements of roads used in European countries to reduce the speed of vehicles and reduce the number of auto-pedestrian accidents are considered. Conclusions are drawn about the need to introduce additional methods and structural elements of roads to improve road safety in the Russian Federation.

Keywords: pedestrian crossing, pedestrian, the cross-road, traffic safety, road accidents, auto-pedestrian accident.

В условиях развития экономики и общества появляется потребность в большем количестве автомобилей, что приводит к росту ко-

личества транспортных средств на дорогах общего пользования. Численность парка машин и численность населения по данным МВД в России с 2014 по 2018 год представлена в таблице. [1]

Численность парка транспортных средств и населения

Показатель/год	2014	2015	2016	2017	2018
Численность населения, млн	143,7	146,3	146,5	146,9	146,8
Численность парка, млн	52,82	53,61	54,01	56,52	57,11

Статистика дорожно-транспортных происшествий в целом и наездов на пешеходов в частности за последние 5 лет включительно представлена на рисунке 1. [2]

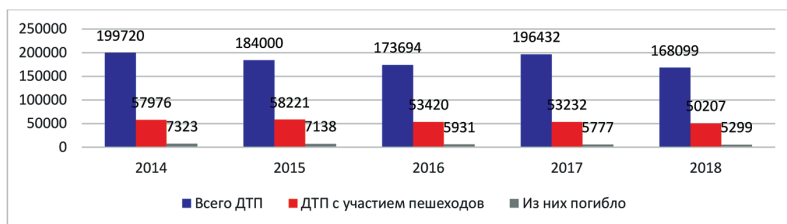


Рис. 1. Статистика ДТП в России

По приведенным выше данным видно, что, несмотря на рост численности населения и увеличение парка машин, количество ДТП с участием пешеходов с каждым годом уменьшается. С 2014 по 2018 год количество пострадавших пешеходов в год уменьшилось на 13,4 %, а количество погибших пешеходов – на 27,6 %. При реконструкции старых и строительстве новых дорог используется все больше средств обеспечения безопасности пешеходного движения. Однако, проблема аварийности пешеходов остаётся актуальной.

Основные причины травматизма пешеходов с точки зрения конструкции автомобильной дороги:

- использование нерегулируемых пешеходных переходов на многополосных дорогах;

- плохая видимость знаков «пешеходный переход» и дорожной разметки в темное время суток;
- отсутствие элементов активной безопасности при приближении к пешеходному переходу;
- недостаточное применение пешеходных ограждений в наиболее опасных местах дорог;
- отсутствие тротуаров и пешеходных дорожек на дорогах в пригородах. [3]

Многочисленные исследования и анализ дорожно-транспортных происшествий показали, что большинство аварий происходит в местах взаимодействия участников дорожного движения, т. е. в «конфликтных точках» на пересечениях и примыканиях дорог в одном уровне. Самым опасным местом для пешеходного движения считаются нерегулируемые пешеходные переходы, особенно на многополосных дорогах, заставленных припаркованными автомобилями с нарушением правил парковки в близости от перехода. [4]

Зачастую таких базовых технических средств обеспечения безопасности дорожного движения, как дорожные знаки и дорожная разметка «зебра» недостаточно. [5] Даже регулируемый пешеходный переход со светофором считается объектом повышенной опасности и требует использования дополнительных конструктивных элементов дороги, кроме светофора.

В России широко применяются «островки безопасности», поднятые над проезжей частью и разделяющие полосы движения противоположных направлений. Данный способ оказывает влияние на безопасность пешеходов и позволяет пешеходу остановиться в центре перехода и убедиться в безопасности дальнейшего движения.

Однако, на данный момент существуют более надежные и современные меры обеспечения безопасности пешеходов. Рассмотрим их на опыте зарубежных коллег.

Важно отметить, что все методы обеспечения безопасности направлены на снижение скорости транспортных средств в городских условиях. В западных странах в последние годы появилась тенденция к общему ограничению скорости движения в городе. В большинстве стран Евросоюза максимальная допустимая скорость движения в черте города – 50 км/ч, а за городом 80–90 км/ч, что меньше, чем

допустимо в России. Однако, на автомагистралях и скоростных автомобильных дорогах в Европе разрешаются скорости 120–130 км/ч, редко даже 140 км/ч, например, в Польше, что больше допустимых в России 110 км/ч. [6]

По исследованиям Всемирной организации здравоохранения, на рисунке 2 представлены данные о вероятности смертельного исхода при наезде на пешехода. Видно, что уже после скорости 30 км/ч вероятность получения смертельной травмы значительно возрастает, а при достижении 50 км/ч – достигает 80%. [7]

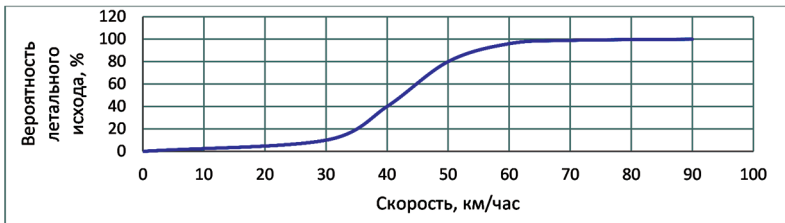


Рис. 2. Вероятность летального исхода при наезде на пешехода в зависимости от скорости движения транспортного средства

Довольно действенным методом обеспечения достаточной видимости на пешеходном переходе многополосных дорог как для водителей, так и для пешеходов, является сужение проезжей части на подъезде к переходу (рис. 3). Таким образом решается вопрос недостаточной видимости из-за неправильной парковки, т. к. сужение дороги не дает возможности поставить машину в близости от перехода.

Помимо мощения перехода тротуарной плиткой может применяться изменение цвета перехода на более контрастный (рис. 4). Это помогает водителям вовремя увидеть переход и затормозить перед ним.

Очень эффективным является создание неровности на переходе или перекрестке и его возвышение над уровнем проезжей части. Добиться неровности можно мощением поверхности мелкой плиткой. Приподнятый переход, так же, как и «лежачий полицейский», заставляет водителя сбавить скорость, однако долговечность плиточного покрытия на дороге в разы больше, чем у «лежачего полицейского». Такое новшество уже дошло до российской столицы (рис. 5).

Возвышение всего перекрестка еще больше снижает скорость движения транспортных средств (рис. 6).



Рис. 3. Сужение дороги с помощью деревянной кадки, Лион [8]



Рис. 4. Сужение, ограждение столбиками и изменение покрытия, Лион [8]



Рис. 5. Возвышение перехода и мощение плиткой, Москва [9]



Рис. 6. Возвышение всего перекрестка на уровень тротуара, Нидерланды [9]



Рис. 7. Искривление дороги за счет создания парковочных мест на разных сторонах дороги, Будапешт [10]

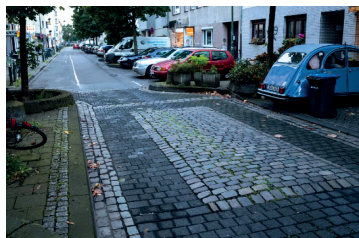


Рис. 8. Искривление дороги и мощение на въезде в жилую зону, Дюссельдорф [8]

При въезде в жилой район или в близости пешеходных переходов может применяться искусственное искривление проезжей части (рис. 7) для снижения скоростного режима. Данный метод может комбинироваться с мощением дороги плиткой (рис. 8) для создания неровностей и еще большего снижения скорости движения.

Данные методы очень эффективно работают в комплексе и значительно уменьшают вероятность наезда на пешехода на оборудованных перекрестках при соблюдении правил дорожного движения водителем и пешеходом, а также соблюдении скоростного режима.

Помимо общего ограничения скорости на законодательном уровне, крайне необходим контроль скорости. Повсеместно устанавливаются камеры наблюдения на пешеходных переходах. Это важно не только для контроля скорости транспортного средства, но и для расследования в случае наезда на пешехода или иного дорожно-транспортного происшествия на перекресте.

Применение описанных выше методов и конструктивных элементов дороги является целесообразным для снижения скоростного режима на городских дорогах и, соответственно, сокращения количества дорожно-транспортных происшествий в целом и смертельных исходов от наездов на пешеходов.

Литература

1. Число погибших за год на дорогах. URL: <https://rg.ru/2019/01/31/chislo-pogibshih-za-god-na-dorogah-rossii-sokratilos-na-tysiachu-chelovek.html> (10.10.2019)
2. Статистика ДТП в России. URL: <http://www.1gai.ru/news/504902-statistika-dtp-za-yanvar-aprel-2012-goda.html> (10.10.2019)
3. Проблемы пешеходов и первоочередные меры для обеспечения их безопасности. URL: https://bezntp.ru/bezntp/ru/article/o_3933 (10.10.2019)
4. С. П. Озорнин, П. А. Ким. Обеспечение безопасности пешеходов в условиях интенсивного городского движения автотранспортных средств / Вестник СГТУ. 2013. № 2 (71). Выпуск 2.
5. Гайфуллин В. М. Безопасность пешехода / В. М. Гайфуллин // Современное состояние и инновации транспортного комплекса: Материалы Международной научно-практической конференции / ПГТУ. – Пермь, 2018. С. 259–263.
6. Ограничения скорости в Европе. URL: <https://autotraveler.ru/spravka/speed-limit-in-europe.html#.XZ-RxUYzaM8> (10.10.2019)

7. Управление скоростью: Руководство по безопасности дорожного движения для руководителей и специалистов Глобальное партнерство дорожной безопасности. Программа при Международной Федерации обществ Красного Креста и Красного Полумесяца, 2008, – 164с.

8. Принципы городского дизайна. URL: <http://syomochkin.ru/all/principy-gorodskogo-dizayna-sпокоиное-dvizhenie/> (10.10.2019)

9. Какими должны быть пешеходные переходы. URL: <https://varlamov.ru/642449.html> (10.10.2019)

10. Безопасность на дорогах. Европейский опыт. URL: https://www.sq.com.ua/rus/news/teksty/23.10.2017/bezопасnost_na_dorogah_evropeyskiy_опыт/ (10.10.2019)

УДК 625.7/.8

Алексей Сергеевич Радков, магистр
(Санкт-Петербургский государственный
архитектурно-строительный университет)
E-mail: a_radkov@mail.ru

Aleksey Sergeevich Radkov, master
(Saint Petersburg State University
of Architecture and Civil Engineering)
E-mail: a_radkov@mail.ru

АНАЛИЗ ДЕФЕКТОВ ДОРОЖНОГО ПОКРЫТИЯ НА СКОРОСТНЫХ АВТОМАГИСТРАЛЯХ, ВЛИЯЮЩИХ НА СКОРОСТЬ И БЕЗОПАСНОСТЬ ДВИЖЕНИЯ

ANALYSIS OF ROAD SURFACE DEFECTS ON HIGHWAYS THAT HAVE AN EFFECT ON SPEED AND TRAFFIC SAFETY

В данной статье представлены результаты анализа нормативно-технических и практических аспектов, касающихся:

- а) дефектов покрытия на автомагистралях, характерных для переходной зоны сопряжения деформационных швов искусственных сооружений;
- б) требований и методов по профилактике (предотвращению) и ликвидации, дефектов покрытия на автомагистралях, характерных для переходной зоны сопряжения деформационных швов искусственных сооружений с покрытием проезжей части, в целях снижения их негативного влияния на скорость и безопасность движения.

Ключевые слова: автомагистраль, деформационный шов, дорожная одежда, покрытие проезжей части, интенсивность движения, переходная зона

This article presents the results of the analysis of regulatory, technical and practical aspects relating to:

- a) defects on motorways characteristic of the joining zone of expansion joints of bridges with asphalt pavement;
- b) requirements and methods for the maintenance and repair defects of the joining zone of expansion joints of bridges, in order to reduce their negative impact on the speed and safety of traffic.

Keywords: highway, deformation seam, road clothing, roadway covering, traffic intensity, transition zone

В последнее десятилетие увеличиваются темпы строительства автомагистралей в мегаполисах, являющихся участками с наиболее высокой интенсивностью движения.

В условиях плотной городской застройки, при наличии существующих сетей автомобильных и железных дорог с существующими требованиями к пересечению дорог в разных уровнях, эксплуатируется множество эстакад и путепроводов являющихся элементами транспортных развязок или переходами над существующими коммуникациями.

Накопленный опыт эксплуатации позволяет выявить один из характерных дефектов их транспортно-эксплуатационного состояния, влияющую на скорость и безопасность дорожного движения – образование выбоин в зоне сопряжения покрытия проезжей части с деформационным швом, способствующих его разрушению.

Наиболее частыми техническими решениями, применяемыми при проектировании переходной зоны сопряжения деформационных швов искусственных сооружений с дорожным покрытием, являются:

1) Асфальтобетоны:

- а) Литой асфальтобетон на битумно-резиновом композиционном вяжущем;
- б) Специальный мастично-щебеночный асфальтобетон;
- в) ЩМА, дисперсно-демпфированный резиновой крошкой;
- г) Полимерасфальтобетон, армированный добавками базальтового волокна (фиброй);
- д) Армирование асфальтобетонного покрытия геосетками в переходной зоне сопряжения дорожной одежды с деформационным швом.
- е) Применение пластично-упругих гранитно-мастичных композиции.
- ж) Литой асфальтобетон с на полимерно-битумном вяжущем.

2) Цементобетоны:

- з) Тяжелый бетон;
 - и) Специальные бетоны;
 - к) Высокопрочный мелкозернистый полимербетон (ВМБ);
 - л) Безусадочные бетоны;
 - м) Ударостойкий бетон с демпфирующими добавками
- 3) Пластбетоны

Разность жесткости стального профиля деформационного шва с любым типом покрытия на подходе к нему является основной причиной образования дефектов.

Процесс разрушения конструкции начинается уже на второй год эксплуатации, в результате возрастания динамического воздействия, вызванного образованием колебности и направленного перпендикулярно к конструкции шва, что со временем вызывает образование трещины верхнего слоя покрытия вдоль конструкции.

После появления трещины происходит образование выбоин, динамическое воздействие на профиль пропорционально увеличивает, после чего происходит разрушение конструкции.

Указанная причина образования перепадов отметок между швом и покрытием пришивной зоны образуется из-за воздействия нескольких факторов, к которым можно отнести:

- Высокую интенсивность движения транспорта;
- Высокую скорость движения и интенсивность воздействия динамической транспортной нагрузки;
- Использование шипованной резины автотранспортных средств и противогололедных материалов в зимний период;
- Ошибки проектирования (в том числе в части, касающейся учета суммарного перемещения шва, особенностей условий его сопряжения с покрытием) при выборе типа деформационного шва и принятии конструктивных решений в зоне его сопряжения с дорожным покрытием без учета вышеуказанных факторов из-за отсутствия утвержденной методики испытаний материалов покрытия по типу *Prall*;
- Эксплуатационные (нарушение технологии содержания и ремонта).

Основными проблемами, связанными с практической реализацией требований к эксплуатационному состоянию покрытий и деформационных швов в зоне их сопряжения являются трудности проведения локального ремонта и устранения дефектов выявленных на ранней стадии образования, когда они еще не представляют опасности и не оказывают негативного влияния на скорость, пропускную способность и безопасность движения.

Для переходных зон, выполненных из бетонов характерно интенсивное шелушение поверхности, прогрессирующее в период зимне-

го содержания из-за применения хлоридов и частых переходов через «ноль», приводящее к выкрашиванию заполнителя (рис.1).

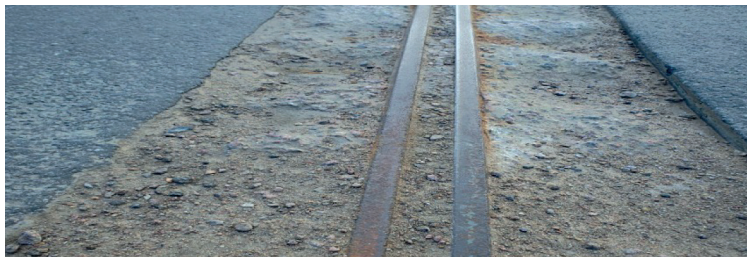


Рис. 1. Выкрашивание бетона в переходной зоне

Локальный ремонт дефектов глубиной до 1 см осуществляется путем нанесения пластичных безусадочных полимерно-цементных композиций, имеющих схожие с сопрягаемым слоем покрытия модули упругости и коэффициенты линейного температурного расширения.

Ограниченное применение данной технологии обусловлено температурным режимом применения, ремонт возможно проводить при температуре покрытия от +10 градусов при отсутствии осадков.

При образовании глубин колеи более 10 мм устраиваются асфальтобетонные слои износа с предварительным устранением образовавшихся поперечных неровностей путем фрезерования цементобетонного покрытия и устранения имеющихся деформаций и разрушений, согласно ОДМ «Методические рекомендации по ремонту цементобетонных покрытий автомобильных дорог».

Для переходных зон, выполненных из асфальтобетонов, так же, как и для самих покрытий характерно образование абразивного износа верхнего слоя асфальтобетонного покрытия от применения шипованных шин, появляющееся в зимний период и прогрессирующее в весенний период (рис. 2).

Специалистами ГП «Дорсервис» проводилось подробное обобщение результатов исследований, выполненных в зарубежных странах с холодным климатом, а также проводились обследования эксплуатационно-технического состояния покрытий автомобильных дорог в Санкт-Петербурге, которые показали, что годовой износ верхнего

слоя асфальтобетонного покрытия на дорогах с разным уровнем интенсивности движения колеблется в довольно широких пределах – от 5 до 10 и более мм.



Рис. 2. Абразивный износ покрытия в переходной зоне

В статье указано что действующими в РФ нормативными документами износ дорожных покрытий шипованной резиной практически не учитывается, отсутствуют методики прогнозирования данного износа, а также требования к износостойкости покрытий автомобильных дорог разных технических категорий.

При этом в скандинавских странах (особенно в Финляндии и Швеции), северных штатах США, Канаде и других странах проведен огромный объем научных исследований по данной проблеме, разработаны методики оценки величины износа и предложены методы снижения колесобразованию. На участках дорог с высокой интенсивностью движения не рекомендовано применять в верхнем слое покрытия плотный, мелкозернистый асфальтобетон, рекомендуется применять ЩМА-20. При подборе состава смеси следует, по возможности, стремиться к наибольшему процентному содержанию частиц крупней 8 мм.

Ограничением к применению ЩМА в зонах сопряжения деформационных швов являются высокие требования к уплотнению смеси, практически невыполнимые при условиях восстановления покрытия малыми объемами (размер ремонтируемой зоны 0,5 м² на 3,75 м²).

Так же на базе Группы компаний «АБЗ-1» и ЗАО «Институт «Стройпроект» проводились исследовательские работы по поиску наиболее долговечных составов литых смесей, в меньшей степени подверженных абразивному износу.

Как показывали проведенные исследования и мониторинг участков уложенных покрытий на металлических эстакадах КАД, литой асфальтобетон с применением высоко полимеризированного ПБВ и габбро-диабазового щебня (45–50 % щебеночных фракций размером от 5 до 20 мм) имеет сопоставимую, и в ряде случаев лучшую сопротивляемость абразивному износу, даже по сравнению с покрытиями из ЩМА.

Показатель сопротивляемости к износу от воздействия шипованной резины различных типов асфальтобетона, определенный по методу *Prall*, в соответствии с методикой, представлен в таблице.

Сопротивляемость износу различных типов а/б покрытий

№ п/п	Наименование асфальтобетона	Показатель износа, в %
1	2	3
1	Тип А марка 1 на БНД 60/90 (габбро*)	27
2	Литой ПАБ, тип 1 на ПБВ40, образец 1(габбро)	21
3	Литой ПАБ, тип 1 на ПБВ40, образец 2 (габбро)	17
4	Литой ПАБ, тип 1 на ПБВ40, образец 3 (габбро)	14
5	ЩМА-10 (габбро)	21
6	ЩМА -15 ПБВ60 (габбро)	17
7	ЩМА 20, ПБВ-60 (габбро)	16

Акцент в применении делается на исключительные свойства литых асфальтобетонов:

1) высокая степень адгезии к нижележащим и прилегающим слоям. Их «спекание» при повышенной температуре укладки, в том числе и с материалами рулонной наплавляемой гидроизоляции, функцию защиты которой литой асфальтобетон и несет;

2) абсолютная водонепроницаемость, при отсутствии мигрирующей через толщу слоя влаги, что характерно для уплотняемых асфальтобетонов;

3) высокая усталостная трещиностойкость (долговечность) при знакопеременных нагрузках в условиях широкого диапазона частот и амплитуд колебаний искусственных сооружений;

4) способность гасить (демпфировать) колебания;

5) отсутствие эффекта коррозии материала, антибактериальную стабильность, устойчивость к солям и повышенную экологичность.

Данный опыт был обобщен, и в течении нескольких последних лет многократно применен при устройстве переходных зон сопряжения при замене деформационных швов как на эксплуатируемых магистралях, так и при новом строительстве.

Таким образом, решение проблем, связанных с профилактикой (предотвращением) и ликвидацией дефектов покрытия, характерных для переходной зоны сопряжения деформационных швов мостов, в целях снижения их негативного влияния на скорость, пропускную способность и безопасность движения на автомагистралях, обуславливает актуальность научных исследований по совершенствованию проектных решений и технологии производства работ по устройству деформационных швов и дорожного покрытия в переходной зоне сопряжения деформационных швов мостов.

Литература

1. ОДМ 218.2.002-2009 Методические рекомендации по применению материалов в сопряжении дорожной одежды с деформационными швами мостовых сооружений.

2. Устройство конструкций деформационных швов мостовых сооружений СТО 017 НОСТРОЙ 2.29.104-2014 (сто 60452903 СОЮЗДОРСТРОЙ 2.1.2.5.3.01 – 2014).

3. ОДМ 218.3.028-2013 Методические рекомендации по ремонту и содержанию цементобетонных покрытий автомобильных дорог.

4. Опыт скандинавских стран. Износ асфальтобетонных покрытий шипованной резиной. URL: <http://www.dor.spb.ru/index/technology/iznos-pokrytiy/>

5. Интернет-журнал «НАУКОВЕДЕНИЕ». URL: <http://naukovedenie.ru>

УДК 656.13

Максимилиан Борисович Скобликов,
магистр
Сергей Викторович Рехов,
канд. техн. наук, доцент
(Санкт-Петербургский государственный
архитектурно-строительный университет)
E-mail: skoblikov95@mail.ru,
srekhov@mail.ru

Maximilian Borisovich Skoblikov,
Master
Sergey Viktorovich Rekhov,
PhD of Sci. Tech., Associate Professor
(Saint Petersburg State University
of Architecture and Civil Engineering)
E-mail: skoblikov95@mail.ru,
srekhov@mail.ru

**ВИРТУАЛЬНАЯ СТЕНА – ИННОВАЦИЯ В ОБЛАСТИ
БЕЗОПАСНОГО ДОРОЖНОГО ДВИЖЕНИЯ**

**VIRTUAL WALL – AN INNOVATION
IN ROAD SAFETY**

В статье ставится задача рассмотреть инновации в области обеспечения безопасности пешеходов и улучшения транспортного сообщения. В статье рассмотрены разные нововведения в области технологий, направленных на защиту пешеходов, детально останавливаясь на виртуальной стене. Показано, что данная технология обладает не только достоинствами, которые выделяют ее на фоне прочих предложенных идей, но и создают дополнительные рассуждения для разрешения вопроса связанного со сложностями внедрения ее в жизнь. В статье приводится обобщенная характеристика, подводятся итоги касательно того, как данная технология повлияет не только на пешеходов, но и на автомобилистов.

Ключевые слова: светофор, безопасность пешеходов, инновация, лазерный проектор, транспортное сообщение

The article sets the task to consider innovations in the field of ensuring pedestrian safety and improving transport links. The author considers various innovations in the field of technologies aimed at protecting pedestrians, stopping in detail on a virtual wall. It is shown that this technology has not only advantages that distinguish it from the background of other proposed ideas, but also create additional considerations to resolve the issue associated with the difficulties of its implementation. The author gives a generalized description, summing up about how this technology will affect not only pedestrians, but also motorists.

Keywords: traffic light, pedestrian safety, innovation, laser projector, transport links

Согласно статистике, каждое второе ДТП с пострадавшими в России – наезд на пешеходов. Достижения в области развития инновационных технологий за последние десятилетия смогли значительно повысить безопасность водителя и пассажира, когда как новых технологий для обеспечения безопасности пешеходов было предложено и применено относительно немного. Инновации настоящего времени, направленные на повышение безопасности пешеходов по-прежнему разработаны на основе подхода, ориентированного на автомобиль.

Повышение безопасности пешеходов в основном является продуктом политики контроля скорости автомобилей. Без сомнения, это решение позволяет снизить смертность пешеходов, но 52 % аварий с пешеходами в городах, по-прежнему, связаны с превышением скорости.

Многие нововведения в области организации дорожного движения ориентируются на автомобильное движение. Пешеходам необходимо долго ждать на светофорных перекрестках, чтобы перейти дорогу, но их потребности часто игнорируются. Поскольку городское население продолжает расти, крайне важно ставить пешеходов в приоритете по отношению к автомобилям.

Понимание поведения и потребностей людей лежит в основе разработки и предложения новых технологий. Многие инновационные решения связаны с дополнением и видоизменением устройства «светофор», который является мощным средством организации дорожного движения, предназначенным для решения двух основных задач:

1. увеличение уровня безопасности дорожного движения;
2. улучшение правил дорожного движения [1].

Светофоры мало изменились за последнее столетие, однако последние инновационные решения предлагают существенные изменения в этой традиционной технологии. Они являются частью многих перекрестков, однако дизайн и определенные функции почти не изменились за все время существования.

В настоящее время были сделаны предложения по введению дополнений, которые помогли бы людям с проблемами с восприятием красного и зеленого сигнала.

Одним из современных предложений явилось введение в Японии футуристического светофора с лазерными лучами, которые бы «бло-

кировали» путь автомобилей, не позволяя им выйти на пешеходный переход во время движения пешеходов.

Более усовершенствованной идеей использования лазера совместно с сигналом светофора стало предложение Ханьйонга Ли (Китайский изобретатель) – «виртуальные пешеходы», представленные в виде лазерного 3D отображения пешеходов, переходящих дорогу (рис. 1) [2].

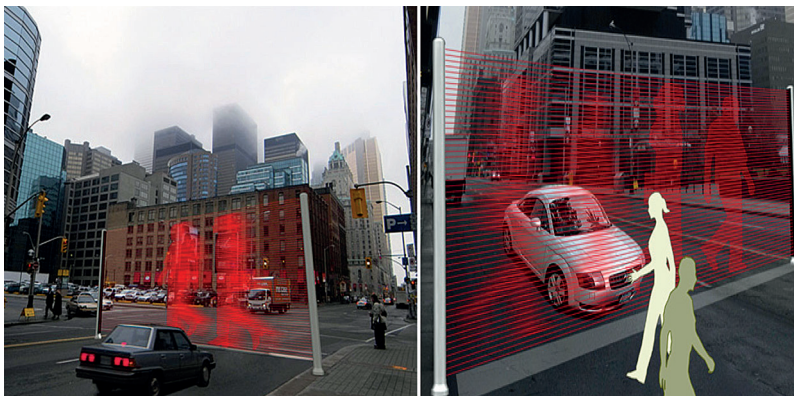


Рис. 1. «Виртуальные пешеходы»

Согласно задумке автора данного средства, оно должно заставить водителей останавливаться на красный свет. При запрещающем сигнале на проезжей части проецируется изображение пешеходов, создается виртуальная «стена», действие которой на водителя куда эффективнее обычного красного света. При смене цвета светофора сама «стена» так же становится желтой, а потом исчезает.

Система представляет собой лазерный проектор, закрепляющийся поверх светофора или снизу с обеих сторон проезжей части, проецирующий изображения двигающихся пешеходов, которые видны лишь водителям (рис. 2). При этом для пешеходов будут видны только красные линии [3].

В ней применяется технология безопасного лазерного луча, т. е. поток света не интенсивен, поэтому не слепит ни водителей, ни пешеходов. Дополнительно рассматривается возможность оснащения

светофора датчиками движения, чтобы «стена» срабатывала лишь при приближении пешехода к переходу.

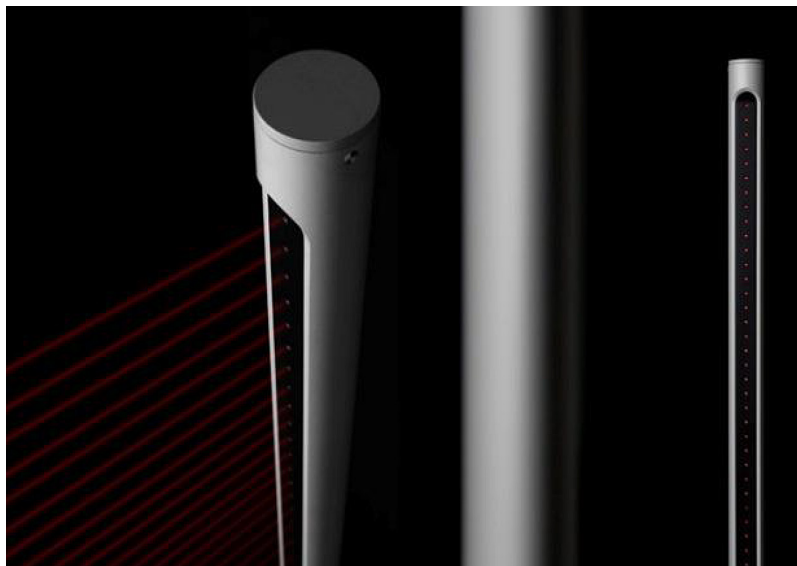


Рис. 2. Лазерный проектор – излучатель

Применение подобной трехмерной иллюзии в области обеспечения безопасности дорожного движения может способствовать изменению поведения водителя не только в плане снижения скорости, но и еще раз задуматься о том, что пешеходы – наиболее уязвимые участники городского движения, тогда как автомобиль – источник повышенной опасности [4].

Согласно предположениям и проведенным исследованиям, подобная технология заставит водителей быть более осторожными, особенно приближаясь к пешеходному переходу, так как несмотря на то, что изображение людей все же имеет схематический вид, это позволит создать для водителя психологический барьер, который не позволит ему спокойно двигаться дальше, проехать на красный (рис. 3).



Рис.3. Принцип трехмерной иллюзии

Так же применение подобной технологии будет служить дополнительным напоминанием или предупреждением о том, что и пешеходы, и водители должны обращать больше внимания на знаки и ситуацию на дороге, которая может меняться стремительно быстро, тем самым снижая вероятность возникновения дорожно-транспортного происшествия.

Помимо этого, плюс этой технологии состоит и в том, что лазерную картину сложно не заметить в любое время года и суток, когда как дорожную разметку может замести снегом, а светофор может быть скрыт деревьями или оказаться незамеченным на фоне яркой мигающей рекламы [5].

Несмотря на массу несомненных достоинств, одна из самых главных проблем этого предложения – недостаточно изученная психологическая реакция водителя на падающий виртуальный «занавес», а так же стоимость, которая, по предварительным расчетам, в разы превышает стоимость привычных уличных светофоров, что затрудняет процесс внедрения данной технологии повсеместно.

Необходимо детальное изучение того, какие именно технологии сделают дороги и города более безопасными. Важно понимать пси-

хологию людей, прежде чем внедрять эти решения в больших масштабах. Любое решение, касательно безопасности, должно учитывать способ взаимодействия всех участников дорожного движения друг с другом и инфраструктурой. Технологии должны помочь обеспечить безопасность пешеходов, а так же улучшить дорожные условия, как для пешеходов, так и для водителей.

Литература

1. ГОСТ Р 52282-2004 Технические средства организации дорожного движения. Светофоры дорожные. Типы и основные параметры. Общие технические требования. Методы испытаний (с Изменением N 1). URL: <http://docs.cntd.ru/document/1200038801> (дата обращения: 27.09.19).
2. Fred Wegman. The future of road safety: A worldwide perspective, 2017.
3. Nicole M. Cambridge. Effects of Symbol Prompts and 3D Pavement Illusions on Motorist Yielding at Crosswalks, 2012.
4. Laser Wall Replaces Traffic Light. URL: <https://www.wired.com/2009/02/laser-wall-repl/> (дата обращения: 28.09.19).
5. Can't cross a virtual wall. URL: <https://www.yankodesign.com/2008/04/21/cant-cross-a-virtual-wall/> (дата обращения: 28.09.19).

УДК 624.195

Валерия Олеговна Сумятина,
магистр
(Национальный исследовательский
университет «Высшая школа экономики» –
Санкт-Петербург)
E-mail: vosumyatina@edu.hse.ru

Valeriya Olegovna Sumyatina,
master
(National Research University
«Higher school of Economics» –
St. Petersburg)
E-mail: vosumyatina@edu.hse.ru

ТЕХНОЛОГИИ СООРУЖЕНИЯ ПОДВОДНЫХ ТОННЕЛЕЙ: ОПЫТ ПРИМЕНЕНИЯ В НОРВЕГИИ

THE SUBSEA TUNNEL CONSTRUCTION TECHNOLOGIES: THE EXPERIENCE OF NORWAY

Техника тоннелестроения в Норвегии славится своей инновационностью. Не удивительно, ведь ежегодно прокладывая свыше 50 км тоннельных путей, норвежцы на практическом опыте решают вопросы, касающиеся проектирования тоннелей в сложных климатических условиях и необычной географической местности. Так, успешно реализуются проекты подводных тоннелей и подводных мостов – как новых способов пересечения водной части страны. В стране уже функционируют свыше 1000 тоннелей, приблизительно 35 из них проложены под водой, одним из самых выдающихся является Эйксунский подводный тоннель, который занимает первенство среди самых глубоких тоннелей на планете. В данной работе рассмотрен опыт Норвегии в строительстве подводных тоннелей, а также техник их сооружения.

Ключевые слова: подводный тоннель, набрызг-бетон, анкеры, сталефибробетон, микрокремнезём.

Tunneling technology in Norway is well-known for its innovation. It is obvious, because through the laying more than 50 km of tunnel paths annually, on practical experience Norwegians solve issues related to the design of tunnels in difficult climatic conditions and unusual geographical location. Thus, projects of subsea tunnels and bridges are successfully implemented as new ways of crossing the water part of the country. The country has already built over 1,000 tunnels, approximately 35 of them are laid under water, and one of the most outstanding is the Eiksund subsea tunnel, which ranks first among the deepest tunnels on the planet. This paper discusses the experience of Norway in the construction of subsea tunnels, as well as the techniques of their construction.

Keywords: subsea tunnel, the sprayed-concrete, anchors, steel fiber reinforced concrete, microsilica.

Норвегия – страна с прекрасной природой, основу которой составляют фьорды (глубокие и узкие морские заливы со скалистыми берегами, которые глубоко врезаются в сушу) [4]. Сегодня не только паромы позволяют пересечь водные просторы страны, ежегодно создаются всё более комфортные условия для более быстрого передвижения по стране – автотранспортом с пересечением водных объектов по подводным тоннелям (рис. 1).

Норвежские инженеры разрабатывают различные техники строительства подводных тоннелей, среди которых буровзрывной способ проходки полным профилем без отделки, с отделкой из набрызг-бетона с анкерами [1], сталефибробетоном и так далее.



Рис. 1. Карта подводных тоннелей Норвегии

Большинство норвежских подводных автодорожных тоннелей были построены с помощью обычного бурения и взрыва. Применение более усовершенствованных методов строительства тоннелей зависит от уровня финансирования и заинтересованности сторон в скорейшем вводе в эксплуатацию тоннеля [5].

Рассмотрим технологии строения выдающихся подводных тоннелей Норвегии, таких как Эйксуннский подводный тоннель, тоннель Хеггура.

Чудо подводного тоннелестроения – Эйксуннский подводный автомобильный тоннель, открытый в 2008 году (рис. 2). Он связывает островной город Эйксунн и материковый город Рьянес и является самым глубоким подводным тоннелем в мире (287 м).

В 2003 году было принято решение о строительстве данного тоннеля для обеспечения беспрепятственного передвижения автомобилям между вышеуказанными городами, независимо от погодных условий, ведь в зимний период некоторые дороги закрываются для проезда.

Тоннель строился в сложных условиях – преимущественно в местности, где преобладают твердые скальные породы. Учитывая особенности ландшафта, участки строительства проходили с помощью буровзрывного способа. Бетонное крепление применяли в тех местах, где существовал риск просачивания воды [7].



Рис. 2. Маршрут Эйксуннского подводного тоннеля

Поборется за звание самого глубокого тоннеля в мире тоннель под фьордом Алстенфьорд в Хельгеланне. Он будет прокладываться под водой, причем, руководитель проекта Йорн Сёрвиг отмечает, что на этом участке очень крутой подъем и спуск, поэтому этот проект будет характеризоваться повышенным уровнем сложности. Планируется, что тоннель будет на 100 метров глубже, чем Эйксуннский тоннель в Суннмёре и на 170 м глубже, чем самый глубокий тоннель в Северной Норвегии – Нордкапский тоннель [6]. Отметим, что тоннель Нордкапп построен в крайне сложных условиях, что привело к тому, что почти 50% тоннеля были облицованы бетоном. Были вложены колоссальные как финансовые затраты на тоннель, так и трудозатраты [5].

Рассмотрим технологию сталефибробетона, который является строительным композиционным материалом, представляющим собой бетон, армированный стальной фиброй и который состоит из трёх компонент: щебня, фибры и раствора.

Для производства сталефибробетона налажено серийное производство стальных фибр в Японии, Германии, Бельгии и других странах. Преимуществом фибробетона перед традиционной арматурой является его дискретность и экономическая составляющая, выражающаяся в меньших прямых затратах, например, уменьшение металлоемкости конструкции, и косвенных затрат, связанных с транспортировкой, хранением каркасов.

В качестве примера приведем строительство тоннеля Хеггура (длина 5,3 км), построенного в 1982 году (рис. 3). При его проходке использовались сталеполимерные анкеры и сталефибробетонная постоянная обделка для предотвращения растрескивания породы при горных ударах, поскольку строительство велось в крепких породах и на глубине 700 метров.

Обделку тоннеля наносили с помощью робот – метода по своду тоннеля в два слоя. Отметим, что состав смеси вводили микрокремнезём, позволяющий усилить свойства отверждения и повышающие пластические свойства смеси.

Этим же методом прокладывали тоннели-газопроводы в Норвегии под дном Северного моря, общая длина которых составляла 12 км [3].

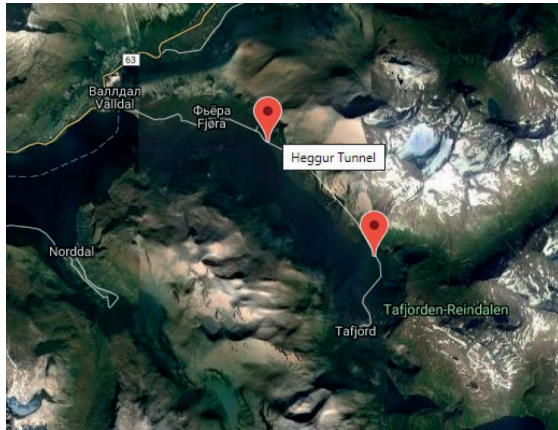


Рис. 3. Маршрут туннеля Хеггура

В заключение отметим, что Норвегия – прогрессивная страна, учитывающая положительный и негативный опыт строительства объектов на своей территории при проектировании новых масштабных проектов. Амбициозные цели Норвежского общественного дорожного управления – строительство первого в мире плавучего моста-тоннеля на понтонах с предварительной стоимостью 25 млрд долл. США к 2035 году и подводного туннеля в Хельгеланне длиной почти 13 км.

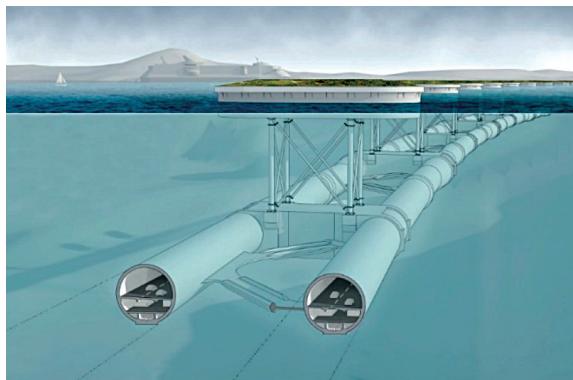


Рис. 4. План плавучего моста-тоннеля

Задача проекта – построение маршрута с упрощенной схемой достижения противоположных берегов фьордов. Мост будет связывать два берега фьорда *Sognefiord*. Это позволит местным жителям преодолевать 1100 км между Кристиансанном и Тронхеймом без многочисленных пересадок на паромные переправы. Два железобетонных тоннеля будут состоять из двух бетонных труб, которые будут подвешены на понтонах на глубине 30 метров ниже поверхности воды (рис. 4) [2].

Таким образом, бурение тоннеля под морским дном при рассматриваемых глубине, ширине фьордов – задача невыполнимая. Строительство плавучих мостов-тоннелей – новое, передовое решение, которое откроет новую веху в истории тоннелестроения.

Литература

1. Меркин В. Е. Тоннелестроение в Швеции и Норвегии (по материалам деловой поездки) // Метро и тоннели (Москва). 2015. № 6. С. 10–14.
2. Пономарев Е. Е. Новая технология сооружения подводных мостов // Инновационное развитие строительства и архитектуры: взгляд в будущее (Симферополь). 2017. С. 40–42.
3. Сурнина Е. К., Карюк, Д. С. Опыт применения сталефибробетона в тоннелестроении // Техника и технология транспорта (Казань). 2019. № 11. С. 1–4.
4. Татаринovich А. В. Подводные плавучие мосты // Проектирование, строительство и эксплуатация транспортных сооружений : материалы 73-й студенческой научно-технической конференции (Минск: БНТУ). № 1. 2017. С. 81–82.
5. Karl Melby, Eirik Øvstedal, Finn H. Amundsen, Ranes G. Subsea road tunnels in Norway// Directorate of Public Roads (Oslo, Norway). 2002. P. 1–34.
6. Вся Норвегия на русском [Электронный ресурс]: Планируется построить самый глубокий туннель в мире [Сайт]. – URL: <http://www.norge.ru/news/2015/03/21/26723.html> (дата обращения: 15.10.2019).
7. Яндекс Дзен [Электронный ресурс]: Эйксуннский автомобильный тоннель в Норвегии – самый длинный в мире [Сайт]. – URL: <https://zen.yandex.ru/media/id/5c92ee669bf0ae00b3dee415/eiksunnskii-avtomobilnyi-tonnel-v-norvegiisamyi-dlinnyi-v-mire-5cb3581dc07b6700b34e9de3> (дата обращения: 10.10.2019).

СЕКЦИЯ ДОРОЖНЫЕ И СТРОИТЕЛЬНЫЕ МАШИНЫ

УДК 004.94

Виктор Владимирович Кутузов,

канд. техн. наук, доцент

Роман Андреевич Абаров,

магистр

(Белорусско-Российский университет)

E-mail: kutuzov.bru@yandex.ru,

roman.abarov@mail.ru

Victor Vladimirovich Kutuzov,

PhD in Eng. Sc. Associate Professor

Raman Andreevich Abarau,

master

(Belarusian-Russian University)

E-mail: kutuzov.bru@yandex.ru,

roman.abarov@mail.ru

МОДЕЛИРОВАНИЕ ОЦЕНКИ ПРИБЫЛЬНОСТИ ЭКСПЛУАТАЦИИ СТРОИТЕЛЬНЫХ И ДОРОЖНЫХ МАШИН

MODELING ASSESSMENT OF PROFITABILITY OF OPERATION OF CONSTRUCTION EQUIPMENT

В статье описано разрабатываемое программное обеспечение по учёту и оценке эффективности использования строительно-дорожных машин. Рассказывается о выгоде использования систем автоматизации производственной и технической эксплуатации машин и оборудования в организациях. Приводятся примеры существующего программного обеспечения в организациях и говорится о их недостатке. Описываются причины разработки программного обеспечения по оценке прибыльности эксплуатации машин. Описываются входные и выходные параметры, которые используются при оценке прибыльности строительно-дорожных машин, а также описывается архитектура программного обеспечения. Иллюстрируются модули программного обеспечения. Делается вывод о расчётах и моделировании прибыльности эксплуатации машин.

Ключевые слова: строительно-дорожные машины, оценка эффективности использования машин, технико-экономическое моделирование, технико-экономические показатели, программное обеспечение, себестоимость машино-часа и прибыль.

The article describes the software being developed for accounting and evaluating the efficiency of the use of construction equipment. It describes the benefits of using automation systems for the production and technical operation of machinery and equipment in organizations. Examples of existing software in organizations are given and their lack is mentioned. The reasons for developing software for assessing the profitability of machine operation are described. The input and output parameters that are used to assess the profitability of construction equipment are described, as well as the software architecture is described. Software modules are illustrated. The conclusion is drawn on the calculations and modeling of the profitability of the operation of machines.

Keywords: construction equipment, assessment of the efficiency of using machines, technical and economic modeling, technical and economic indicators, software, cost per machine hour and profit.

Применение систем автоматизации производственной и технической эксплуатации строительно-дорожных машин (СДМ) и оборудования в организациях позволяет существенно упростить процесс принятия решений по обеспечению поддержания и восстановления их работоспособности, планирования, организации и контроля работ, обеспечивая не только охват всего парка, но конкретную машину с учетом изменения её уровня надежности и технико-экономических показателей работы. С учетом того, что затраты на поддержание и восстановление работоспособности машин превышают в десятки раз стоимость новой машины, то актуальность применения любых систем и методов, повышающих эффективность их эксплуатации, обеспечивающих продолжительность простоев по всем причинам, а также обеспечивающих точный учет и прогнозирование показателей работы, всегда является высокой.

В настоящее время учёт и оценка эффективности использования строительно-дорожных машин и в целом материально-технических ресурсов осуществляется с помощью специального программного обеспечения (ПО), входящего в состав систем: *MRP*, *MRP-2*, *ERP*, *CMMS*, *EAM* и др. Данные системы выступают в роли методик и систем, обеспечивающих автоматизацию производственных процессов, в том числе и реализующих функции технического обслуживания (ТО) и ремонтов. Однако в основе существующих методик лежат алгоритмы на базе средних значений, как следствие не

позволяют оценивать эффективность всех работ по конкретной машине из парка. Учет, анализ входных показателей с учетом индивидуального подхода позволит проводить технико-экономическое моделирование и оценку прибыльности эксплуатации СДМ. [1, 2, 3, 4] В реальных условиях эксплуатации машина может работать на разных объектах с выполнением различных технологических операций и объемов производства работ. Практически оценку эффективности ее использования целесообразно производить поэтапно с определением суммарной прибыли за любые интервалы наработки, определяя прибыль от использования машины определяется с учетом стоимости единицы выполненной работы, приведенной себестоимости механизированных работ, производительности машины и наработки с начала эксплуатации. [4]

В разрабатываемом авторами программном обеспечении оценки прибыльности эксплуатации СДМ в основе как раз и закладываются индивидуальные показатели значений по каждой машине и их технико-экономические характеристики. Для определения оценки прибыльности эксплуатации машины осуществляется индивидуальный учет её показателей в зависимости от наработки с начала эксплуатации, выполняется расчет себестоимости машино-часа, планово-расчетных цен, объема получаемой прибыли и затрат на эксплуатацию.

Основными выходными параметрами при оценке эффективности эксплуатации СДМ являются себестоимость машино-часа и получаемая прибыль от работы машины с учетом анализа затрат. Входными параметрами являются технические характеристики машины, эксплуатационные затраты, затраты на материалы, информация о работе машины и т. д.

Определение себестоимости машино-часа рассчитывается с учетом амортизационных отчислений, заработной платы машинистов, затрат на энергоносители, затрат на техническое обслуживание и ремонты, затрат на сменную оснастку, материалы, затрат на перебазирование техники и прочие затраты. К прочим затратам относятся все налоги и иные отчисления.

Разрабатываемый программный продукт реализуется в виде Web-приложения в основе которого использованы технологии *back-*

end части: *PHP-7.2, MS SQL Server 2014*. На клиентской стороне реализованы технологии *Bootstrap 4, JavaScript*, также используются библиотеки для работы с графиками и слайдерами: *Chart.js* и *Ion.RangeSlider*. Приложение включает в себя множество модулей, например, один определяет себестоимость машино-часа, который представлен в виде «калькулятора» (рисунок). Расчёт производится на примере экскаватора-погрузчика Амкодор 732. Аналогично выполняются другие расчёты. Одним из главных модулей в приложении является модуль определения прибыли за весь период эксплуатации машин.

Выберите машину
Amkodor 732

Стоимость машины
33 470 RUB / 500 000 RUB
83470

Зарплата машиниста перебазируемой техники
10 RUB / 500 RUB / 1 000 RUB
599

Стоимость топлива
1.67

Учитывать капитальный ремонт

Зарплата рабочих, занятых погрузкой-разгрузкой
10 RUB / 500 RUB / 1 000 RUB

СМЧ - 26.90

Окно ПО для расчёта

В итоге расчетов, моделирования, пользователь может видеть при каких значениях эксплуатации машины является прибыльной и убыточной. Варьируя технико-экономическими показателями, оптимизируя отдельные виды затрат и прибыль, получаемую от выполнения работ, а также уровень рентабельности он может установить оптимальные значения себестоимости машино-часа, при которых эксплуатация машины является выгодной, а машина не работает в убыток для организации.

Литература

1. Кутузов В. В., Абаров Р. А., Заровчатская Е. В. Системы учета работы и планирования технических обслуживаний и ремонтов машин // Материалы, оборудование и ресурсосберегающие технологии: материалы междунар. науч.-техн. конф. – Могилев: Белорус.-Рос. ун-т, 2019. – с. 364–365.
2. Systems for Accounting Work and Planning Maintenance and Repair of Machines / Abarov Roman, Kutuzov Victor, Zarovchatskaya Elena // Progress through innovations proceedings 2019 VIIIth International academic and research conference of graduate and postgraduate students (March 28, 2019) Novosibirsk, Russia, 2019. – P.26–28.
3. Simulation and cost estimation of the operational phase of the mobile machine life cycle / Р. А. Абаров (Научный рук. Кутузов В. В., Мельникова Е. Н.) // 55 Студенческая научно-техническая конференция (3 мая 2019 г). – Могилев: Белорус.-Рос. ун-т. – 2019. – с. 11.
4. Максименко, А. Н. Техническая эксплуатация строительных и дорожных машин: учеб. пособие / А. Н. Максименко, В. В. Кутузов. – Минск: Вышэйшая школа, 2015. – 303 с.

УДК 625.8

Андрей Петрович Прокопьев,

канд. техн. наук, доцент

Николай Юрьевич Андреев,

магистр

(Сибирский федеральный университет)

E-mail: nikolay-andreev90@mail.ru

Andrey Petrovich Prokopiev,

PhD in Eng. Sc. Associate Professor

Nikolay Yurievich Andreyev,

master

(Siberian Federal University)

E-mail: nikolay-andreev90@mail.ru

МОДЕЛИРОВАНИЕ ДИНАМИКИ СТРОИТЕЛЬНЫХ МАНИПУЛЯТОРОВ

MODELING THE DYNAMICS OF CONSTRUCTION MANIPULATORS

Рассмотрена математическая модель динамики строительного робота с прямоугольной системой координат в режиме подъема груза. Для составления дифференциальных уравнений механической системы использован принцип Лагранжа-Даламбера. Динамическая модель позволяет определить усилие подъемного механизма, временные зависимости перемещения, скорости и ускорения элементов конструкции робота. Получена имитационная модель на языке программы MATLAB/Simulink. Приведены результаты моделирования динамики для конкретного примера.

Ключевые слова: робот, манипулятор, динамическая модель, имитационная модель, MATLAB/Simulink.

Abstract. A mathematical model of the dynamics of a construction robot with a rectangular coordinate system in the load lifting mode is considered. The Lagrange-Dalembert principle is used to compile the differential equations of the mechanical system. The dynamic model allows you to determine the force of the lifting mechanism, the time dependence of the movement, speed and acceleration of the structural elements of the robot. A simulation model in the language of MATLAB/Simulink is obtained. The results of dynamics modeling for a specific example are presented.

Keywords: Robot, Manipulator, dynamic model, Simulation Model, MATLAB/Simulink.

Благодаря развитию научного направления «Киберфизическое управление» современным трендом строительной отрасли является «роботизация и автоматизация строительных процессов». В научных публикациях проявляется повышенный интерес к темам свя-

занных с информационным моделированием объектов строительства [1, 2, 3], интеллектуальным уплотнением грунтов и асфальтобетонных смесей [4, 5, 6], непрерывным контролем уплотнения в дорожном строительстве [7, 8] и др.

Работа посвящена теоретическому описанию динамики процесса строительного робота-манипулятора для монтажа конструкций. В качестве аналога компоновки конструкции использована модель мостового крана-штабелера с гидравлическим приводом механизма подъема. Рабочий процесс строительного робота (СР) мостового типа характеризуется следующими операциями: захват конструкции; подъем-опускание груза; перемещение в двух плоскостях – продольной и поперечной.

Исследовательская работа выполняется в рамках научного направления кафедры – механизации и цифровизации управления технологическими процессами и машинами в строительстве.

Одно из направлений повышения эффективности использования роботов-манипуляторов – одновременное перемещение нескольких элементов. За счет этих операций значительно уменьшается время цикла работы СР, растет ее производительность. Поэтому требуется разработка математических моделей совместного движения звеньев строительного робота.

Для проектирования конструкций СР необходимы данные о усилиях в элементах, максимальных амплитуд, динамических характеристиках рабочего процесса. Эту информацию можно получить по результатам анализа данных моделирования или эксперимента. Учитывая значительную трудоемкость и большую стоимость любых физических экспериментов, метод моделирования является приоритетным в любых исследованиях. Современные программные средства позволяют повысить эффективность и производительность этапа теоретического анализа и синтеза объектов исследования.

Цель работы – разработка математической и имитационной модели процесса подъема груза манипулятором строительного робота.

Предмет исследования – зависимости динамических параметров рабочего процесса СР от режимов работы и характеристик конструкции.

Строительный робот мостового типа состоит из опорной конструкции, мостовой рамы, манипулятора с захватом, механизма подъема, механизма поперечного и продольного перемещения. Расчетная схема динамической модели строительного робота мостового типа показана на рис. 1.

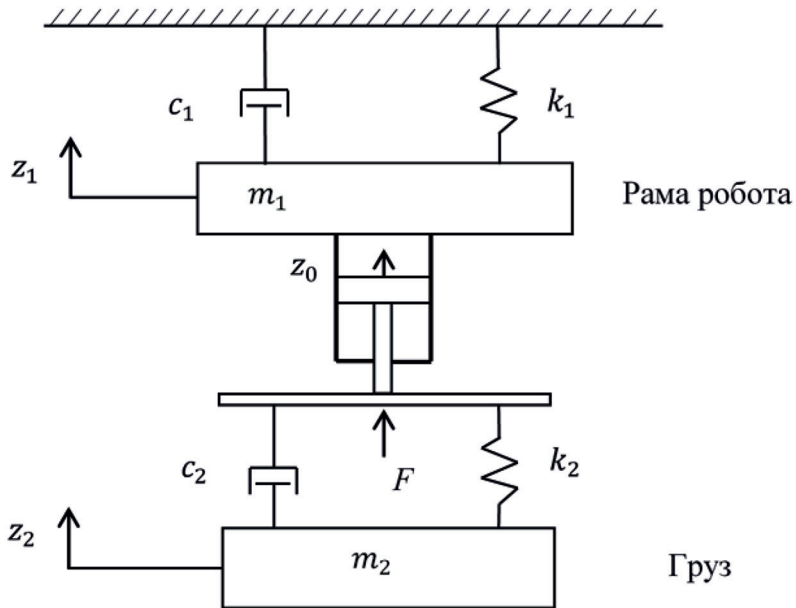


Рис. 1. Расчетная схема динамической модели процесса подъема груза строительным роботом

На схеме, рис. 1, использованы следующие обозначения:
 m_1 – масса рамы робота, кг;
 m_2 – масса груза, кг;
 k_1 – коэффициент жесткости рамы, Н/м;
 c_1 – коэффициент демпфирования металлоконструкции рамы моста, Н с/м;
 k_2 – коэффициент жесткости подъемного механизма, Н/м;
 c_2 – коэффициент демпфирования подъемного механизма, Н с/м;

z_0, z_1, z_2 – перемещение элементов системы, соответственно.

Для определения зависимостей изменения и значений усилий, действующих на механизм подъема и элементы мостовой конструкции робота рассматривается задача моделирования колебаний груза с учетом прогиба металлоконструкции мостовой рамы и податливости механизма подъема.

Для составления дифференциальных уравнений колебаний СР как механической системы используется принцип Лагранжа-Даламбера. Дальнейшие преобразования подчинены реализации алгоритма для численного решения задачи на компьютере.

Движение рассматриваемой механической системы описывается следующими дифференциальными уравнениями

$$\begin{cases} m_1 \cdot \ddot{z}_1 + m_1 \cdot g + c_1 \cdot \dot{z}_1 + c_2 \cdot (\dot{z}_1 - \dot{z}_2) + k_1 \cdot z_1 + k_2 \cdot (z_0 + z_1 - z_2) = 0; \\ m_2 \cdot \ddot{z}_2 + m_2 \cdot g - c_2 \cdot (\dot{z}_1 - \dot{z}_2) - k_2 \cdot (z_0 + z_1 - z_2) = 0, \end{cases}$$

где g – ускорение свободного падения, м/с²; \ddot{z}_1 – ускорение рамы моста, м/с²; \dot{z}_1 – скорость движения рамы, м/с; \dot{z}_2 – скорость движения груза, м/с; \ddot{z}_2 – ускорение груза, м/с².

Скорость движения штока V без учета утечек рабочей жидкости определяется по формуле [9]

$$V = Q / S = \dot{z}_0,$$

где Q – расход рабочей жидкости, м³/с; S – площадь поршня гидроцилиндра, м.

Перемещение обобщенной координаты z_0

$$z_0 = Q / S \cdot t,$$

где t – время процесса, с.

Усилие в механизме подъема с учетом обозначений на рис. 1

$$F = c_2 \cdot (\dot{z} + \dot{z}_1) + k_2 \cdot (z_0 + z_1 - z_2) = c_2 \cdot (\dot{z} + \dot{z}_1) + k_2 \cdot (Q / S \cdot t + z_1 - z_2).$$

Для упрощения исследования модели объекта с использованием программной среды MATLAB&Simulink система уравнений (1) приводится к следующему виду

$$\begin{cases} \ddot{z}_1 = 1/m_1 \cdot [-m_1 \cdot g - c_1 \cdot \dot{z}_1 - c_2 \cdot (\dot{z}_1 - \dot{z}_2) - k_1 \cdot z_1 - k_2 \cdot (Q/S \cdot t + z_1 - z_2)]; \\ \ddot{z}_2 = 1/m_2 \cdot [-m_2 \cdot g + c_2 \cdot (\dot{z}_1 - \dot{z}_2) + k_2 \cdot (Q/S \cdot t + z_1 - z_2)]. \end{cases} \quad (2)$$

По системе уравнений (2) получена имитационная модель исследуемого процесса на языке программы MATLAB&Simulink, рис. 2.

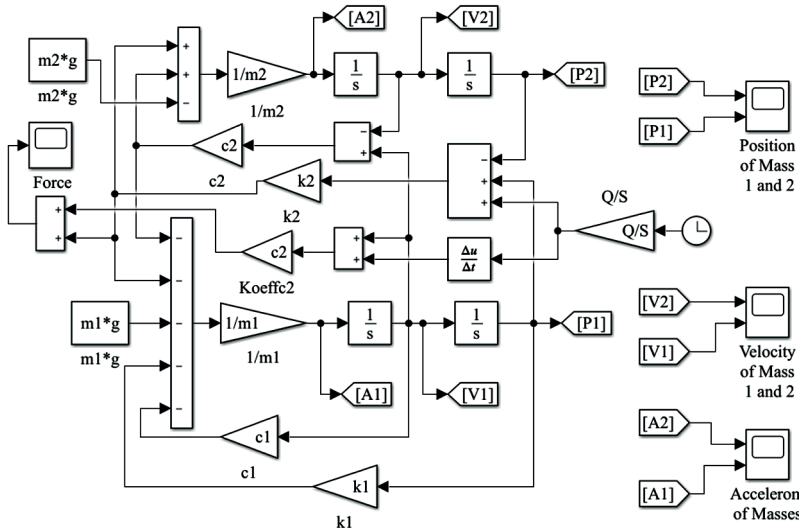


Рис. 2. Имитационная модель исследуемого процесса на языке MATLAB&Simulink

Исследование математической модели. Для оценки адекватности математической модели процесса выполнено компьютерное моделирование процесса.

Для моделирования процесса использованы исходные данные из ГОСТ 25711-83 «Краны мостовые электрические», ГОСТ 28448-90 «Краны консольные»

$$k_1 = 7,8 \cdot 10^7 \text{ Н/м}; k_2 = 1,0 \cdot 10^7 \text{ Н/м}; c_1 = 300 \cdot 10^3 \text{ Н} \cdot \text{с/м}; c_2 = 13 \cdot 10^3 \text{ Н} \cdot \text{с/м};$$

$$m_1 = 9500 \text{ кг}; m_2 = 20000 \text{ кг}; L = 10,5 \text{ м (пролет моста)}; S = 0,012272 \text{ м}^2;$$

$$Q = 0,002 \text{ м}^3/\text{с}; g = 9,81 \text{ м/с}^2.$$

Исходные данные реализованы в *m*-файле на языке программы MATLAB.

В результате компьютерного моделирования получены параметры процесса подъема груза манипулятором строительного робота мостового типа: перемещение; скорость; ускорение; усилие в механизме подъема. На графике рис. 3 приведен результат моделирования усилия в механизме подъема.

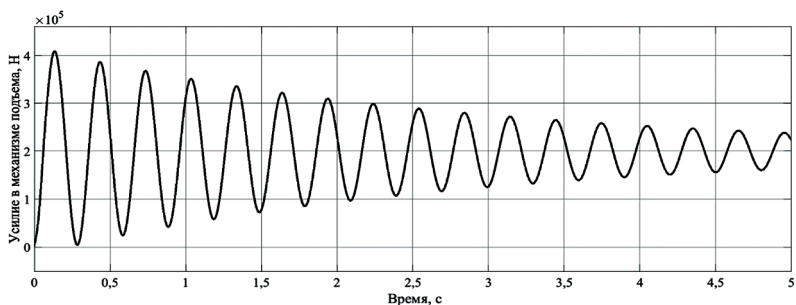


Рис. 3. Временная зависимость усилия в механизме подъема

Результаты моделирования показали хорошую воспроизводимость процесса.

Заключение. Получена математическая модель рабочего процесса строительного робота мостового типа позволяющая исследовать колебания груза с учетом податливости массы металлоконструкции рамы моста и механизма подъёма. Результаты работы являются этапом научных исследований в области автоматизации и роботизации строительных процессов.

Литература

1. Автоматизация дорожного строительства. Опыт компании КРОК в BIM технологиях // СТРОИТЕЛЬНЫЕ МАТЕРИАЛЫ, ОБОРУДОВАНИЕ, ТЕХНОЛОГИИ XXI ВЕКА. № 5–6, 2016. С. 26–29. Режим доступа: http://www.stroyomat21.ru/pdf/2016_05/26-29.pdf.
2. Баранник С.В. Применимость BIM-технологий в дорожной отрасли САПР и ГИС автомобильных дорог. № 1 (4), 2015. С. 24–28. Режим доступа: [http://www.cadgis.ru/2015/4/CADGIS-2015-1\(4\)-03.Barannik\(BIM-in-road-industry\).pdf](http://www.cadgis.ru/2015/4/CADGIS-2015-1(4)-03.Barannik(BIM-in-road-industry).pdf). DOI: 10.17273/CADGIS.2015.1.3.

3. Скворцов А. В. BIM автомобильных дорог: оценка зрелости технологии // САПР и ГИС автомобильных дорог. 2014. No 2(3). С. 12-21.
4. Yoon, S., Hastak, M., & Lee, J. (2015). Intelligent compaction of asphalt pavement implementation (Joint Transportation Research Program Publication No. FHWA/IN/JTRP-2015/05). West Lafayette, IN: Purdue University. <http://dx.doi.org/10.5703/1288284315524>.
5. Chang G. K., Rutledge Q. Xu, J., Garber S. A Study on Intelligent Compaction and InPlace Asphalt Density, FHWA-HIF-14-017, Federal Highway Administration, Washington, D. C, 2014.
6. Nieves A. Summary of Intelligent Compaction on for HMA/WMA Paving // Federal Highway Administration, 2014.
7. Pistol J, et al. Continuous Compaction Control (CCC) with Oscillating Rollers. Advances in Transportation Geotechnics 3. In: The 3rd International Conference on Transportation Geotechnics (ICTG 2016). Procedia Engineering, vol. 143; 2016, p. 514–521.
8. Qian Mi Yu, Jian Kun Liu, Ya Hu Tian. Analysis of Application Situation of Continuous Compaction Control (CCC) // Applied Mechanics and Materials, Vols. 501–504, 2014, pp. 983–992.
9. Галдин Н. С. Основы гидравлики и гидропривода. Омск: Изд-во СибАДИ, 2006. 145 с.

УДК 621.873

Баротзода Парвизджони,

магистр

(Санкт-Петербургский государственный
архитектурно-строительный университет)

E-mail: barotzoda91@inbox.ru

Barotzoda Parvizdjoni,

master

(Saint Petersburg State University of
Architecture and Civil Engineering)

E-mail: barotzoda91@inbox.ru

МОДУЛЬ УПРАВЛЕНИЯ БАШЕННЫМ КРАНОМ

TOWER CRANE CONTROL MODULE

Существует множество типов башенных кранов. Они нашли широкое применение при строительстве зданий и сооружений в производстве погрузочно-разгрузочных работ. Башенный кран состоит из следующих основных узлов: башня, ходовая рама с колесами, опорно-поворотное устройство, поворотная платформа с грузовой и стреловой лебедкой, с противовесом; механизм поворота и электрооборудования, механизм подъема груза, механизм для изменения вылета, механизм передвижения крана и т.д.

Башенные краны, являясь универсальными монтажными машинами, применяются для монтажа высоких и протяженных сооружений там, где могут быть использованы стреловые самоходные гусеничные и пневмоколесные краны.

Ключевые слова: башенный кран, напряжения, деформирование, характеристики, устойчивость.

There are many types of tower cranes. They are widely used in the construction of buildings and structures in the production of loading and unloading. Tower crane consists of the following main components: tower, chassis frame with wheels, support-swivel device, swivel platform with cargo and boom winch, with counterweight; mechanism of rotation and electrical equipment, lifting mechanism, mechanism for changing the departure, mechanism of movement of the crane, etc.

Tower cranes, being universal Assembly machines, are used for installation of high and extended structures where boom self-propelled crawler and air-wheeled cranes can be used

Keywords: tower crane, stresses, deformation, characteristics, stability.

Большое разнообразие типов кранов затрудняет их эксплуатацию. Для устранения разнотипности утвержден типаж башенных кранов единого ряда типа КБ. В основу типажа положен грузовой момент. Типаж включает краны КБ-4; КБ-16; КБ-25; КБ-40; КБ-60; КБ-100; КБ-160 и КБ-250 (где цифрой обозначен грузовой момент, т. е. про-

извлечение максимального веса поднимаемого груза на вылет, ему соответствующий, в тс-м).

Краны типа КБ изготавливают из унифицированных узлов, выпускаемых специализированными заводами. В настоящее время выпускают краны КБ-60, КБ-100 и КБ-160. По грузоподъемности башенные краны подразделяются на три группы:

– для подъема легких грузов – менее 5 т, с грузовым моментом до 60 тс-м;

– для подъема средних грузов – от 5 до 25 т, с грузовым моментом до 300 тс-м;

– для подъема тяжелых грузов – более 25 т, с грузовым моментом более 300 тс-м.

Башенные краны получили массовое распространение в строительстве. Необойтись без недостатков башенных кранов: длительность и трудоемкость монтажа и демонтажа, сложность транспортирования их с площадки на площадку и высокая стоимость путей. Все это значительно повышает стоимость эксплуатации крана и сокращает полезное время его работы. Современные модели башенных кранов предусматривают перевозку кранов при наименьшем демонтаже узлов и возможность быстрого монтажа и демонтажа без применения дополнительных механизмов.

В гидротехническом строительстве башенные краны малой мощности применяют для обслуживания вспомогательных работ. Краны средней мощности используют преимущественно как краны-бетонукладчики для подачи бетонной смеси бадьями в блоки бетонирования при возведении монолитных бетонных сооружений; краны большой мощности используют в качестве монтажных кранов при возведении сооружений из сборного железобетона.

Монтажные большегрузные башенные краны особенно эффективны для обслуживания строительства низконапорных гидроузлов с весом сборных элементов до 70–80 т и даже 100 т; они перемещаются с обеих сторон сооружения.

Башенный кран—поворотный кран со стрелой, закрепленной в верхней части вертикально расположенной башни (рис. 1). Основные параметры башенного крана: грузоподъемность, вылет, высота подъема груза, глубина опускания груза, скорость подъема (опускания) груза, скорость поворота башни, скорость перемещения крана.

Все башенные краны имеют башню, что подразумевается уже самим их названием, и стрелу; эти башни и стрелы бывают самыми разнообразными. Башня крана—как бы его остов, который служит для поддержания стрелы на определенной высоте, а также для передачи нагрузок со стрелы на ходовую раму и крановые пути. Башню изготавливают из металлических уголков или труб, иногда бывают башни, выполненные в виде сплошной трубы. В вертикальном положении башни крепятся на портал или шарнирно с помощью подкосов.

У ряда кранов высота башни при необходимости может меняться с помощью выдвижных секций (телескопические и наращиваемые башни). Существуют краны с башней, которая складывается в боковом направлении с помощью монтажного полиспада. Такой тип башни особенно удобен при транспортировке крана с одного объекта на другой. Если башня крана – его корпус, то стрела – его рука, с помощью которой кран дотягивается до нужного предмета, находящегося от него на определенном расстоянии. Стрелы крепят к верхней части башни. Они бывают подъемными или балочными.

Преимущество подъемных стрел заключается в сравнительно малом их весе и размерах, меньшей трудоемкости монтажа и перевозки. Краны с подъемными стрелами наиболее распространены в строительстве. Недостатком подъемных стрел является то, что для изменения вылета крюка нельзя горизонтально переместить груз, поэтому необходимо производить поворот и передвижение крана. Стрелы бывают подвесные, подвесные с гуськом, подвесные со стойками, молотовидные. Больше всего из них распространены подвесные подъемные стрелы. Так же, как и башни, стрелы изготавливают из уголков или труб большого диаметра. Решетчатые конструкции из труб легки, прочны, способны выдерживать большие ветровые нагрузки. Балочные стрелы бывают подвесные и молотовидные. Последние менее распространены из-за довольно значительного веса и больших габаритов. Нижний пояс подвесной балочной стрелы представляет собой двутавровую балку, по которой перемещаются катки грузовой тележки, необходимой для подвешивания и перемещения грузов.

Важный элемент башенного крана – ходовая рама для передачи действующих нагрузок на крановые пути. У кранов с неповоротными башнями ходовые рамы выполнены в виде закрытого шатрового или

открытого П-образного портала. У большинства кранов, имеющих неповоротную башню, ходовая рама-шатровая, выполненная в форме усеченной пирамиды. В кранах с поворотными башнями действующие на кран нагрузки передаются на ходовую раму через опорно-поворотное устройство, размещенное в верхней части рамы, и с нее – на крановые пути. Через опорно-поворотное устройство у мобильных кранов башня соединена с ходовой рамой. Само по себе опорно-поворотное устройство необходимо для обеспечения вращения поворотной части башенного крана относительно неповоротной части и для передачи нагрузок с поворотной части на неповоротную. Это устройство расположено на поворотной платформе крана.

В верхней части башни находится оголовок, который жестко соединен с башней или связан с нею с помощью опорно-поворотного устройства. На противовесной консоли, расположенной со стороны, противоположной стреле, размещены противовесы, а также грузовая, стреловая и тележечная лебедки. На башенных кранах с поворотной башней вместо противовесной консоли устанавливают более простые по конструкции распорки, предназначенные для отвода от башни ветвей стреловых канатов. На распорках крепят только блоки стрелового расчалу и грузового каната. Железобетонные блоки балласта и блоки противовеса нужны для повышения устойчивости крана как в рабочем, так и в нерабочем состоянии. В кранах с неповоротной башней противовес располагают на конце противовесной консоли, а в кранах с поворотной башней — на поворотной платформе.

Основными рабочими движениями самоходного башенного крана являются: подъем груза, передвижение по путям, поворот стрелы, изменение вылета крюка.

Грузоподъемный механизм башенных кранов состоит из реверсивной однобарабанной электролебедки 1–4, направляющих блоков, канатного полиспаста и крюковой обоймы. Так же показана кинематическая схема грузоподъемного механизма башенного крана с управляемой стрелой. Неподвижный конец каната полиспаста у этих кранов крепится к металлоконструкции или к рычагу ограничителя грузоподъемности, установленного у оголовка стрелы, а неподвижный блок полиспаста находится на оголовке стрелы

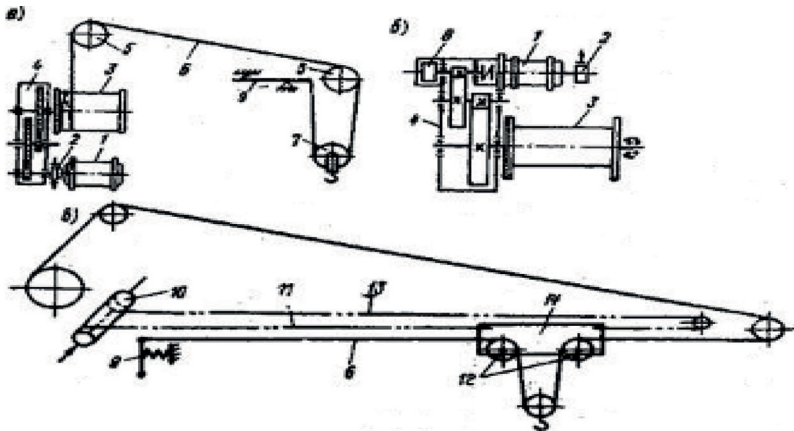


Рис. 1. Схемы грузоподъемных механизмов башенного крана
 а – схема запаски грузового каната крана с управляемой стрелой;
 б – кинематическая схема лебедки с тормозным генератором;
 в – схема запаски грузового каната у крана с грузовой тележкой на стреле

Короткозамкнутый ротор тормозного генератора насаживается на первичный вал редуктора, а статор на фланце крепится к корпусу редуктора. При прохождении тока в обмотке возбуждения статора создается неподвижное магнитное поле, взаимодействие которого с током, возникающим во вращающемся роторе, создает тормозной момент, величина которого зависит от силы тока в обмотке возбуждения и скорости вращения. Изменяя силу тока в обмотке, можно менять величину тормозного момента и соответственно замедлять скорость вращения электродвигателя 1 лебедки.

У кранов с большой высотой подъема крюка для сокращения времени цикла применяется ускоренное опускание порожнего крюка.

У кранов с поворотной башней грузоподъемная лебедка, как и все остальные механизмы, расположена на поворотной платформе; у кранов с неповоротной башней — на противовесной консоли или внутри конструкции башни.

У башенных кранов с грузовой тележкой на стреле схема запаски грузового каната отличается от описанной выше тем, что неподвижный конец каната грузового полиспаста крепится к рычагу

ограничителя, установленного у основания стрелы, а неподвижные блоки полиспаста находятся на грузовой тележке, перемещающейся по стреле.

Изменение вылета крюка у кранов с грузовой тележкой достигается реверсивной электролебедкой и системой направляющих блоков с тяговыми канатами, образующими бесконечную петлю, охватывающую направляющий блок, расположенный у оголовка стрелы. Концы канатов присоединены к барабану лебедки таким образом, что когда один конец навивается, то другой, наоборот, свивается, благодаря чему обеспечивается возвратно-поступательное перемещение грузовой тележки.

Конечные положения тележки на стреле фиксируются концевыми выключателями.

Благодаря применению грузовой тележки, передвигающейся по стреле, достигается горизонтальное перемещение груза, что создает особые преимущества при выполнении краном монтажных работ.

Механизм изменения вылета стрелы (крюка) башенных кранов с управляемой (маневровой) стрелой состоит из реверсивной электролебедки, направляющих блоков и канатного полиспаста.

В целях обеспечения более прямолинейной и горизонтальной траектории перемещения груза при изменении вылета стрелы стрелоподъемная лебедка ряда башенных кранов выполняется с двумя барабанами, на один из которых навивается канат стрелового полиспаста, а на другой во встречном направлении обратная ветвь каната грузоподъемного полиспаста. При навивании каната стрелоподъемного полиспаста канат грузоподъемного полиспаста свивается. Соотношение диаметров барабанов и их профиль подбираются так, чтобы при подъеме или опускании стрелы груз не изменял бы своего положения по высоте над уровнем земли. Однако при спрямлении траектории перемещения груза не устраняется его раскачка.

Башня крана – обычно решетчатая квадратного сечения с поясами из угловой стали, состоит из отдельных секций, имеющих стандартные стыки, что дает возможность менять количество секций, а значит, и высоту крана. Стыки крепят болтами, работающими на срез, или применяют фланцевые стыки с болтами, работающими на растяжение. Стыки на фланцах упрощают сборку и удлиняют срок

службы конструкций. Эти стыки уменьшают износ отверстий при повторных монтажах крана. Верхняя секция башни имеет обычно форму усеченной пирамиды.

В кранах с поворотными оголовками наверх башни опирается сферическая опора поворотной части крана, через которую на башню передаются вертикальная и горизонтальная нагрузки от момента. В уровне крепления стрелы на башне имеется опорный горизонтальный круг, по которому при повороте стрелы перемещаются горизонтальные катки нижней опоры поворотного оголовка. При расположении лебедок для поворота на консоли крана к низу опорного круга крепится поворотный круг из гнутого швеллера, на который наматывается канат для поворота стрелы.

При жесткой передаче вращения от механизма поворота к низу опорного круга крепится цевочное кольцо.

В кранах с поворотной башней к ее верху крепятся с одной стороны верхний блок полиспаста (стрелового), поддерживающего стрелу, а с другой стороны тяги, поддерживающие консоль контргруза. В уровне крепления низа стрелы в башне имеются фасонки с горизонтальными шарнирами для крепления стрелы.

В зависимости от типа крана (мостовой, башенный, стреловой самоходный и т.п.) и рода привода (электрический, механический) кран снабжается рядом приборов и устройств, обеспечивающих его безопасную эксплуатацию. К таким приборам относятся:

1) Концевые выключатели, предназначенные для автоматической остановки механизмов кранов с электрическим приводом. На кранах с механическим приводом механизмов, концевые выключатели не применяются. Требования по оборудованию грузоподъемных машин концевыми выключателями изложены в правилах по кранам;

2) Ограничители грузоподъемности, предназначенные для предотвращения аварий кранов, связанных с подъемом груза массой, превышающей их (с учетом вылета крюка) грузоподъемность. Установка прибора обязательна на стреловых, башенных и порталных кранах. Краны мостового типа должны оборудоваться ограничителем грузоподъемности в том случае, когда не исключается их перегрузка по технологии производства. Требования к установке прибора содержаться в правилах по кранам;

3) Указатель грузоподъемности, устанавливаемый на кранах стрелового типа, у которых грузоподъемность изменяется с изменением вылета крюка. Прибор автоматически показывает, какова грузоподъемность крана при установленном вылете, что помогает предотвратить перегрузки крана;

4) Ограничитель высоты подъема, предназначен для срабатывания при достижении грузозахватным устройством предельной высоты подъема.

5) Указатели угла наклона для правильной установки стреловых кранов, кроме работающих на рельсовых путях;

6) Анемометр. Таким прибором должны оборудоваться башенные, порталные и кабельные краны для автоматической подачи звукового сигнала при опасной для работы скорости ветра;

7) Противоугонные устройства, применяемые на кранах, работающих на наземных рельсовых путях, для предотвращения угона их ветром. Требования к этим устройствам изложены в правилах по кранам;

8) Автоматический сигнализатор опасного напряжения (АСОН), сигнализирующий об опасном приближении стрелы крана к находящимся под напряжением проводам линии электропередачи.

9) Опорные детали, которыми снабжаются краны мостового типа, передвижные консольные, башенные, порталные, кабельные, а также грузовые тележки (кроме электроталей) для уменьшения динамических нагрузок на металлоконструкцию в случае поломки осей ходовых колес;

10) Упоры, устанавливаемые на концах рельсового пути для предупреждения схода с них грузоподъемных машин, а также на стреловых кранах с изменяющимся вылетом стрелы для предотвращения ее опрокидывания;

11) Звуковой сигнальный прибор, применяемый на кранах, управляемых из кабины или с пульта (при дистанционном управлении). На кранах, управляемых с пола, сигнальный прибор не устанавливается.

В заключении отметим, что башенные краны при реконструкции цехов используют реже, чем при возведении новых объектов. Это связано с увеличением удельных затрат на устройство подкрановых путей, монтаж и демонтаж крана, с повышенной стесненностью монтажной зоны, ограничивающей возможности доставки крана на строительную площадку. Однако вертикальность башни крана

и большая высота подвески стрелы позволяют перемещать монтируемые конструкции над существующими и размещать их даже в узких коридорах, образованных существующими зданиями.

Область применения башенных кранов может быть расширена при использовании различных комбинированных систем и устройств. Простейшим примером этого является одновременная работа двух башенных кранов или башенного и любого другого крана для подъема груза, превышающего грузоподъемность каждого крана в отдельности.

Существенно увеличить грузоподъемность башенного крана можно, превратив его в козловой жестким сопряжением стрел двух башенных кранов или опиранием стрелы крана на дополнительную временную опору.

Эффективным направлением совершенствования конструкций башенных кранов и приспособления их к работе на реконструируемых и рассредоточенных объектах является перевод их на безрельсовый ход (пневмоколесный, гусеничный или шагающий). Для монтажных работ, выполняемых в стесненных условиях, наибольшее применение могут найти безрельсовые башенные краны, имеющие стрелу с грузовой тележкой. При достаточно большом вылете такой кран может длительное время работать на одной стоянке, благодаря чему основной недостаток безрельсового хода – невозможность передвижения с грузом – малосуществен. Возможны и другие методы модернизации для расширения области применения башенных кранов.

Литература

1. Абрамович И. И. и др. Грузоподъемные краны промышленных предприятий: Справочник. – М.: Машиностроение, 1989.
2. Вайсон А. А. Подъемно-транспортные машины: Учебник. – М.: Машиностроение, 1989.
3. Вайсон А. А. Строительные краны. – М.: Машиностроение, 1969.
4. Бордяков Д. Е., Орлов А. Н. Грузоподъемные машины: Учебное пособие. – СПб, 1995.
5. Башенные краны / Л. А. Невзоров, А. А. Зарецкий, Л. М. Волин и др. – М.: Машиностроение, 1979.
6. Невзоров Л. А. Башенные краны. – М.: Высшая школа, 1980.
7. Правила устройства и безопасной эксплуатации грузоподъемных кранов. – М.: Металлургия, 1981.
8. Шестопалов К. К. Подъемно-транспортные, строительные и дорожные машины и оборудование: Учебное пособие. – М.: Издательский центр «Академия», 2005.

УДК 69.04

Роман Виталиевич Бурцев,

магистр

(Санкт-Петербургский государственный
архитектурно-строительный университет)

Андрей Вадимович Манухин,

(ООО «Простор-Л»)

E-mail: roburtsev@mail.ru,

stal-met@mail.ru

Roman Vitalievich Burtsev,

master

(Saint Petersburg State University
of Architecture and Civil Engineering)

Andrei Vadimovich Manukhin,

(ООО «Prostor-L»)

E-mail: roburtsev@mail.ru,

stal-met@mail.ru

**ПРОГРАММНЫЙ КОМПЛЕКС MIDAS GTS NX
В РАСЧЕТЕ НАПРЯЖЕННО-ДЕФОРМИРОВАННОГО
СОСТОЯНИЯ СИСТЕМЫ
ОСНОВАНИЕ – СООРУЖЕНИЕ**

**MIDAS GTS NX SOFTWARE PACKAGE
FOR CALCULATING THE STRESS-STRAIN STATE
OF A BASE-STRUCTURE SYSTEM**

Сложная конфигурация надземных и подземных частей сооружений, сложные инженерно-геологические условия и многофакторность решаемых задач предполагает расчет НДС оснований сооружений проводить, преимущественно, с помощью программных комплексов, реализующих МКЭ или МКР.

Данная работа представляет собой стадийный расчет системы «основание-сооружение» с учетом взаимного влияния близ расположенных условных секций с использованием модели грунта Мора-Кулона в программном комплексе Midas GTS NX.

Ключевые слова: Midas GTS NX, система «основание-сооружения», модель Мора-Кулона, модуль общей деформации, коэффициента Пуассона, сцепление грунта, угол внутреннего трения, вертикальные перемещения, горизонтальные перемещения.

The complex configuration of the above-ground and underground parts of structures, complex engineering and geological conditions and the multifactorial nature of the tasks to be solved involves calculating the VAT of the foundations of structures mainly using software systems that implement FEM or MKR.

This work is a stage-by-stage calculation of the “base-structure” system taking into account the mutual influence of adjacent conventional sections using the Mora-Coulomb soil model in the Midas GTS NX software package.

Keywords: Midas GTS NX, base-structure system, Mora-Coulomb model, modulus of general deformation, Poisson's ratio, soil adhesion, angle of internal friction, vertical displacements, horizontal displacements.

Цель всей работы – создание инструмента, позволяющего принимать обоснованные решения при разработке ППР при строительстве многосекционных монолитных жилых зданий.

Настоящая статья является первой в предполагаемой серии статей, посвященных исследованию взаимного влияния на осадки и крены параллельно возводимых блок-секций таких зданий с учетом пластических свойств и упрочнения грунтового основания.

Традиционно, без учета очерёдности возведения секций и этажей задача вычисления осадок ставится следующим образом: полностью построены невесомые секции, затем «включаются» силы тяжести, конструкции обретают вес. Из этих условий и выполняется расчёт.

В том случае, когда влияние собственного веса на напряженно-деформированное состояние конструкций и основания сравнительно невелико (понятие «невелико», конечно же требует отдельного анализа, не является предметом настоящей работы, и поэтому остаётся за скобками), такой подход к решению задачи может быть правомерен.

Однако в случае монолитных железобетонных конструкций жилых зданий нагрузка от собственного веса несущего каркаса может создавать около половины от полных усилий и напряжений. А в этом случае, как показывает практика расчётов, пренебрежение последовательностью возведения может привести к значительным погрешностям в определении напряженно-деформированного состояния системы основание – верхнее строение.

Поэтому в первом, самом грубом приближении задача ставится так:

а) возведена первая секция, «включены» силы тяжести, вычислены перемещения;

б) рядом возведена точно такая же вторая секция, «включены» силы тяжести, вычислены перемещения первой и второй секций.

При этом перемещения первой секции складываются из перемещений, вычисленных в п. а), и перемещений вычисленных в п. б).

Для того, чтобы упростить возможность анализа результатов, грунтовое основание принято однородным в плане. Кроме того, вычислены предварительно и не учитываются в дальнейшем осадки от собственного веса грунта.

Наиболее используемые модели для расчета оснований:

1. Модель местных упругих деформаций и ее вариации
2. Линейно-упругая модель
3. Идеально-упругопластичная модель с критериями прочности по Мору-Кулону
4. Модифицированная упруго-пластичная модель с критерием прочности по Кулону-Мору или модель упрочняющегося грунта
5. Модель «слабого» грунта с учетом ползучести

Моделирование и определение перемещений производится в программном комплексе Midas GTS NX. Программа реализует все выше представленные модели для расчета оснований и дает возможность выполнение расчетов с учетом поэтапности возведения, что являлось важным при выборе программного продукта.

Задействованная в расчете идеально-упругопластичная модель Мора-Кулона использует модель линейно деформируемого пространства для описания поля деформаций и условие прочности Кулона для предельного состояния. При возникновении в массиве точки предельного равновесия там развиваются пластические деформации.

Критерий прочности Мора-Кулона представляет собой зависимость касательных напряжений материала от величины приложенных нормальных напряжений:

$$\tau = \sigma \tan(\varphi) + c \quad (1)$$

где τ – величина касательных напряжений; σ – величина нормальных напряжений; φ – угол внутреннего трения; c – сцепление грунта.

Модель требует определения модуля общей деформации, коэффициента Пуассона, сцепления и угла внутреннего трения. В данном расчетном случае принимаются супеси твердые ($E = 21000 \text{ кН/м}^2$, $\nu = 0,35$, $c = 133 \text{ кН/м}^2$, $\varphi = 31^\circ$).

Расчет в программном комплексе Midas GTS NX выполняем в три стадии:

1. Грунт с учетом собственного веса и ограничением перемещений в заданной области массива, последующее обнуление перемещений.

2. Постановка секции 1.

3. Постановка секции 2.

Толщина созданного массива, в пределах которого происходят все действующие перемещения, определяется исходя из вычисленной глубины сжимаемой толщи в области максимальных значений деформаций грунта (между секциями) [1]. В таблице представлены рассчитанные величины вертикальных напряжений от собственного веса грунта и внешних нагрузок методом послойного суммирования.

Вертикальные напряжения от собственного веса грунта и внешних нагрузок

h, м	σ_{zg} , кПа	σ_{zp} , кПа
5	113,7	179,4
10	227,4	169,73
14	341,1	158,96

Нижнюю границу сжимаемой толщи основания принимают на глубине $z = H_c$, где выполняется условие $\sigma_{zp} = 0,5 \sigma_{zg}$. При этом глубина сжимаемой толщи не должна быть меньше H_{min} , равной $(4 + 0,1b)$ при $10 < b \leq 60$ [1].

Толщину созданного массива в программном комплексе принимаем $H_c = 14$ м. Габариты условных секций – $h = 73$ м, $b = 17$ м, $l = 50$ м. Размер деформационного шва – $l_{ш} = 0,5$ м.

Расчетная модель в программном комплексе Midas GTS NX представлена на рис.1. Полученные значения вертикальных перемещений tz , горизонтальных перемещений у верха секции ty , горизонтальных перемещений у верха секции tx представлены на рис. 2 – рис. 4. Общая деформированная схема – рис. 5.

Осадка, полученная методом послойного суммирования первой секции с учетом взаимного влияния второй секции в области деформационного шва:

$$s = \beta \sum_{i=1}^n \frac{\sigma_{zp.icp} \cdot h_i}{E_i} \quad (2)$$

где β – безразмерный коэффициент, равный 0,8; $\sigma_{zp,icp}$ – среднее значение вертикального нормального напряжения, кПа; h_i – толщина i -го слоя грунта, см, принимаемая не более 0,4 ширины фундамента; E_i – модуль деформации i -го слоя грунта по ветви первичного нагружения, кПа.

$$s = \frac{0,8}{21000} \cdot 3158,94 = 0,12(м) = 12(см)$$

Величины перемещений tz , полученных в программном комплексе (рис. 2) и посчитанных методом послойного суммирования расходятся незначительно.

Стоит отметить характер однонаправленности перемещений секций, который наблюдается на рис. 2, рис. 3 и рис. 5. Данный результат связан с уменьшением деформативности грунта после первого нагружения (постановки секции 1), вызванным появлением массовых сил, в рассматриваемом случае – сил тяжести, и как следствие уклон второй секции в сторону более «слабого» грунта.

Программный комплекс Midas GTS NX, использующий МКЭ, предполагающий возможность выполнения поэтапных расчетов, а также не мало важным является учет снижения деформативности грунта после нагружения, позволяет получать наиболее точные значения перемещений. В дальнейших исследованиях планируется усложнение модели, разделение каждой секции по высоте на несколько ярусов и рассмотрение вариантов последовательности возведения секций.

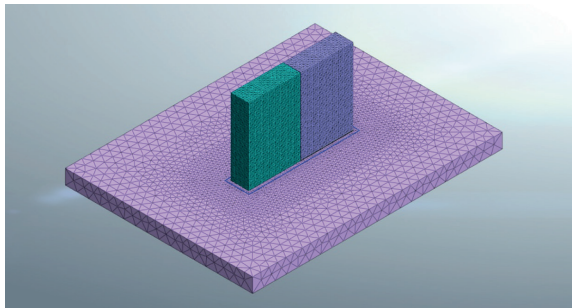


Рис. 1. Расчетная модель в программном комплексе Midas GTS NX

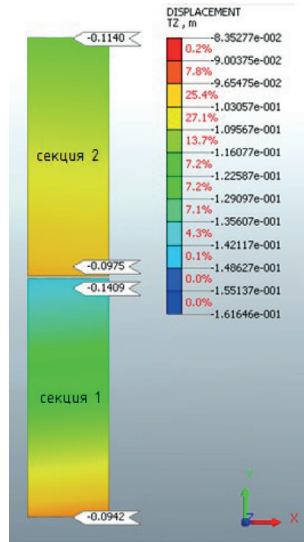


Рис. 2. Вертикальные перемещения t_z

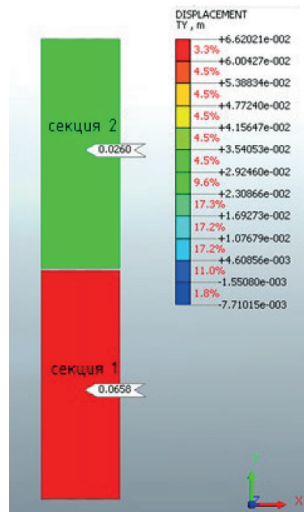


Рис. 3. Горизонтальные перемещения у верха секций t_y

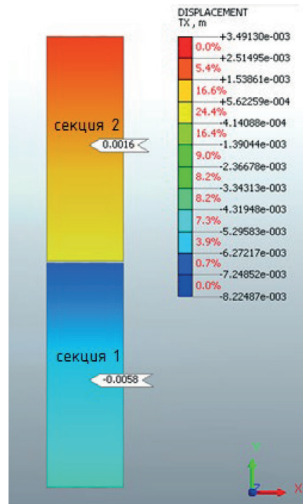


Рис. 4. Горизонтальные перемещения у верха секций tx

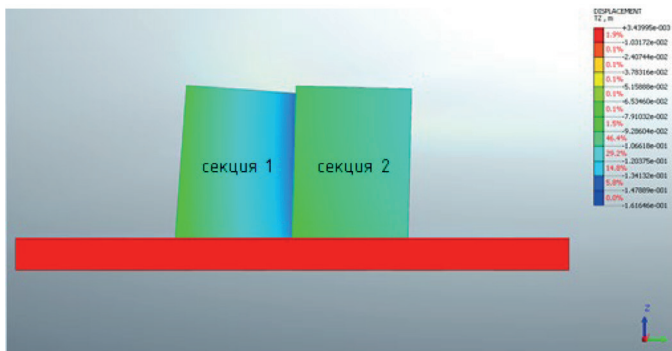


Рис. 5. Деформированная схема

Литература

1. СП 22.13330.2011. Основания зданий и сооружений. Актуализированная редакция СНиП 2.02.01-83*. – М.: Минрегион России, 2010. – 166 с.
2. ГОСТ 25100–2011. Грунты. Классификация. – Введ. 2013-01-01. – М.: Технорматив, 2013. – 38 с.

УДК 656.13

Игорь Вячеславович Ворожейкин,

магистр

Артур Акобович Карапetyян,

магистр

Дмитрий Валерьевич Селицкий,

магистр

(Санкт-Петербургский государственный
архитектурно-строительный университет)

E-mail: igor.vorozheikin@mail.ru,

karapetyanarthur96@gmail.com

Igor Vyacheslavovich Vorozheykin,

master

Arthur Hakobovich Karapetyan,

master

Dmitry Valerievich Selitsky,

master

(Saint Petersburg State University
of Architecture and Civil Engineering)

E-mail: igor.vorozheikin@mail.ru,

karapetyanarthur96@gmail.com

**ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ВИДЕОТЕХНИКИ
В РАБОТЕ НАЗЕМНЫХ
ТРАНСПОРТНО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ СРЕДСТВ**

**THE USE OF VIDEO EQUIPMENT IN THE WORK
OF GROUND TRANSPORTATION
AND TECHNOLOGICAL MEANS**

В статье рассмотрено использование видеотехники в работе наземных транспортно-технологических средств.

Ключевые слова: видеотехника, наземные транспортно-технологические средства.

The article discusses the use of video equipment in the work of ground transportation and technological means.

Keywords: video equipment, ground transportation and technological means.

Фото-видеотехническая экспертиза – это одна из разновидностей инженерных и технических видов экспертиз, которые проводятся судебными экспертами для того, чтобы изучить фото и видеоматериалы, определить, являются ли они подлинными, нет ли на них следов монтажа, установить, на какую аппаратуру велась запись, и выполнить любые другие задачи, которые перед экспертами поставит заказчик или суд.

В настоящее время развитие высокопроизводительной вычислительной техники и совершенствование средств получения цифровых

изображений обусловили использование фотограмметрических методов при решении задач дистанционных измерений объектов в археологии, архитектуре, биологии, инженерии, геологии и геодезии, в киноиндустрии, а также для решения криминалистических задач, в том числе и для реконструкции обстоятельств ДТП. Фотограмметрия – научно-техническая дисциплина, позволяющая определить пространственные координаты объекта по его разноракурсным изображениям (фотоснимкам), т. е. его размеры, форму и положение относительно других объектов.

Объектами судебной фото-видеотехнической экспертизы являются фотоснимки, видеозаписи, а также технические средства и материалы, применяемые для их изготовления. Фотографические снимки являются основным объектом судебной фототехнической экспертизы, они чаще всего поступают на исследование в судебно-экспертные учреждения, технические средства и материалы, применяемые для изготовления фотоснимков, исследуются намного реже, нежели сами фотографические изображения. Однако существующие сейчас методики по исследованию фотоизображений, полученных с помощью аналоговой камеры, малоприменимы к исследованию цифровых фотографических изображений. Так как в большинстве случаев на экспертизу приходят фотоизображения, полученные именно с помощью цифровых фотокамер, то существует необходимость описания процесса ряда действий, которые следует совершать эксперту при исследовании самого распространенного на сегодняшний день объекта судебной фототехнической экспертизы – цифрового фотографического изображения. При необходимости проведения судебной фототехнической экспертизы следует иметь четкое представление о том, какие задачи могут решаться этим видом экспертиз в отношении данного объекта [1,2]. Круг современных задач представляется следующим образом:

- идентификация оригинала (негатива, позитива, фотосенсора) по фотоотпечатку;
- идентификация предметов, помещений и участков местности, изображенных на фотоснимках;
- определение условий и способа изготовления фотоснимка, включая установление способа получения (печати) цифрового фото-

снимка, распознавание проекционного или контактного (сканированием) способов получения изображений, определение факта повторного репродуцирования;

– установление факта ретуши (негативной, позитивной), в том числе распознавание основных приемов цифровой ретуши по отображениям на фотоснимке;

– установление факта составления изображения из двух или более самостоятельных изображений (фотомонтажа);

– распознавание приемов аналогового и цифрового фотомонтажа изображений по фотоснимкам;

– определение размеров предметов, изображенных на фотоснимке, и расстояний между предметами, в том числе с использованием специализированных компьютерных программных средств;

– определение времени и иной служебной информации по метаданным, дополняющим графический файл с изображением[3].

Экспертное исследование базируется на общих методических положениях и подходах и состоит из четырех стадий: подготовительной, аналитической, сравнительной, оценочной. Эти стадии экспертного исследования охватывают полный круг задач, которые могут быть поставлены перед экспертом.

В рамках работы подробно изучено применение формулы тонкой линзы для определения расстояния до объектов жилой застройки по фотографическим снимкам. После подробного анализа существующих методов, а также патентного поиска были выбраны наиболее подходящие методы, которые будет возможно применить при реконструкции ДТП [4,5]. На основании этого, были проведены экспериментальные исследования, для которых использовались:

- фотоаппарат Canon EOS 600D;
- штатив-трипод;
- измерительная строительная рулетка;
- две измерительные линейки.

Для определения расстояния до объекта по фотографическим снимкам с помощью формулы тонкой линзы был проведен следующий эксперимент: транспортное средство устанавливалось на парковочной площадке перпендикулярно линиям разметки, на определенном расстоянии от транспортного средства устанавливался фотоаппарат

Canon EOS 600D на штативе, а фактическое расстояние до объекта определялось между крайней точкой переднего бампера и объективом фотоаппарата. Пример изображения, полученного при проведении экспериментальных исследований показан на рисунке 1.



Рис. 1. Пример проведения экспериментальных исследований без эталонных предметов

В ходе проведения первых экспериментов было установлено, что для точного определения расстояния до объекта по фотографическим материалам перед выполнением расчета по формуле необходимо устранение дисторсии при помощи фотографического редактора, например, Adobe Photoshop. Как известно из теории, дисторсией называется оптический эффект, при котором искривляются линии на фотографическом снимке. Для устранения данного эффекта при проведении эксперимента необходимо иметь, как минимум два эталонных элемента, один из которых должен быть расположен ровно по горизонтали, а второй по вертикали на полученном изображении. Пример проведения эксперимента с помощью двух эталонных элементов показан на рисунке 2.



Рис. 2. Пример проведения экспериментальных исследований с эталонными предметами

После проведения ряда экспериментов была вычислена систематическая погрешность измерения расстояния до объекта при помощи данного метода, на основании этого при помощи математического анализа проведен расчет средней ошибки отклонений полученных результатов от реальных расстояний до объекта, измеренных при помощи строительной рулетки. Помимо этого, выполнен расчет абсолютных и относительных ошибок, на основании которых установлена величина, вносящая наибольшую ошибку при вычислении косвенных измерений. В результате проведения математического анализа будут разработаны поправочные коэффициенты, использование которых будет способствовать уменьшению погрешности при измерении экспертом расстояния до объекта по фотографическим снимкам при реконструкции ДТП.

Литература

1. Евтюков С. А., Васильев Я. В. Реконструкция и экспертиза ДТП в примерах – СПб.: Издательский дом Петрополис, 2012. – 323 с.
2. Alexey Marusin, Aleksander Marusin, Igor Danilov., 2018. A method for assessing the influence of automated traffic enforcement system parameters on traffic safety. *Transportation Research Procedia* 36 (2018) 500-506 <https://doi.org/10.1016/j.trpro.2018.12.136>.
3. Марусин А. В., Глазков В. Ф., Сафиуллин Р. Н., Керимов М. А., Марусин А. В. К обоснованию модели выбора средств автоматической фиксации нарушений ПДД // Актуальные проблемы безопасности дорожного движения: материалы международной научно-практической конференции студентов, аспирантов, молодых ученых и докторантов. СПб, СПбГАСУ. 2015 г. стр. 166–169.
4. Сафиуллин Р. Н., Информационно-аналитическая система взаимодействия ИБТС автомобильной техники со средствами автоматической фиксации / Р. Н. Сафиуллин, А. А. Карапетян, И. В. Ворожейкин // Альтернативные источники энергии на автомобильном транспорте: сб. науч. ст. / Воронежская лес. техн. академ. – Воронеж; 2016. – Вып. 3. – С. 306–310.
5. Марусин А. В., Керимов М. А., Сафиуллин Р. Н. Марусин А. В. Моделирование влияния различных факторов, определяющих функционирование систем контроля дорожного движения в регионах РФ // Актуальные вопросы транспорта в современных условиях: сборник научных статей по материалам II Международной научно-практической конференции. – Саратов: Издательский дом «Райт-ЭКСПО», 2016. – С 187–190.

УДК 624.132.3

Владимир Дмитриевич Габидулин,

магистр

Юлия Дмитриевна Андреева,

магистр

Виктор Сергеевич Филиппов,

магистр

(Санкт-Петербургский государственный
архитектурно-строительный университет)

E-mail: moymail_2014@mail.ru

Vladimir Dmitrievich Gabidulin,

master

Julia Dmitrievna Andreeva,

master

Victor Sergeevich Filippov,

master

(Saint Petersburg State University
of Architecture and Civil Engineering)

E-mail: moymail_2014@mail.ru

ИССЛЕДОВАНИЕ ПУТЕЙ ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТИ БУЛЬДОЗЕРА

STUDY OF WAYS TO IMPROVE THE EFFICIENCY OF THE BULLDOZER

В данной статье будет рассмотрен метод повышения эффективности производительности бульдозера. При выполнении задачи повышения производительности какой-либо техники, необходимо соблюдать должный экономический эффект. Если производительность была повышена, но при этом экономический эффект стал ниже, чем до модернизации, то необходимо рассмотреть другой путь повышения производительности. Поиск усовершенствования техники для достижения какого-либо эффекта производится следующим образом: Необходимо провести анализ, как работает данная техника. Далее, необходимо вывести зависимость, от которой возникает эффект, который мы пытаемся достичь. После того, как удалось найти зависимость, и необходимые параметры, которые нужно изменить для того, чтобы достичь должный эффект, необходимо найти новое конструктивное решение, которое обеспечит желанный эффект. В конце необходимо рассчитать экономический эффект. Он должен быть выше, чем был до модернизации.

Ключевые слова: модернизация, бульдозер, эффект, анализ, поиск.

In this article, we will consider a method of increasing the productivity efficiency of a bulldozer. When performing the task of increasing the productivity of any equipment, it is necessary to observe the proper economic effect. If productivity has been increased, but the economic effect has become lower than before modernization, then another way to increase productivity must be considered. The search for improvements in technology to achieve any effect is as follows: It is necessary

to analyze how this technique works. Next, it is necessary to deduce the dependence on which the effect arises that we are trying to achieve. After we managed to find the dependence, and the necessary parameters that need to be changed in order to achieve the desired effect, it is necessary to find a new constructive solution that will provide the desired effect. In the end, it is necessary to calculate the economic effect. It should be higher than it was before modernization.

Keywords: modernization, bulldozer, effect, analysis, search.

Рассмотрим конкретный пример. Имеем бульдозер на базе трактора Т-170. Необходимо повысить производительность. Производительность бульдозера зависит от величины транспортируемого грунта. Величина транспортируемого грунта. Чем больше объем призмы волочения, бульдозер перемещает грунта. Объем призмы волочения рассчитывается по формуле:

$$V_{\text{пр}} = \frac{B \cdot H^2}{2 \cdot k_n} \quad (1)$$

где B – ширина отвала, м; H – высота отвала, м; k_n – коэффициент, который зависит от характеристик грунта.

Как видно, объем призмы волочения зависит от ширины и высоты грунта. Поставим задачу увеличить объем призмы волочения путем увеличения ширины отвала в 1,5 раза.

Однако при увеличении ширины отвала увеличиваются и его габаритные размеры. Известно, что для транспортировки бульдозеров по дорогам общего пользования, требуется специальное разрешение. Однако, у этого разрешения есть определенные ограничения по габаритам транспортируемой техники, за рамки которых переступать нельзя. Рассмотрим габаритные размеры бульдозера на базе трактора Т-170, представленным на рис. 1:

Как видно, данный бульдозер имеет габаритные размеры по ширине – 3200 мм. При увеличении ширины отвала бульдозера в 1,5 раза, габаритная ширина его будет составлять 4800 мм. Это очень много.

Предлагается идея, в рамках которой будет возможно увеличить ширину отвала в 1,5 и при этом сохранить изначальную габаритную ширину.

Увеличим ширину отвала путем добавления дополнительных звеньев, которые, в свою очередь способны будут складываться, по-

средством гидроцилиндров, установленных на толкающих брусках бульдозера. Отвал, с боковыми звеньями в сложенном состоянии представлен на рис. 2:

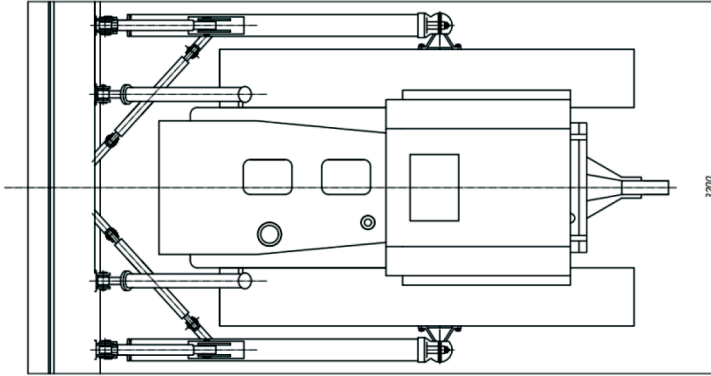


Рис. 1. Бульдозер на базе трактора Т-170. Вид сверху.

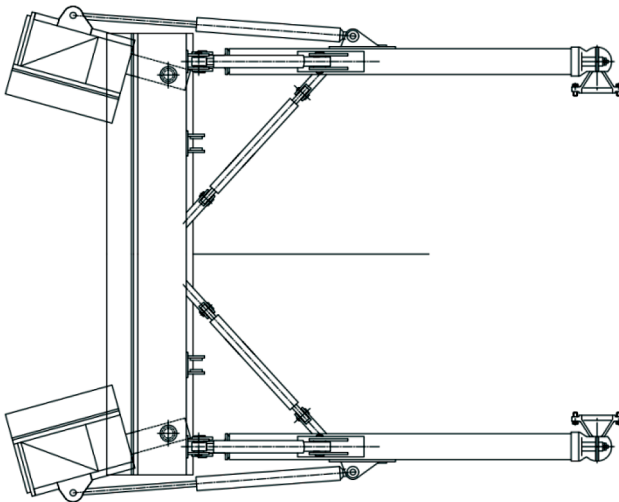


Рис. 2. Отвал бульдозера со сложенными звеньями

Таким образом, в процессе исследования был найден вариант повышения производительности бульдозера, путем повышения ширины отвала, при сохранении первоначальных габаритных размерах, что положительно сказывается на экономическом эффекте.

Литература

1. Алексеева Т. В., Артемьев К. А. Дорожные машины. Часть 1 Машины для земляных работ (теория и расчёт): Учебное пособие. – М.: Машиностроение, 1972. – 504 с.
2. Бородачев И. П. Справочник конструктора дорожных машин .М., «Машиностроение», 1973 –504 с
3. Ветров Ю. А. Расчёты сил резания и копания грунтов. Изд. Киевского университета, 1965. – 412 с.
4. Hein Tshatsch, Applied Machining Technology 2009, Pages 63–80.
5. Paulo Davim, Modern Machining Technology, 2011, Pages 144–160.

УДК 62-2

Ладимир Владимирович Гежин,

магистр

Кирилл Андреевич Бодрунов,

магистр

Юлия Алексеевна Седельникова,

магистр

(Санкт-Петербургский государственный
архитектурно-строительный университет)

E-mail: ladimir.gezhin@mail.ru

Ladimir Vladimirovich Gezhin,

master

Kirill Andreevich Bodrunov,

master

Julia Alekseevna Sedelnikova,

master

(Saint Petersburg State University
of Architecture and Civil Engineering)

E-mail: ladimir.gezhin@mail.ru

ГРУЗОЗАХВАТНОЕ УСТРОЙСТВО ДЛЯ КОНТЕЙНЕРОВ С УГЛОВЫМИ ФИТИНГАМИ

CONTAINER LIFTING DEVICE WITH CORNER FITTINGS

Грузозахватное устройство для контейнеров с угловыми фитингами относится к подъемно-транспортному оборудованию, в частности к спредерам – траверсе для захвата 20 футовых стандартных контейнеров.

Техническая задача, решаемая представленным оборудованием, заключается в упрощении работ, выполняемых оператором и автоматизации закрепления на контейнерах.

Спредер-траверса, содержащая раму, петли для зацепления с крюком крана, механизм поворота замков и поворотные замки по углам, отличается тем, что оборудована качающимися рычагами с храповыми механизмами, стопорами храпового механизма, двуплечими рычагами с пружинным возвратом, штангами для соединения качающегося рычага с двуплечим рычагом, а также между двуплечим рычагом и поворотными замками.

Ключевые слова: грузозахватное устройство, контейнер, спредер, траверса, спредер-траверса.

The lifting device for containers with corner fittings refers to lifting and handling equipment, in particular to spreaders – a traverse for gripping 20 foot standard containers.

The technical problem solved by the presented equipment is to simplify the work performed by the operator and automate fixing on containers.

A traverse spreader containing a frame, loops for engaging with a crane hook, a lock turning mechanism and rotary locks in the corners is characterized in that it is equipped with swinging levers with ratchet mechanisms, ratchet stoppers, two-arm

levers with spring return, rods for connecting the swinging lever with a two-shoulder lever, and also between a two-shoulder lever and rotary locks.

Keywords: lifting device, container, spreader, cross-beam, spreader-cross-beam.

Предлагаемые изменения: известная конструкция грузовой траверсы с поворотными замками на углах, содержащая раму, петли для зацепления с крюком крана, механизм поворота замков дополнительно снабжена качающимися рычагами с храповыми механизмами, стопорами храпового механизма, который включает шип и пружину, двулучными рычагами с пружинным возвратом, штангами для соединения качающегося рычага с двулучным рычагом, а также между двулучным рычагом и поворотными замками. Штанги крепятся к рычагам при помощи шарниров.

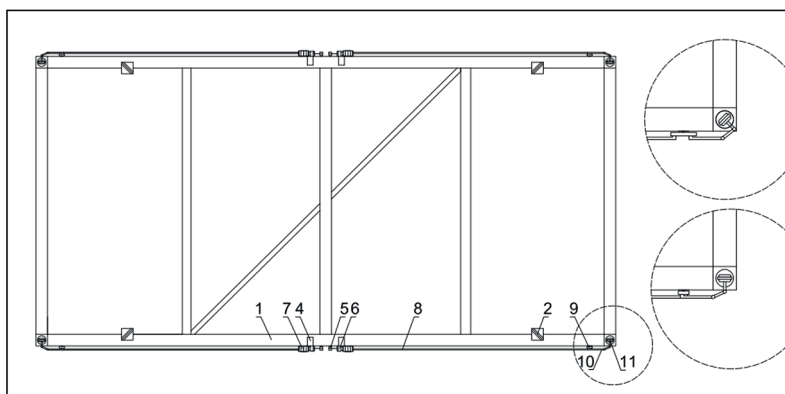


Рис. 1. Конструкция спредера-траверсы вид сверху

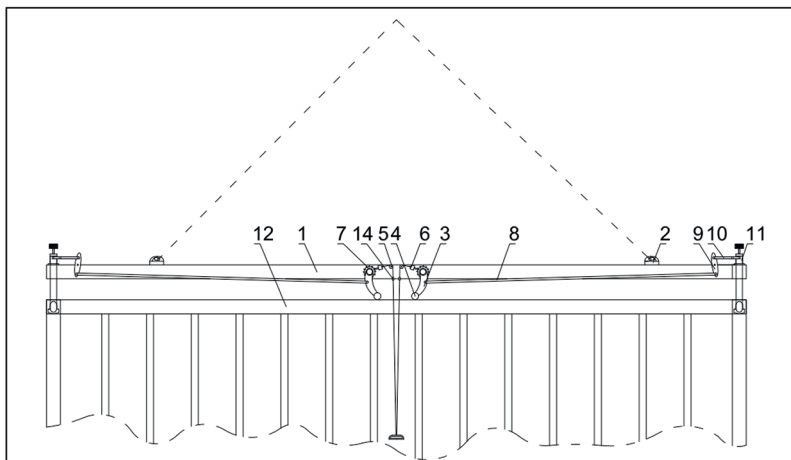


Рис. 2. Спредер-траверса вид сбоку. Разблокированное положение

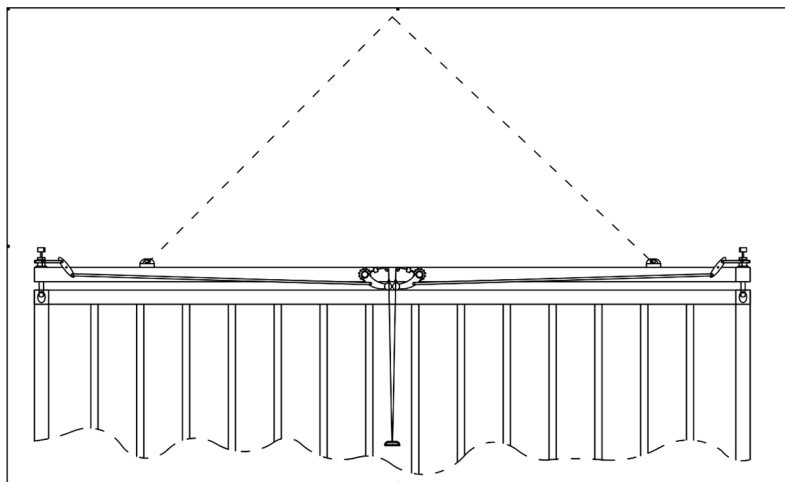


Рис. 3. Спредер-траверса вид сбоку. Заблокированное положение

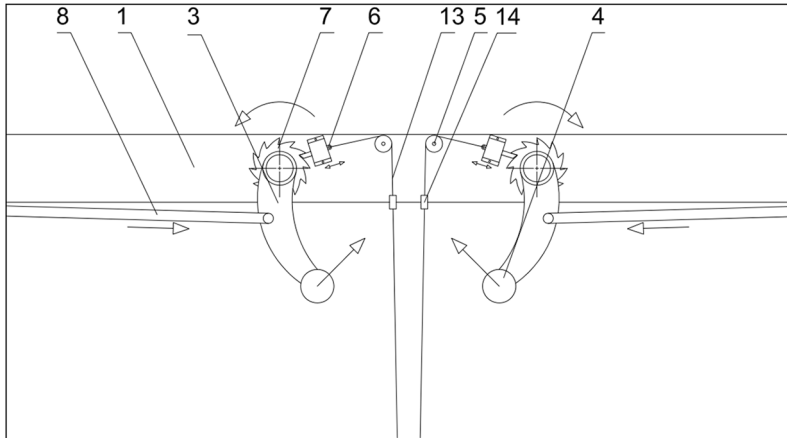


Рис. 4. Центральный механизм поворота замков в верхнем положении

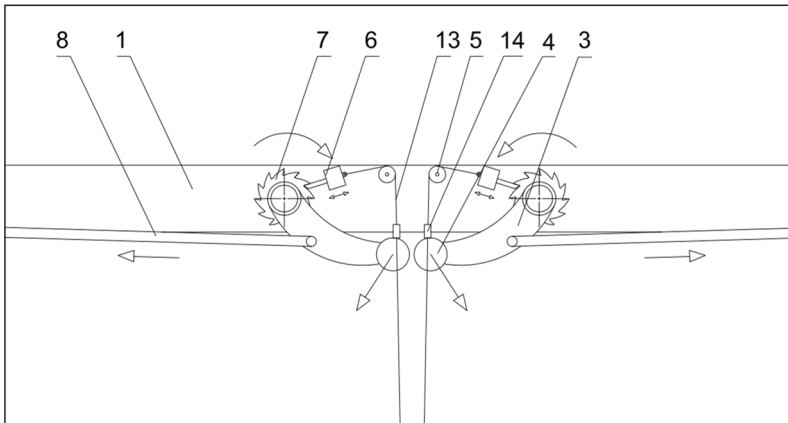


Рис. 5. Центральный механизм поворота замков в нижнем положении

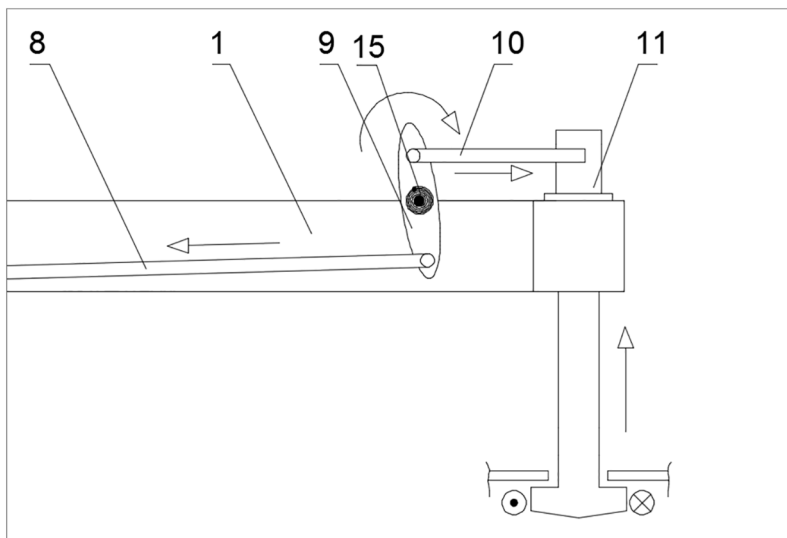


Рис. 6. Механизм поворота фитингов

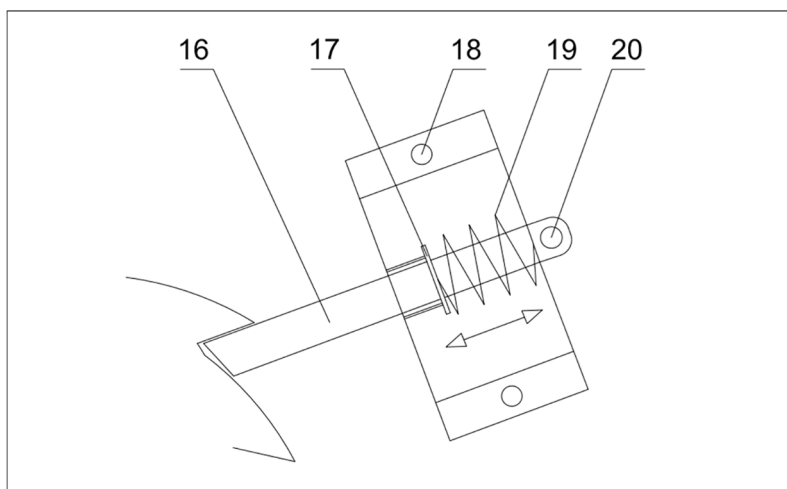


Рис. 7. Блокиратор храпового механизма

Грузозахватное устройство для контейнеров содержит рычажный механизм 3 на раме 1 спредера с роликами 4 на концах и храповым механизмом 7, петли 2 для захвата крюком, блокиратор 6 храпового механизма, блок 5 для каната, штанга 8 между качающимся рычагом и двуплечим рычагом с плоской пружиной 15, двуплечий рычаг 9, штанга 10 между двуплечим рычагом и поворотным замком, поворотный замок 11 известной конструкции (рис. 1, 4, 5, 6).

Дополнительные обозначения: контейнер 12, трос 13, направляющие 14 троса, шип блокиратора 16, тарелка пружины 17, отверстие 18 для крепежа, пружина 19, петля 20 для троса.

Предлагаемая конструкция работает следующим образом: при опускании спредера-траверсы на необходимый контейнер 12, ролики 4 на качающихся рычагах 3 соприкасаются с верхней плоскостью контейнера; по мере опускания конструкции, рычаги 3 поворачиваются к центру из-за усилия, возникающего от соприкосновения с контейнером. Вместе с рычагами вращаются шестерни храпового механизма 7. При достижении максимального угла поворота рычага (т. е. когда траверса полностью опущена на контейнер) храповый механизм блокируется стопором 6. При этом закрепленная на качающемся рычаге штанга 8 тянет двуплечий рычаг 9, который поворачиваясь преодолевает сопротивление плоской спиральной пружины и тянет штангу 10, соединенную с замком 11. Замок поворачивается и закрепляет траверсу с контейнером (рис. 2).

Для разблокировки храпового механизма и соответственно вывода траверсы из транспортировочного положения необходимо потянуть за свисающий трос, который через блок соединен с блокиратором храпового механизма. Тогда блокировочный шип выдвинется и даст возможность шестерне храпового механизма вращаться в обе стороны. Следовательно, при подъеме спредера качающиеся рычаги будут поворачиваться в обратном направлении, занимая исходное положение, плоская спиральная пружина на двуплечем рычаге постепенно будет сворачиваться в нормальное положение, помогая при этом поворачиваться рычагам, система тяг передаст движение от рычагов и замок повернется в начальное положение (рис. 3).

Блокиратор храпового механизма (рис. 7) работает следующим образом: когда траверса опускается, шип 16 блокиратора скользит

по вращающемуся храповику, при достижении конечного положения спредером, зубья храповика упрутся в шип, тем самым, не давая ему провернуться в обратную сторону. Что бы позволить храповику вращаться в обратную сторону, необходимо оттянуть шип с помощью троса 13, тогда пружина 19 закрепленная одной стороной на корпусе блокиратора, а другой упирающаяся в тарелку 17 установленную на шипе, сжимается и шип смещается.

Предполагаемый эффект: техническим результатом заявленного решения является увеличение скорости и упрощение процесса строповки контейнеров.

Таким образом, внесенные изменения в конструкцию спредера-траверсы упрощают процесса присоединения конструкции к грузу, что увеличивает скорость работы всего процесса транспортировки.

Литература

1. Александров М. П. Грузоподъемные машины. М.: «Высшая школа», 1973.
2. Траверса для контейнеров ручная ТрК1. URL: <http://грузоподъем.рф/>
3. Патент РФ 2010138392/11 МПК В66С 1/00 (2006.01)

УДК 65.011.56

Марина Сергеевна Дунаева,

магистр

Дарья Дмитриевна Титарева,

магистр

Виталий Викторович Антошкин,

магистр

(Санкт-Петербургский государственный
архитектурно-строительный университет)

E-mail: marinadunaeva.23@mail.ru,

dasha.titareva@mail.ru

Marina Sergeevna Dunaeva,

master

Daria Dmitrievna Titareva,

master

Vitaliy Viktorovich Antoshkin,

master

(Saint Petersburg State University
of Architecture and Civil Engineering)

E-mail: marinadunaeva.23@mail.ru,

dasha.titareva@mail.ru

**ПРИМЕНЕНИЕ ГЕОИНФОРМАЦИОННЫХ СИСТЕМ
В НТТМ ДЛЯ ПАСПОРТИЗАЦИИ ДОРОГ**

**APPLICATION OF GEOGRAPHIC INFORMATION SYSTEMS
IN HTTM FOR PASSPORT SYSTEM OF ROADSITLE**

В статье рассмотрен процесс создания паспорта дороги, перечислены основные составляющие паспорта, описаны этапы создания, дана характеристика геоинформационной системы RTD и IndorRoad, используемые инженерами для паспорттизации автомобильной дороги. В наши дни данная тема является актуальной, в связи с тем, что каждая дорога в Российской Федерации подлежит паспорттизации, что позволит выявить нарушения безопасности, провести анализ состояния дорожного покрытия и необходимость в его ремонте или замене, а также данный документ позволит эффективнее производить планирование постройки новых автомобильных дорог. После описания этапов работы исполнительной организации выявлена проблема, значительно увеличивающая временные затраты на составление паспорта. Для повышения эффективности предложен вариант усовершенствования автомобиля-дорожной лаборатории. Данный вариант позвонит автоматизировать одну из задач инженера в процессе создания отчетных документов о проделанной работе и паспорттизации в целом.

Ключевые слова: паспорттизация дорог, дороги, транспорт, номенклатура, документация.

The article considers the process of creating a road passport, lists the main components of the passport, Steps of creation are described, characteristic of geographic information system RTD and IndorRoad is given, Used by engineers to certify the road., Nowadays this topic is relevant, In view of the fact that every road in the

Russian Federation is subject to examination, Which will allow to detect safety violations, to carry out analysis of the condition of the road surface and the need for its repair or replacement, As well as this document will allow to more effectively plan the construction of new roads. After describing the stages of work of the executive organization, a problem has been identified, significantly increasing the time spent on the preparation of the passport. In order to increase efficiency, the version of improvement of the automobile-road laboratory is proposed. This option will call to automate one of the engineer's tasks during the process of creation of reporting documents on the work performed and certification in general.

Keywords: certification of roads, roads, transport, nomenclature, documentation.

Паспорт дороги – основной документ технического учета, обобщающий технические и эксплуатационные характеристики автомобильной дороги и дорожных сооружений на ней и отражающий произошедшие с ними текущие изменения, денежные затраты и основные объемы выполненных работ.

В соответствии с ВСН 24-88 Минавтодор РСФСР Технические правила ремонта и содержания автомобильных дорог, техническому учету и паспортизации подлежат все автомобильные дороги общего пользования. Учет и паспортизацию проводят по каждой автомобильной дороге в отдельности [1].

Технический учет и паспортизацию автомобильных дорог проводят с целью получения данных о наличии дорог и дорожных сооружений, их протяженности и техническом состоянии для рационального планирования работ по дальнейшему развитию дорожной сети, реконструкции, ремонту и содержанию эксплуатируемых дорог.

Содержание паспорта отражено в ВСН 1-83 «Типовая инструкция по техническому учету и паспортизации автомобильных дорог общего пользования» [2]. Изучив данный нормативно-правовой акт, можно увидеть, что в состав паспорта входят: ведомости наличия и технического состояния объектов; сводные ведомости; карточки на искусственные сооружения, объекты дорожного сервиса и рекламу; линейный график паспорта дороги; фотографические материалы. В итоговой ведомости по объектам, по результатам их обследования, приводятся планы, разрезы, ведомости дефектов и повреждений или схема дефектов и повреждений с фотографиями наиболее характерных из них; схемы расположения трещин в железобетонных и каменных

конструкциях и данные об их раскрытии; значения всех контролируемых признаков, определение которых предусматривалось техническим заданием или программой проведения обследования; результаты поверочных расчетов, если их проведение предусматривалось программой обследования; оценка состояния конструкций с рекомендуемыми мероприятиями по усилению конструкций, устранению дефектов и повреждений, а также причин их появления. Данный перечень может быть дополнен в зависимости от состояния конструкций, причин и задач обследования [3].

Подготовку паспорта автомобильной дороги можно разделить на 4 этапа, которые выполняются последовательно:

В подготовительных работах необходимо:

- определить местоположения автомобильных дорог;
- далее определить и согласовать с ведущими специалистами районного отдела технического надзора точки начала и конца обследуемых дорог;
- определить сегментов дорожной сети;
- спланировать полевые работы;
- подготовить оборудование, участвующее в следующем этапе;

Полевые обследования это:

- определение геометрических параметров автомобильных дорог;
- измерение коэффициента сцепления колеса автомобиля с дорожным покрытием;
- прочности дорожных одежд;
- и снятие других показателей автомобильной дороги, которые необходимо внести в паспорт.

Полевые обследование проводит передвижная лаборатория. При проезде передвижной дорожной лаборатории в прямом и обратном направлениях при помощи модуля GPS, мобильной инерциальной навигационной системы, датчика хода движения выполняется определение географических координат, плана, уклона, поперечного профиля, видимости в продольном профиле и других геометрических характеристик автомобильных дорог.

Измерение протяженности автомобильных дорог производится с учетом начальной и конечной точек с использованием спутниковой навигационной системы, системы видеонаблюдения, датчика

пройденного пути. Для получения достоверных измерений, выполняется ежедневная тарировка датчика пройденного пути, юстировка гироскопических данных, проводится поверка камер.

В результате обследований создаётся непрерывное видео маршрута обследуемых дорог. Видеосъемка обследуемых дорог осуществляется четырьмя цифровыми камерами с возможностью просмотра результатов видеосъемки с разворотом 180° в прямом направлении и 180° в обратном. Видеосъемка синхронизируется с GPS координатами и отображает соответствующую линейную протяженность трека автомобильной дороги на каждом кадре.

Видеосъемка и определение геометрических параметров автомобильных дорог осуществляется с помощью передвижной лаборатории КП-514 РДТ на базе «Газель» NEXT (рис. 1) [4].



Рис. 1. Передвижная лаборатория КП-514 РДТ на базе «Газель» NEXT

Передвижная дорожная лаборатория КП-514 РДТ предназначена для измерений технико-эксплуатационных параметров при строительстве, эксплуатации и ремонте автомобильных дорог и аэродромов, а именно:

- длины пройденного пути;
- географических координат;
- геометрических параметров (углов поворота, продольных и поперечных уклонов);

– линейных размеров различных объектов по видеоизображению;

Передвижная лаборатория КП-514 РДТ построена по блочно-модульному принципу и состоит из:

- датчика пройденного пути, измеряющего длину пройденного ТС пути при движении последнего со скоростью до 80 км/ч;

– навигационного GPS/ГЛОНАСС-приемника, обеспечивающего привязку к географическим координатам;

– гироскопической системы и/или малогабаритной интегрированной навигационной системы, позволяющих измерять продольный и поперечный уклоны, и угол поворота трассы при движении ТС со скоростью до 50 км/ч;

– видеокамер системы видеосъёмки и измерений линейных размеров объектов по видеоизображению, обеспечивающих проведение съёмки при скорости движения ТС до 80 км/ч;

После полевых обследований с использованием лаборатории можно приступить к следующему этапу паспортизации.

Камеральная обработка полученной информации производится с использованием геоинформационной системы ИндорРoad, которая предназначена для учёта и паспортизации, управления эксплуатацией и сопровождения всего жизненного цикла автомобильных дорог. Система применяется в органах управления дорожным хозяйством всех уровней, а также в подрядных организациях.

Все полученные данные с полевых работ заносятся в базы данных программы, и далее подвергаются обработке, а также формируются отчетные материалы:

1) Оформление отчётных материалов.

2) По всей хранимой дорожной информации можно сформировать ряд отчётных документов, среди которых линейные графики, альбомы с участками карты, файлы изображений, различные отчёты и ведомости, в том числе технический паспорт дороги.

3) Формируется линейный график, где согласно ОДН 218.0.006–2002 отображаются: схематичный продольный профиль и схема дороги, основные параметры и технические характеристики (рис. 2).

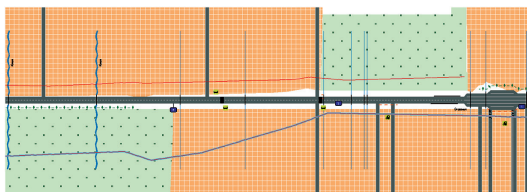


Рис. 2. Линейный график автомобильной дороги

Стоит отметить, что внесение информации по дорожным знакам, занимает большую часть времени, выделенного на камеральные работы. Для сокращения времени камеральной обработки информации рассмотрим вариант с установкой на передвижную лабораторию дополнительного оборудования, которое позволит автоматизировать процесс учета дорожных знаков.

Применяемые на автомобилях системы распознавания дорожных знаков имеют типовую конструкцию, которая включает видеокамеру, блок управления и средство вывода информации. Электронный блок управления реализует следующий алгоритм работы: распознавание формы дорожного знака; распознавание цвета знака; распознавание надписи; распознавание информационной таблички, передача полученной и обработанной информации на средство вывода. При внедрении данной системы в лабораторию, появится необходимость доработки программного обеспечения, что бы информация об анализируемых знаках автоматически заносилась в базу данных и, на следующем этапе, инженеру останется только выгрузить данные в программу.

Литература

1. ВСН 24-88. Минавтодор РСФСР. Технические правила ремонта и содержания автомобильных дорог».
2. ВСН 1-83. Типовая инструкция по техническому учету и паспортизации автомобильных дорог общего пользования.
3. СП 13-102-2003. Правила обследования несущих строительных конструкций зданий и сооружений.
4. Передвижная лаборатория КП-514 РДТ на базе «Газель» NEXT. URL: <https://rosdorteh.ru/izgotovlena-peredvizhnaya-dorozhnaya-laboratoriya-na-osnove-izmeritelnogo-kompleksa-kp-514-rdt-rdt-line-na-baze-avtomobilya-gazel-next-dlya-nuzhd-dochej-kompanii-ooo-rosdortekh-indor/>

УДК 173.175

Валентин Павлович Зубрилин,

магистр

Амир Мансурович Сабиров,

магистр

Евгений Андреевич Пауткин,

магистр

(Санкт-Петербургский государственный
архитектурно-строительный университет)

Valentin Pavlovich Zubrilin,

master

Amir Mansurovich Sabirov,

master

Evgeny Andreevich Pautkin,

master

(Saint Petersburg State University
of Architecture and Civil Engineering)

РАБОЧИЕ ПРОЦЕССЫ И ПРИНЦИПЫ ПРИМЕНЕНИЯ ПОГРУЗЧИКОВ

OPERATING PROCESSES AND PRINCIPLES FOR THE USE OF LOADERS

Погрузчики нашли широкое применение в дорожном строительстве, а также на базах и складах инженерных войск для погрузки-разгрузки транспортных средств, складирования и перемещения штучных и тарных грузов, а иногда и для монтажа различных конструкций и подъема грузов на небольшую высоту. Эти машины характеризуются универсальностью, высокими скоростями движения, проходимостью и маневренностью, тяговыми качествами и устойчивостью. О повышении значимости погрузчиков свидетельствует оснащение универсальной дорожной машины УДМ погрузочным оборудованием.

Ключевые слова: погрузчики, транспортные средства, погрузочно-разгрузочные работы, грузоподъемность, гидротрансформатор.

Loaders have found wide application in road construction, as well as in bases and warehouses of engineering troops for transportation and unloading of vehicles, storage and movement of piece and container cargoes, and sometimes for installation of various cons and lifting of cargoes to a small height. These machines are characterized by versatility, high speeds of movement, bridge and maneuverability, traction qualities and stability. The increasing importance of loaders is evidenced by the equipping of the UDM road vehicle with loading equipment.

Keywords: loaders, vehicles, loading and unloading, lifting, torque converter.

Погрузчики предназначены для выполнения землеройно-транспортных операций с разработкой предварительно разрыхленных грун-

тов, для погрузки сыпучих и мелкокусковых материалов в транспортные средства или в отвал, а со сменными рабочими органами – для обработки штучных грузов, в том числе длинномеров, контейнеров, валунов, для выполнения монтажных работ, на снегоочистке и т. п. Погрузчики могут использоваться для перемещения и подачи к месту производства работ в пределах рабочей площадки (до 150 м) различных материалов, строительных деталей и оборудования.

Погрузчики классифицируют:

по назначению – для сыпучих материалов и штучных грузов;

по режиму работы – непрерывного и циклического (периодического) действия;

по типу рабочего органа – одноковшовые, многоковшовые и вилочные;

по ходовому оборудованию – на гусеничном или пневмоколесном ходу. Их также выпускают на базе автомобилей, тракторов и тягачей.



Рис. 1. Изображение работающего погрузчика

Одноковшовые погрузчики являются универсальными и могут применяться для различных целей. Многоковшовые используются там, где рабочий процесс должен быть непрерывным, например зимняя уборка снега на городских улицах с одновременной погрузкой в транспортные средства. Погрузчики периодического действия не только грузят материал в транспортные средства, но и могут перемещать их на расстояние до 150 м.



Рис. 2. Изображение погрузчика, использующего для уборки территорий

Их применяют для штабелирования сыпучих и кусковых материалов на складах заполнителей смесительных узлов и установок. По способу захвата груза погрузчики периодического действия можно разделить на зачерпывающие и подхватывающие. У зачерпывающих погрузчиков захватным органом является ковш. У подхватывающих погрузчиков основным захватным органом служат вилы. Основным тип зачерпывающих погрузчиков – одноковшовые погрузчики с передней (фронтальной) и задней разгрузкой ковша. У погрузчика с *задней разгрузкой* (перекидные погрузчики) врезание ковша в материал происходит при движении на первой или второй скорости. После подь-

ема загруженного ковша погрузчик движется задним ходом к месту разгрузки, где ковш отводится назад и разгружается. Погрузчик, не разворачиваясь, передним ходом возвращается к штабелю материала с опущенным вперед ковшом.

Погрузчик с *передней разгрузкой* (фронтальный погрузчик) может быть как на гусеничном, так и на пневмоколесном ходу. Такой погрузчик после набора материала в ковш и поворота его в вертикальной плоскости (для предотвращения высыпания) должен отъехать назад, а в некоторых случаях и развернуться с тем, чтобы обеспечить выгрузку материала в транспорт.

Погрузчики с *боковой разгрузкой* (полуповоротные погрузчики), как правите, изготавливаются с ковшами грузоподъемностью 0,8, 1,25 и 2 т. После набора материала ковш 3 такого погрузчика с помощью гидроцилиндра 1 и системы рычагов поворачивается в вертикальной плоскости для предотвращения высыпания материала. необходимость маневрирования всей машины. Такие погрузчики весьма эффективны при работе в стесненных городских условиях, однако они являются более дорогостоящими.

Кроме погрузочно-разгрузочных работ одноковшовые погрузчики могут использоваться для послойной разработки грунтов I...III категории с погрузкой их в транспортные средства или отсыпкой в отвал. Со сменными рабочими органами эти машины используют для погрузки и разгрузки контейнеров, труб, лесоматериалов, для обратной засыпки траншей и котлованов, для уборки дорог и внутриквартальных территорий и др.

Увеличение производства одноковшовых погрузчиков с различными видами сменного оборудования позволяет высвободить в промышленности много экскаваторов, кранов и бульдозеров, занятых на этих работах.

Главный параметр одноковшовых погрузчиков – номинальная грузоподъемность, которая должна обеспечиваться при движении машины. В трансмиссию включен гидротрансформатор, автоматически регулирующий скорость движения в зависимости от нагрузки. Наличие гидротрансформатора уменьшает динамические нагрузки, увеличивает долговечность машины и создает более комфортные условия для оператора.

Производительность многоковшовых погрузчиков на 40...60 % больше, чем одноковшовых с такой же мощностью двигателя, но циклического действия. Однако многоковшовые погрузчики, как и большинство машин непрерывного действия не являются универсальными.

При выполнении погрузочно-разгрузочных работ погрузчики могут оснащаться различного вида сменным оборудованием, предназначенным для захвата и перемещения груза. Погрузчик используется наиболее эффективно, если для загрузки транспортного средства требуется 3...6 ковшей. Оптимальная загрузка транспортного средства достигается, когда режущая кромка полностью опрокинутого ковша перекрывает ширину кузова- V_k не менее чем на $1/3$, а высота разгрузки ковша H_8 превосходит высоту борта кузова на $0,2 V_k$.

Литература

1. А. Ф. Базанов – «Подъемно – транспортные машины» Москва 1969. 308с.
2. А. Ф. Базанов «Самоходные погрузчики» / А. Ф. Базанов, Г. В. Забегалов. М.: Машиностроение, 1979. – 403с.
3. А. Б. Дранников «Автопогрузчики» / А. Б. Дранников – М. Машгиз, 1962. – 506 с.

УДК 35.46.17

Екатерина Александровна Карелина,

магистр

Дмитрий Олегович Игнатьев,

магистр

Сергей Владимирович Костюков,

магистр

(Санкт-Петербургский государственный
архитектурно-строительный университет)

Ekaterina Aleksandrovna Karelina,

master

Dmitry Olegovich Ignatiev,

master

Sergey Vladimirovich Kostyukov,

master

(Saint Petersburg State University
of Architecture and Civil Engineering)

ПРОБЛЕМЫ ПРИМЕНЕНИЯ ТОРФОУБОРОЧНЫХ МАШИН

PROBLEMS OF PEAT HARVESTING MACHINES

Современные условия торфодобывающего и торфоперерабатывающего производства диктуют новые требования к технологическому торфяному оборудованию и машинам. Однако отечественные машины, используемые на торфопредприятиях России, не соответствуют данным требованиям. Это объясняется несоответствием технических характеристик машин условиям эксплуатации, недостаточным уровнем автоматизации и несовершенством конструкции. Начало добычи торфа в России связано с его использованием для местных топливных нужд, поэтому применялись усадебные методы добычи (например, резной способ в 1820–1857 гг.). В этот период добыча торфа осуществлялась при помощи распространённых сельско-хозяйственных ручных орудий (бороны). Наличие дешёвой рабочей силы делало использование созданной И. Ф. Гофманом в 1843 г. торфяной машины экономически нецелесообразным. Тем не менее предприниматели стали создавать первые мануфактуры по производству торфяного топлива (1850 г. – фабрично-заводская переработка торфа). С 1850 г. начинают появляться различные торфопрессы (кадушки, прототипы сушильных устройств), но, несмотря на это, торфяная отрасль оставалась ремесленной с низкой степенью механизации.

Ключевые слова: торфяная индустрия, добыча торфа, торфоуборка, конструкции конвейера, сервисное сопровождение торфяной техники.

Modern conditions of peat-producing and peat-processing production dictate new requirements to technological peat equipment and machines. However, domestic machines used at Russian peat enterprises do not meet these requirements. This is due to the inconsistency of the technical characteristics of the machines with the operating conditions, insufficient level of automation and imperfections of the de-

sign. The beginning of peat production in Russia is related to its use for local fuel needs, so manor production methods were used (for example, a carved method in 1820–1857). During this period peat extraction was carried out with the help of common rural-economic hand tools (harrows). The availability of cheap labor made the use of the peat machine created by I.F. Gofman in 1843 economically impractical. Nevertheless, entrepreneurs began to create the first manufacturers for the production of peat fuel (1850 – factory processing of peat). Since 1850, various peat presses (frames, prototype drying devices) have begun to appear, but despite this, the peat industry has remained artisanal with a low degree of mechanization.

Keywords: peat industry, peat mining, peat harvesting, conveyor structures, service support of peat equipment.

Рождение торфяной индустрии как промышленной отрасли относят к 1913 г., когда началось строительство первых электростанций, работающих на торфяном топливе. С 1920-х гг. начинается бурное развитие технологий и комплексов технологического оборудования различных модификаций и совершенствование выполняемых технологических функций. Это связано с заинтересованностью государства в развитии отрасли, с созданием торфяной научной школы. На смену резному способу добычи торфа приходят такие способы, как элеваторный (формовочный, багерный), гидравлический, экскаваторный (послойно-щелевой способ добычи кускового торфа), скреперно-бульдозерный, фрезерный (механический, пневматический, перевалочный, раздельная уборка). Каждый из перечисленных способов добычи торфа отличается особым комплексом технологического оборудования, последовательностью выполнения технологических операций и технико-экономическими показателями.

В современных условиях промышленно-экономического развития РФ экономическое положение торфяного машиностроения характеризуется уменьшением объёмов произведённой и реализованной продукции, сокращением ассортимента выпускаемых технологических машин и оборудования или полным прекращением производства и, как следствие, ликвидацией большинства предприятий – производителей торфяной техники либо их переводом на иной вид продукции, пользующейся стабильным спросом (мелиоративную, сельскохозяйственную, строительно-дорожную, транспортную и прочую технику). Такая ситуация характерна в равной мере и для машиностроительных предприятий, производящих технологические комплексы

по добыче торфа, и для предприятий, занимающихся выпуском торфоперерабатывающих комплексов технологического оборудования. При этом продукция торфяного машиностроения носит мелкосерийный или единичный характер и выпускается под индивидуальный заказ по конкретному проекту, что в свою очередь приводит к значительному росту цены.

Повысить эффективность технологии можно за счёт совершенствования процесса торфоуборки, конструкции конвейера, при которых технико-экономические показатели будут наилучшими.



Торфоуборочный прицеп АТУ-20

Эффективность даст повышение долговечности и работоспособности конвейера, способа её модернизации, что улучшит её динамические свойства, увеличит ресурс, сократит затраты времени, связанных с обслуживанием.

Общая методика исследования базируется на основе теоретических исследований: анализа и расчёта, основанные на применении

специальных разделов теоретической механики, математики, технологии машиностроения.

Практическая эффективность состоит в разработке и обосновании эффективного конвейера, обеспечивающих высокое качество торфоуборки, более долгий срок службы, долговечности конструкции. Проблема высокой стоимости иностранной техники и технологического оборудования, используемого в торфяной отрасли, частично решена с помощью механизма лизинга (долгосрочной аренды) оборудования, однако массовое применение такого способа приобретения техники предполагает рассмотрение различных лизинговых схем для условий конкретных торфопредприятий

Современные торфяные предприятия в России больше ориентируются на приобретение иностранной торфодобывающей техники и технологических линий по переработке торфа. Спрос на отечественную технику невысок в силу её низкого качества. Для увеличения спроса на российскую торфяную технику необходимо не только осуществлять адекватную маркетинговую политику с учётом пожеланий и возможностей индивидуальных потребителей, но и совершенствовать эксплуатационные (потребительские) свойства техники, которые должны соответствовать современным требованиям технологий добычи и переработки торфяных ресурсов

На территории России существует несколько дилерских центров по ремонту торфяной техники финского («VAPO OY») и белорусского (ОАО «АМКОДОР») производства. Так как рынок торфяной техники в РФ представлен иностранными производителями (лидирующее место занимает финская техника), то из-за высокой стоимости этой техники все торфопредприятия РФ приобретают её через систему международного лизинга, по условиям которой сервисное сопровождение техники осуществляют только иностранные специалисты. На практике не каждое торфодобывающее предприятие обладает полным пакетом технической и конструкторской документации по приобретаемому технологическому оборудованию, поэтому ремонт таких машин собственными силами ремонтной базы невозможен. Это в свою очередь увеличивает время простоя техники в ремонте и сокращает время добычи торфа.

Целью отечественных конструкторов торфяной техники является модернизации технологических комплексов, что предполагает решение ряда задач:

- повышение многофункциональности торфяных машин;
- использование новых материалов при производстве торфяного оборудования;
- улучшение эксплуатационных (потребительских) свойств торфяных машин;
- торфяной техники на колёсный ход;
- улучшение эргономических свойств торфяного оборудования;
- более полное использование гидравлической трансмиссии в торфяных машинах;
- повышение степени надёжности и долговечности торфяных машин;
- сервисное сопровождение торфяной техники.

Литература

1. Юдина А. Ф. Критерии выбора оптимального комплекта строительно-монтажных машин для возведения объекта в зависимости от заданных сроков строительства / А. Ф. Юдина, О. Н. Дьячкова // Вестник гражданских инженеров. — 2008. — № 1 (14). — С.52–55.
2. Дроздов, А. Н. Строительные машины и оборудование / А. Н. Дроздов. — М.: Издательский центр «Академия», 2012. — 448 с. Малев А. А. Оптимизация подбора башенного крана путем построения номограммы производительности // Молодой ученый. — 2019. — №21. — С. 143–146. — URL <https://moluch.ru/archive/259/59623/>
3. Технология строительных процессов: В 2 ч.: Учеб. для строит. ВУЗов / В. И. Теличенко, А. А. Лапидус, О. М. Терентьев. – М.: Высш. школа, 2002-2003 – стр. 124-137.
4. Белецкий Б.Ф. Технология и механизация строительного производства: Учебник. – Ростов н/Д: Феникс, 2003 – стр. 332–336.

УДК 177.56.13

Михаил Владимирович Князев,

магистр

Павел Русланович Андроненков,

магистр

Игорь Викторович Чернышов,

магистр

(Санкт-Петербургский государственный
архитектурно-строительный университет)

Mikhail Vladimirovich Knyazev,

master

Pavel Ruslanovich Andronenkov,

master

Igor Viktorovich Chernyshov,

master

(Saint Petersburg State University
of Architecture and Civil Engineering)

**ЭФФЕКТИВНАЯ И БЕЗОПАСНАЯ РАБОТА КРАНОВ –
НОВЫХ И МОДЕРНИЗИРОВАННЫХ**

**EFFICIENT AND SAFE OPERATION OF CRANES –
NEW AND UPGRADED**

Обеспечение безопасности и эффективное управление, несомненно, важны для всех типов кранового оборудования. Оптимизация работы крана позволяет сократить время на выполнение операции, снизить количество внеплановых простоев и аварий, тем самым достигая увеличения производительности, продления срока службы как отдельных механизмов, так и крана в целом.

Ключевые слова: преобразователи частоты, номограмма производительности, синхронизация перемещения крана, подъемной лебедки, монитор нагрузки.

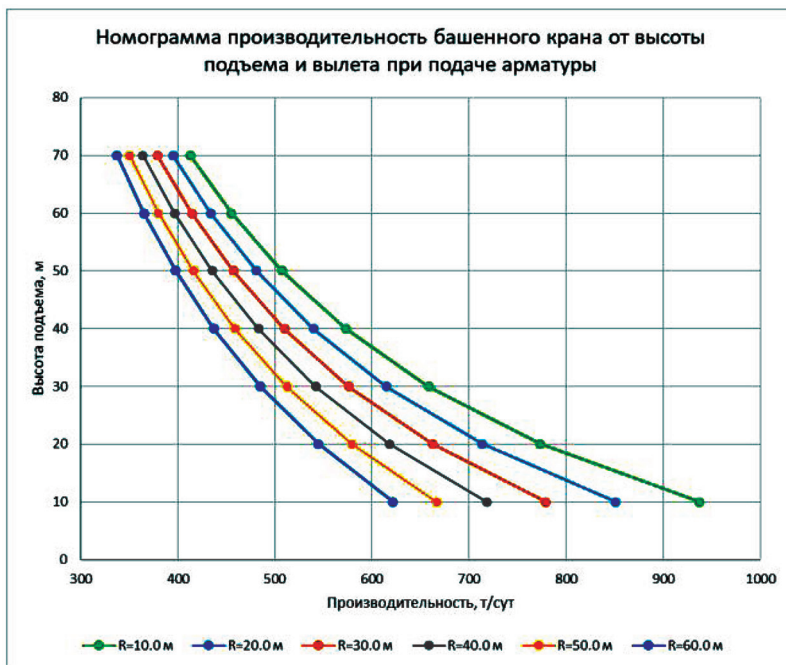
Safety and effective management are undoubtedly important for all types of crane equipment. Optimization of crane operation allows to reduce operation time, reduce the number of unscheduled downtime and accidents, thus achieving increase of productivity, extension of service life of both individual mechanisms and crane as a whole.

Keywords: frequency converters, nomogram of performance, synchronization of crane movement, hoisting winch, load monitor.

Инженеры департамента электрооборудования Компании АДЛ совместно со шведскими коллегами из компании CG (ранее Emotron, Швеция) разработали серию решений, которые заботятся о ваших инвестициях в крановое оборудование – преобразователи частоты нового поколения серии VFX 2.0. Преобразователи частоты серии VFX 2.0 работают как с промышленными, так и с портовыми кранами.

нами, делая их эксплуатацию более надежной, экономичной и безопасной. В преобразователях частоты реализована уникальная технология прямого управления моментом (DTC), обеспечивающая требуемый динамический и пусковой момент двигателя до 400 %, если это необходимо, а также точное управление как разгоном, так и торможением. Встроенный монитор нагрузки постоянно отслеживает значение нагрузки на валу электродвигателя, автоматически в режиме реального времени определяет любые перегрузки, позволяя тем самым избежать серьезных повреждений и простоев, а также определить необходимость технического обслуживания механизмов крана, например, тросов. Прямое управление моментом быстро реагирует на изменение нагрузки и защищает оборудование при работе на любой скорости. Когда нагрузка увеличивается или уменьшается, преобразователь частоты тотчас же сравнивает значение и автоматически регулирует момент практически без изменения скорости. Более того, безопасность усилена функционирующей параллельно системе механического тормоза, которая мгновенно активируется при определении ненормальной нагрузки. Эта параллельная система основана на сдвоенном интеллектуальном процессоре для безопасного управления (согласно европейским нормам EN-954-1). Плавные пуски и остановки при любых нагрузках движения крана, управляемого преобразователем частоты VFX 2.0, всегда плавные. Полный контроль в любой момент времени – это крайне важно для безопасной и эффективной работы. Плавный пуск без резких движений гарантирован даже при высоких нагрузках. Можно активировать функцию S-образного разгона при увеличении длины пути крана.

Оптимизация работы крана позволяет сократить время на выполнение операции, снизить количество внеплановых простоев и аварий, тем самым достигая увеличения производительности, продления срока службы как отдельных механизмов, так и крана в целом.



Выводы: В ходе произведенного анализа построена номограмма производительности, применение которой позволит отказаться от типового расчета в пользу работы с графической зависимостью. Это позволит снизить операционные ошибки и ускорить процесс определения производительности при формировании парка машин в ходе разработки проекта организации строительства.

Оптимизация работы крана-снижение времени рабочего цикла с увеличением эффективности скоростных режимов – одно из главных преимуществ внедрения преобразователей частоты VFX 2.0. И дело не только в управлении скоростью и плавностью движений, но и в возможности синхронизировать несколько действий, например, для рельсовых или грейферных кранов. Увеличение скорости работы подъемной лебедки благодаря преобразователю частоты VFX 2.0. можно увеличить скорость работы подъемной лебедки, когда кран пе-

ремещается без нагрузки или с небольшой нагрузкой, не перегружая при этом электродвигатель. Привод подъемной лебедки «вычисляет» максимальную скорость в зависимости от нагрузки и позволяет превысить полную стандартную скорость, управляя ослабленным полем электродвигателя. Результат – снижение времени рабочего цикла.

Синхронизация перемещения крана -краны, движущиеся по рельсам (или кранбалки), могут быть очень шумными, а их эксплуатация и обслуживание – весьма дорогостоящими. Если колесные пары хотя бы немного рассинхронизированы, они быстро истираются, при этом издавая характерный пронзительный звук. Для предотвращения возникновения подобных ситуаций необходима синхронизация перемещения. Добиться этого позволяет решение, реализованное в преобразователях частоты VFX 2.0. Решение основано на показаниях четырех ультразвуковых датчиков, измеряющих расстояние от рельса до соответствующей реборды. Система постоянно выравнивает кран так, чтобы расстояние, измеренное каждым из 4-х датчиков, было одинаково. Уникальный электронный контроль реборд полностью синхронизирует движение колес, и кран перемещается параллельно рельсам. Это позволяет значительно увеличить срок службы колес и избежать затрат, связанных с простоем оборудования. Оператору нет необходимости рассчитывать время останова и запускать процесс торможения заблаговременно. Кран остановится сам плавно и без раскачивания груза

Преобразователи частоты VFX 2.0 позволяют также синхронизировать работу подъемной лебедки и грейфера. Прямое управление позволяет запускать, останавливать или непосредственно осуществлять подъем и в то же время открывать или закрывать грейфер. Функция автонастройки сканирует систему и фиксирует открытое и закрытое положение грейфера. Это уменьшает напряжение в тросах, сокращает время простоя и затраты на обслуживание, а также минимизирует время рабочего цикла, что дает ощутимый экономический эффект. Ваш кран энергоэффективен-за счет использования в системах управления приводами крана преобразователей частоты VFX 2.0 отмечается снижение электропотребления. Это происходит за счет того, что преобразователь частоты выдает в нужный момент столько напряжения и тока, сколько необходимо в конкретной ситуации. Помимо этого, следуя мировым тенденциям в области энер-

коэффициентности и энергосбережения, преобразователи частоты VFX 2.0 могут поставляться с рекуперативным модулем. Принцип работы модуля основывается на следующем: как правило, при использовании электродвигателя в режиме торможения, генераторном режиме, тепловая энергия, выделяемая при торможении, рассеивается в тормозных резисторах. В случае использования модуля рекуперации эта энергия не пропадает, а направляется в электрическую сеть. На практике это означает, что при наличии в электросети предприятия преобразователя частоты, оснащенного модулем рекуперации, работающего в режиме торможения, другие потребители в это время могут работать, используя получаемую энергию и не потреблять её из внешней сети.

Помимо всего выше сказанного, преобразователи частоты VFX 2.0 имеют специальные крановые опции, такие как крановая плата и крановый интерфейс, облегчающие разработку, интеграцию систем управления, а также обеспечивающие простоту и удобство эксплуатации. Благодаря подобным опциям можно подключить концевые выключатели и сигналы с 2-х, 3-х, 4-х позиционных джойстиков оператора, обеспечить гальваническую развязку этих сигналов и индикацию положений джойстиков и концевых выключателей. Для решения задач автоматизации преобразователи частоты VFX 2.0 поддерживают все известные протоколы связи, такие как: Modbus, Profibus, DeviceNet, Ethernet и другие.

Литература

1. Юдина, А. Ф. Критерии выбора оптимального комплекта строительного-монтажных машин для возведения объекта в зависимости от заданных сроков строительства / А. Ф. Юдина, О. Н. Дьячкова // Вестник гражданских инженеров. — 2008. — № 1 (14). — С.52–55.
2. Дроздов, А. Н. Строительные машины и оборудование / А. Н. Дроздов. — М.: Издательский центр «Академия», 2012. — 448 с. Малев А. А. Оптимизация подбора башенного крана путем построения номограммы производительности // Молодой ученый. — 2019. — №21. — С. 143-146. — URL <https://moluch.ru/archive/259/59623/>
3. Департамент электрооборудования Компании АДЛ Предоставлено пресс-службой Компании АДЛ 125040, Москва, п/я 47 Телефон (495) 937–89–68 Факс: (495) 933–85–01, 933–85–02 E-mail: info@adl.ru Все решения Компании АДЛ на www.adl.ru КОНСТРУКТОР. МАШИНОСТРОИТЕЛЬ < ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЕ РЕГИОНОВ

УДК 624.073

Борис Ильич Кондаков,

магистр

(Санкт-Петербургский государственный

архитектурно-строительный университет)

E-mail: kondakovb@inbox.ru

Boris Il'ich Kondakov,

master

(Saint Petersburg State University

of Architecture and Civil Engineering)

E-mail: kondakovb@inbox.ru

ОБЕСПЕЧЕНИЕ БЕЗОПАСНОСТИ СООРУЖЕНИЙ, ВОЗВОДИМЫХ В ЦУНАМИОПАСНЫХ РАЙОНАХ

PROCURING OF THE SAFETY BUILDINGS IN A TSUNAMI-HAZARDOUS AREAS

Как известно, цунами – чрезвычайно опасное стихийное бедствие, способное разрушить любые строения в прибрежной зоне, унести за собой огромное количество человеческих жертв, нанести огромный экономический ущерб государству [1]. Потери от цунами за период XVIII-XXI колоссальны: так, число погибших людей составляет более 500тыс. человек, а финансовые потери превышают 300 млрд. долларов. Каждый трагический случай заставлял общество, государство принимать определенные меры по минимизации потерь от воздействия такого стихийного бедствия. Так, произошедшее цунами с 4 на 5 ноября 1952 года на территории СССР заставило предпринять серьезные меры в области системы предупреждения о цунами (в дальнейшем СПЦ).

На сегодняшний день существует нормативный документ, который необходимо применять при проектировании новых, а также эксплуатируемых прибрежных и береговых зданий, сооружений в цунамиопасных районах (в дальнейшем ЦОР). Таким документом является свод правил СП292 «Здания и сооружения в цунамиопасных районах. Правила проектирования» [2]. Хотелось отметить следующее основное положением данного свода правил: при возникновении цунами исправно и эффективно срабатывает СПЦ, в результате большая часть населения эвакуирована в безопасные места до прихода цунами [2]. Как показывает практика работы СПЦ, были случаи (примером может послужить цунами, обрушившегося на побережья стран Индийского океана в 2004 г.) несвоевременного донесение до жителей прибрежных территорий информации о надвигающейся волне.

В данной статье рассмотрен вопрос об обеспечении безопасности сооружений, возводимых в ЦОР.

Ключевые слова: цунами, цунами опасный район, стихийное бедствие, проектирование сооружений в цунамиопасных районах, цунамистойкое строительство.

As known, the tsunami is an extremely dangerous natural disaster that can destroy any buildings in the coastal zone, take a huge number of human casualties, and cause great economic damage to the state [1]. Losses from the tsunami for the period XVIII-XXI are enormous: for example, the number of dead people is more than 500 thousand. people, and financial losses exceed 300 billion. dollars. Each tragic incident forced society and the state to take certain measures to minimize losses from the impact of such a natural disaster. So, the tsunami that occurred from November 4 to 5, 1952 in the USSR forced us to take serious measures in the field of the tsunami warning system (hereinafter referred to as TWS).

To date, there is a regulatory document that must be applied in the design of new, as well as the operation of coastal buildings, structures in tsunami-hazardous areas (hereinafter referred to as the Center). Such a document is the set of rules SP292 «Buildings and structures on tsunami hazardous areas. Regulations of design» [2]. I would like to note the following main provision of this set of rules: when a tsunami occurs, the TWS works properly and efficiently, as a result, a large part of the population evacuated to safe places before the tsunami arrived [2]. As the practice of the TWS shows, there have been cases (an example is the tsunami that hit the coast of the Indian Ocean in 2004) of untimely reporting to the inhabitants of coastal territories of information about an impending wave.

In this article the issue of ensuring the safety of structures erected in the center is considered.

Keywords: tsunami, tsunami hazardous area, natural disaster, design of structures in tsunami-hazardous areas, tsunami-resistant construction.

Инженерная защита – это комплекс сооружений и мероприятий, направленных на предупреждение или уменьшение опасных последствий воздействия природных процессов и (или) техногенных явлений на территорию, здания или сооружения [2,4].

Мероприятия по обеспечению безопасности сооружений, возводимых в ЦОР можно, условно классифицировать по двум методам. Общую классификацию данных мероприятий можно увидеть на рис. 1.

Рассмотрим некоторые из мероприятий, в зависимости от приближения цунами к защищаемому объекту (ЗО).

Волноломы (определение, приближенно к данной теме статьи) – это гидротехническое сооружение (в дальнейшем ГТС), возводимое с целью защиты прибрежной территории от воздействия волн, в том числе и цунами.

Приведем пару примеров. На рис. 2 представлен стационарный волнолом, состоящий из насыпи множества массивных блоков (каменных, бетонных и т.п.).

Особенностью работы подобных сооружений является создания зоны «спокойной воды».



Рис.1. Классификация мероприятий (в зависимости от применяемого метода – прямой или косвенный) по обеспечению безопасности сооружений в ЦОР



Рис. 2. Блочно-бетонный и блочно-каменный волноломы

Конструктивные особенности блочно-каменных волноломов [2]:

- Постель из камней устраивается из рванного камня твердых пород;
- Верхние слои выкладывают из более крупного камня;

– Уклон откосов назначают в зависимости от их устойчивости воздействию волн, а также уклон должен быть менее чем 1:1.5;

– Вес защитной стенки определяется из условия устойчивости против опрокидывания и сдвиге от воздействия волн.

Конструктивные особенности блочно – бетонных волноломов:

– Рекомендуется устраивать перевязку швов в кладке из бетонных массивов только подводной части стенки;

– Не рекомендуется применять данный тип сооружения при неблагоприятных геологических условиях, поскольку возможна неравномерная осадка стенки;

– В случае, когда вертикальная стенка выполнена из правильной кладки, необходимо разделять по длине сквозными вертикальными швами на отдельные независимые секции. В случае, если основанием являются плотны, достаточно прочные грунты, длина секции рекомендуется не более 45 м, в остальных случаях – не более 25 м.

Еще одним примером стационарного волнолома может послужить монолитный волнолом, устраиваемый вдоль берега, представленный на рис.3. Подобные сооружения устраиваются на определенной высоте от поверхности воды, как следствие – большая стоимость.

Следующий способ, которым можно обеспечить защиту сооружений – устройство определенных сейсмоопор, благодаря наличию которых, возможно рассеивать во времени вынужденные колебания, полученные как в результате толчков земли, так и в результате воздействия ударов волн о здания.

Особенность такой сейсмоопоры заключается в следующем: сейсмоопора, выполненная в виде стальной обоймы, заполненной эластичным материалом (резиновым вкладышем или резиновой опорной частью), и прокладки из антифрикционных материалов, закрепленной на верхней стороне резиновой опорной части при вулканизации или на стальной плите скольжения. Опорная часть обеспечивает перемещения пролетного строения во всех направлениях: угловые – за счет деформации резины (ее внецентренного обмятия), линейные – за счет скольжения по прокладке. На рис. 5 можно наглядно увидеть данную опору.



Рис. 3. Монолитный волнолом

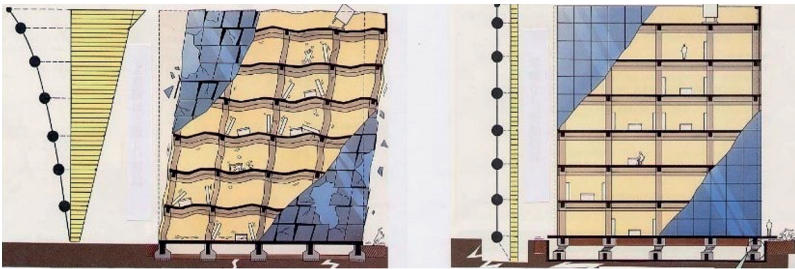


Рис. 4. Влияния динамической воздействия на сооружение:
рис. справа – сооружение, обладающее сейсмоопорами; слева –
сооружение без сейсмоопор

Так, на рис. 4 показано, что здание с наличием сейсмоопор менее подвержено динамическим воздействиям чем здание без таких опор.

Особенность такой сейсмоопоры заключается в следующем: сейсмоопора, выполненная в виде стальной обоймы, заполненной эластичным материалом (резиновым вкладышем или резиновой опорной частью), и прокладки из антифрикционных материалов, закреплен-

ной на верхней стороне резиновой опорной части при вулканизации или на стальной плите скольжения. Опорная часть обеспечивает перемещения пролетного строения во всех направлениях: угловые – за счет деформации резины (ее внецентренного обмятия), линейные – за счет скольжения по прокладке. На рис. 5 можно наглядно увидеть данную опору.

Также, защита сооружений в ЦОР может быть обеспечена путем устройства свободного пространства в нижних уровнях ЗО [3, 5]. Такой способ интересен прежде всего в районах, с заплеском волны, не превышающий уровня сквозного этажа. Поперечный разрез сооружения, реализующий данный способ представлен на рис. 6.

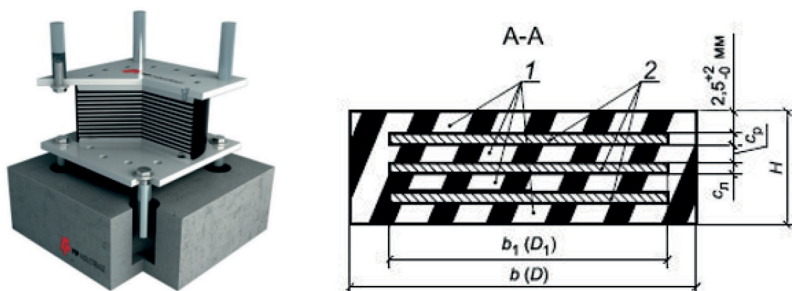


Рис. 5. Резинометаллическая сейсмоопора: 1 – резина; 2 – промежуточные стальные листы; a , b (D) – размеры опорной части в плане, A_1 , b_1 (D_1) – размеры в плане стальных листов; c_n – толщины стальных листов; c_p – толщины промежуточных слоёв

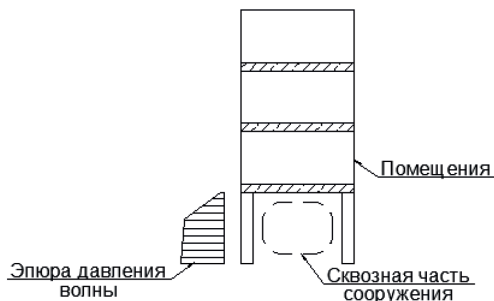


Рис. 6 Принципиальная конструктивная схема цунамизащитённого сооружения

Все вышеизложенные примеры относятся к прямому методу защиты сооружений в ЦОР. Основным недостатком такого метода является неприменимость при превышении определенных значениях высоты заплеска цунами. Следовательно, необходимо рассмотреть второй метод обеспечения – косвенный.

Данный метод рассмотрен на применении так называемой «сейсмозащитная кровать». Цунами, как, например, и землетрясение, может возникнуть внезапно, в момент времени, когда жители дома находятся в состоянии сна. Решить данную проблему предложил русский ученный – изобретатель Дахир Семенов. Речь идет о конструкции, которая складывается защитным куполом над спящим и оберегает его от последствий катастрофы, внутри которой спрятан необходимый запас воды и еды, медикаментов. Данная конструкция изображена на рис. 7 в двух случаях: до наступления чрезвычайной ситуации и после.



Рис. 7. Сейсмозащитная кровать: слева – до возникновения цунами; справа – после возникновения цунами

Из вышеперечисленного хочется подвести небольшой итог: любая система защиты здания, сооружения от воздействия цунами должна в первую очередь иметь комплекс мероприятий, позволяющий минимизировать последствия цунами путем инженерных решений. Так, на рис. 8 представлена идея о реализации ЗО в ЦОР.

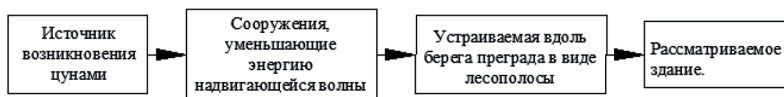


Рис. 8. Пример реализации идеи об обеспечении ЗО на случай возникновения цунами

Заключение. В качестве вывода хочется отметить следующее: существующую нормативную базу необходимо дополнять различными рекомендациями к проектированию сооружений в цунамиопасных районах, где были бы отражены наиболее перспективные (а также приведенные в статье) методы обеспечения безопасности сооружений, возводимых в цунамиопасных районах.

Литература

1. Кондаков Б. И. Анализ особенностей методов расчета и правил проектирования сооружений в цунамиопасных районах // Серия «Современное строительство»: сборник статей магистрантов и аспирантов. Вып. 2., Т. 1. 2019, С. 126–131.
2. СП292.1325800.2017 Здания и сооружения в цунамиопасных районах. Правила проектирования. СПб, 2016, 69 с.
3. СП14.13330.2018 «Строительство в сейсмических районах», М., 2018, 122 с.
4. Шульгин В. Н., Пучков В. А. Инженерная защита населения и территорий в чрезвычайных ситуациях мирного и военного времени. Учебник для вузов, 2002, 684 с.
5. Белаш Т. А., Нудьга И. Б., Яковлев А. Д. Цунамизащита зданий в сейсмоопасных районах // Известия Петербургского университета путей и сообщения, 2018, Т. 15 (80), С. 95–103.

УДК 68.37.15

Артем Александрович Кузнецов,

магистр

Сергей Анатольевич Белякаев,

магистр

Ирина Николаевна Таланова,

магистр

(Санкт-Петербургский государственный
архитектурно-строительный университет)

E-mail: eltechfifa@gmail.com

Artem Alexandrovich Kuznetsov,

master

Sergey Anatolyevich Belyakaev,

master

Irina Nikolaevna Talanova,

master

(Saint Petersburg State University
of Architecture and Civil Engineering)

E-mail: eltechfifa@gmail.com

**СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ КОНСТРУКЦИИ
РАБОЧЕГО ОБОРУДОВАНИЯ КОММУНАЛЬНОЙ
МАШИНЫ ДЛЯ СОДЕРЖАНИЯ ДОРОГ**

**CONSTRUCTION OF WORKING
EQUIPMENT OF COMMUNAL VEHICLE
FOR ROAD MAINTENANCE**

Из года в год увеличивается количество мусора на улицах города, что соответственно портит его внешний вид, создает неудобства горожанам и гостям города, способствует появлению разносчиков инфекций [1]. На сегодняшний день уборка городских улиц невозможна без применения специальной техники. И для каждой конкретной задачи существует отдельный вид спецтехники. [2]

Механизированной уборке должны подвергаться не только автомобильные дороги, но и тротуары, дворы, остановки городского пассажирского транспорта, вокзалы, территории, отведенные под свалки мусора [3]. Для решения данной задачи применяются вытяжные подметальные машины, которые обладают всеми необходимыми характеристиками. [4]

В связи с частым ненадлежащим качеством дорожного покрытия, применение таких машин становится затруднительным [5]. Все дело в рабочем оборудовании.

В данной статье был предложен способ предотвращения износа и поломок всасывающего устройства вытяжной подметальной машины путем добавления двух роликов и гидропривода.

Ключевые слова: вытяжная подметальная машина, рабочее оборудование, предотвращение износа и поломок

From year to year the amount of garbage on the streets of the city increases, which accordingly spoils its appearance, creates inconvenience to citizens and guests of the city, contributes to the emergence of infection carriers. Today, cleaning of city streets is impossible without the use of special equipment. And for each specific task there is a separate type of special equipment.

Mechanized cleaning should be carried out not only by roads, but also by sidewalks, yards, stops of urban passenger transport, train stations, territories reserved for landfills. To solve this problem, exhaust sub-gauging machines are used, which have all the necessary characteristics.

Due to the frequent inadequate quality of the road surface, the use of such machines becomes difficult. It's all about working equipment.

This paper has proposed a method of preventing wear and tear of a suction device of an exhaust sub-machine by adding two rollers and a hydraulic drive.

Keywords: exhaust submersible machine, operating equipment, prevention of wear and breakage

Описание:

Два ролика устанавливаются на независимую подвеску, всасывающее устройство крепится к двум гидроцилиндрам с помощью монтажной рамы, соединенной с роликами, которые приводятся в действие с помощью гидронасоса и гидрораспределителя, управляемым с кабины машиниста. Машинист, видя препятствие, переводит рычаг гидрораспределителя в положение на подъем, после чего всасывающее устройство, прикрепленное к гидроцилиндрам, поднимается вверх, тем самым не задевая препятствие и не повреждая конструкцию. После прохождения препятствия, переключая рычаг гидрораспределителя в нижнее положение, всасывающее устройство опускается в рабочее положение.

Предложенное усовершенствование узла поясняется чертежами, где на рис. 1 – изображен общий вид рабочего оборудования, на рис. 2 – вид сверху, на рис. 3 – вид сбоку, на рис. 4 – сборочный чертеж, на рис. 5 – вид сбоку, на рис. 6 – вид сверху

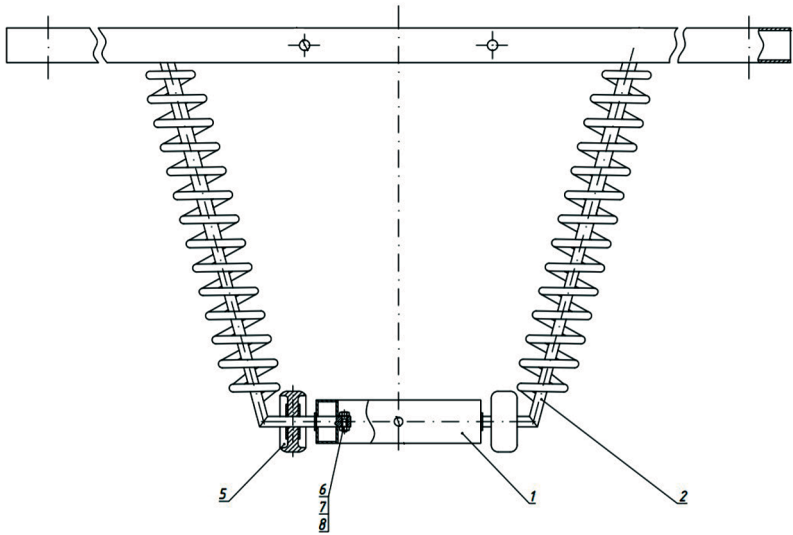


Рис. 1. Общий вид рабочего оборудования

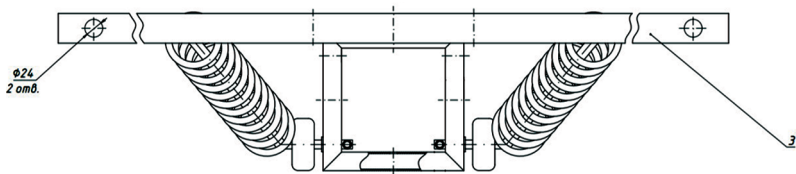


Рис. 2. Вид сверху

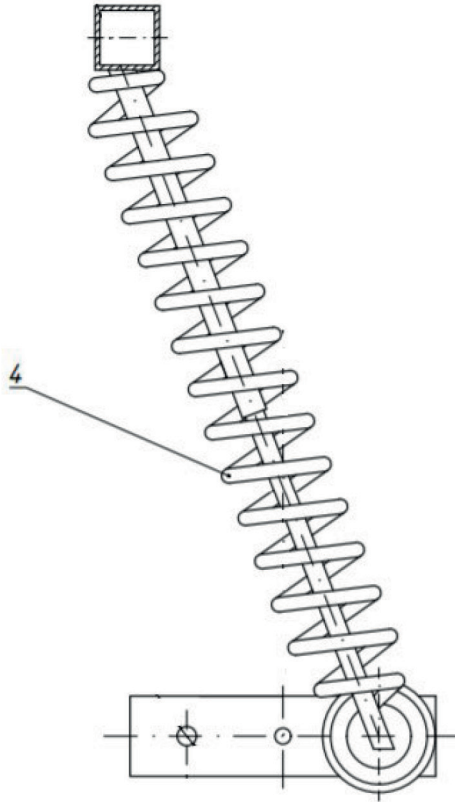


Рис. 3. Вид сбоку

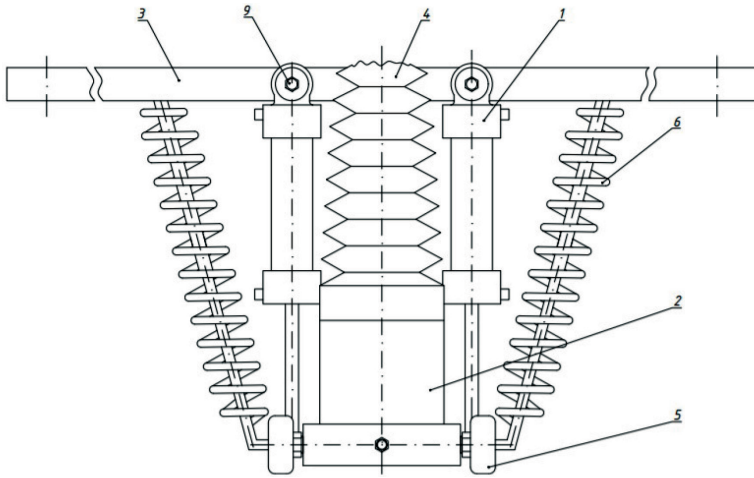


Рис. 4. Сборочный чертеж

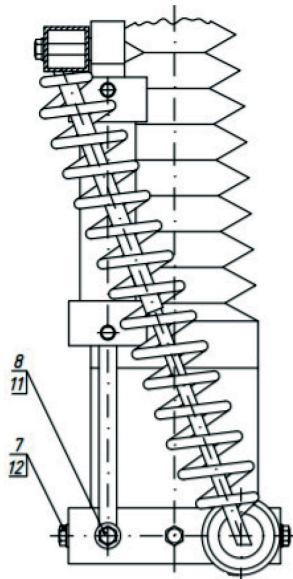


Рис. 5. Вид сбоку

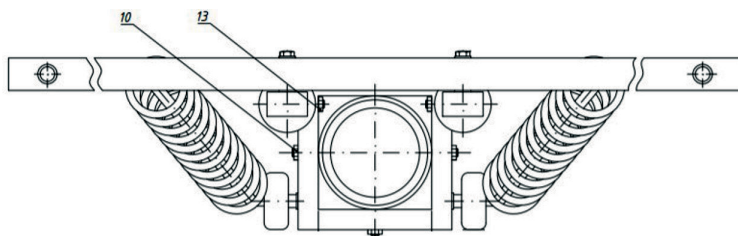


Рис. 6. Вид сверху

В ходе проделанной работы был предложен вариант усовершенствования всасывающего агрегата вытяжной подметальной машины на примере *Dulevo 850 mini*, хотя приведенные изменения возможно применить и к другим типоразмерам подметально-уборочных машин.

Основное улучшение – модернизация всасывающего агрегата, путем добавления двух роликов и гидропривода, позволяет решить поставленную задачу – устранение возможного стирания и повреждения рассматриваемого узла. Также подобное усовершенствование повлияет и на универсальность использования данной машины на любых участках дорог.

Литература

1. Бургутдинов А. М., Южков В. С. Машины для строительства, ремонта и содержания автомобильных дорог. – Пермь: Издательство Пермского национального исследовательского политехнического университета, 2012. – 119 с.
2. Евтюков С.А., Монгуш С.Ч. Введение в специальность «Подъемно-транспортные, строительные, дорожные средства и оборудование». Учебное пособие. – Кызыл, ТувГУ, 2012, – 96 с.
3. Волков С.А. Эксплуатация подъемно-транспортных, строительных и дорожных машин: метод. указания / С. А. Волков, В. Н. Добромиров, Н. В. Подопригра; под общ. ред. В.Н. Добромирова. – СПб.: СПбГАСУ, 2014. – 67 с.
4. Шестопапов, К.К. Подъемно-транспортные, строительные и дорожные машины и оборудование: учеб. пособие/К.К. Шестопапов. 2-е изд., испр. – М., 2005. – 302 с.
4. Волков С. А. Эксплуатация подъемно-транспортных, строительных и дорожных машин: метод. указания / С. А. Волков, В. Н. Добромиров, Н. В. Подопригра; под общ. ред. В.Н. Добромирова. – СПб.: СПбГАСУ, 2014. – 67 с.

УДК 62.15.14

Екатерина Михайловна Куковьякина,

магистр

Василий Дмитриевич Мышинский,

магистр

Василий Александрович Московкин,

магистр

(Санкт-Петербургский государственный
архитектурно-строительный университет)

E-mail: kukovyakinakatya@gmail.com

Ekaterina Mikhailovna Kukovyakina,

master

Vasily Dmitrievich Myshinsky,

master

Vasily Alexandrovich Moskovkin,

master

(Saint Petersburg State University
of Architecture and Civil Engineering)

E-mail: kukovyakinakatya@gmail.com

ГРУЗОПОДЪЕМНАЯ ТРАВЕРСА С ИЗМЕНЯЮЩИМСЯ РАССТОЯНИЕМ МЕЖДУ ГРУЗОВЫМИ КРЮКАМИ

LIFTING DEVICE WITH VARIABLE DISTANCE BETWEEN CARGO HOOKS

Траверса — быстросъемное грузозахватное приспособление, используемое на подъемных кранах для работы с различными типами грузов. Являются промежуточным звеном между крюком крана и грузом. Позволяет избежать повреждений груза при его перемещении. Траверса может использоваться для подъема длинномерных грузов и грузов, где возникают ограничения по высоте.

Выбранная модель таверсы относится к механическим приспособлениям, применяемым (навешиваемым) на грузоподъемные машины, например, краны, в виде грузоподъемных траверс для монтажа и демонтажа оборудования.

Техническим результатом заявленного решения является изменение расстояния между креплениями для груза.

Ключевые слова: траверса, грузоподъемная траверса, груз, кран, подъем.

Traverse is a quick-lifting load-gripping device used on cranes for working with various types of cargo. They are an intermediate link between the crane hook and the load. Allows you to avoid damage to the cargo during its movement. The traverse can be used to lift long loads and loads where height restrictions arise.

The selected model of the tweeter refers to mechanical devices used (hung) on hoisting machines, for example, cranes, in the form of hoisting traverses for mounting and dismounting equipment.

The technical result of the claimed solution is to change the distance between the fasteners for the cargo.

Keywords: beam, lifting beam, cargo, crane, lifting.

Грузозахватные устройства – комплексные устройства, состоящие из стропов, траверс, такелажных скоб, соединений канатов, балочных конструкций, замков автоматики и других элементов. По назначению они разделяются на универсальные и специальные. Универсальные грузозахватные устройства предназначены для работы с различными грузами, имеющими идентичные параметры и свойства. Специальные – для работы с конкретными грузами – проектируются с учетом их параметров и конструктивных особенностей. Грузозахватные устройства должны обеспечивать простую и удобную строповку и расстроповку и полную безопасность монтажных работ.

В зависимости от оснащения различными грузозахватными устройствами и приспособлениями грузоподъемные краны выполняют различные виды грузовых операций охватывая практически весь спектр погрузочно-разгрузочных работ.

Для хорошей работы, грузозахватные приспособления обязаны не только безопасными, но, и удобными, простыми в использовании. Это обеспечивают надежные крюки и простота крепления строп.

Выявление проблемы

К рассмотрению возможности внесения изменений принимаю линейную траверсу с подъемом за центральную проушину.

Изучив устройство большинства траверс можно прийти к выводу, что существенное количество из них предназначены для грузов определенной длины. Не всегда есть возможность изменить расстояние между тросами и крюками.

Поэтому необходимо изобрести универсальное устройство, которое не будет иметь сложной конструкции, позволит не прибегать к использованию траверс разных длин, а также будет задействовать как можно меньше ручного труда.

Описание конструкции:

Задачей создаваемой модели является повышение производительности и облегчение строповки грузов разной длины. Поставленной задачи добиваются за счет того, что грузоподъемная траверса, содержащая 2 швеллера с вертикальными полками, поперечные пластины, гайку, каретки с роликами, также имеет винт с правой и левой резьбой.

Изобретенное устройство поясняется чертежами, где на рис. 1 изображен общий вид грузоподъемной траверсы, на рис. 2 – балка в разрезе.

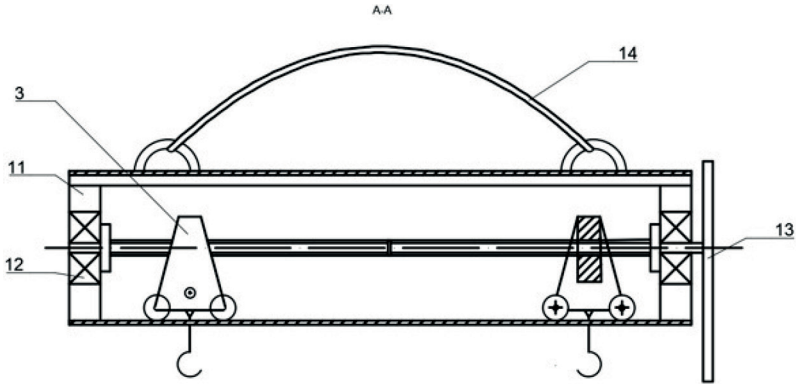


Рис. 1. Общий вид грузоподъемной траверсы

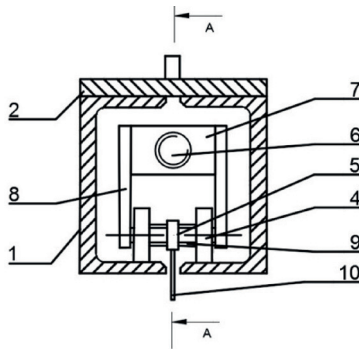


Рис. 2. Траверса в разрезе

Грузоподъемная траверса для длинномерных гибких предметов содержит 2 швеллера с вертикальными полками 1 и поперечную пластину 2, приваренную так, чтобы между нижними полками траверсы образовалось пространство достаточное для прохождения грузового крюка. Траверса снабжена двумя грузовыми тележками 3, включаю-

щими ролики 4, посаженные на ось 5. Тележки связаны с винтовым валом 6, в котором одна половина – правая резьба, другая – левая. Тележки, передвигающиеся вдоль правой и левой половины, имеют соответственную резьбу. На винт 6 надета гайка 7, которая связана с осями роликов посредством (щек) 8. В центре пластин 8 установлена ось 9, на которую навешивается грузовой крюк 10. По концам траверсы установлены концевые опоры 11, включающие подшипники 12, на которые упирается вал 6. Один из концов вала 6 снабжен маховиком 13, для ручного вращения вала. Траверса подвешивается к крану тросом 14, связанного с проушинами, установленного сверху на концах траверсы.

Предлагаемая конструкция работает следующим образом: При вращении маховика 13 начинает вращаться винтовой вал 6. Благодаря тому, что вал имеет правую и левую резьбу, грузовые тележки 3 с соответствующей резьбой начинают менять движение, тем самым изменяя расстояние между собой.

Техническим результатом заявленного решения является изменение расстояния между креплениями для груза.

Литература

1. Александров М.П. Грузоподъемные машины. М.: «Высшая школа», 1973.
2. Патент 2002131862/20, 02.12.2002.
3. Патент 2012104053/11, 06.02.2012
4. Патент RU2014112444U 2014-08-20.

УДК 614.37.18

Азамат Махматкулов,

магистр

Елизавета Андреевна Бовкун,

магистр

Борис Борисович Сидоров,

магистр

(Санкт-Петербургский государственный
архитектурно-строительный университет)

E-mail: azamat.mahmatkulow@mail.ru

Azamat Makhmatkulov,

master

Elizaveta Andreevna Bovkun,

master

Boris Borisovich Sidorov,

master

(Saint Petersburg State University
of Architecture and Civil Engineering)

E-mail: azamat.mahmatkulow@mail.ru

ТЯГОВАЯ РАМА АВТОГРЕЙДЕРА

GRADER TRACTION FRAME

В статье рассмотрена новая конструкция, относящаяся к рабочему оборудованию землеройно-транспортных машин. Механизм выноса тяговой рамы автогрейдера содержащий кронштейны крепления гидроцилиндра выноса тяговой рамы, установленные на основной раме, дополнительно снабжён гидроцилиндрами поворота отвала от гидромотора. Конструкция позволяет повысить производительность автогрейдера, автоматизацию работы на автогрейдере и функциональность автогрейдера.

Проведён анализ уже существующих конструкций тяговой рамы, выявлены недостатки и разработана принципиально новая конструкция

Ключевые слова: автогрейдер, тяговая рама, гидроцилиндры, поворотный круг.

The article describes a new design relating to the working equipment of earthmovers. The mechanism for the removal of the traction frame grader containing the mounting brackets of the hydraulic cylinder removal of the traction frame mounted on the main frame, is additionally equipped with hydraulic cylinders turning the blade from the hydraulic motor. The design allows you to improve the performance of the grader, automate the work on the grader and the functionality of the grader.

Keywords: grader, traction frame, hydraulic cylinders, turntable.

Автогрейдеры являются незаменимым оборудованием в дорожном строительстве. Производители называли их профилировочными (выравнивающими), но на самом деле область применения автогрейдеров намного больше. С их помощью можно построить невысокую грунтовую насыпь и вырезать в ней корыто для дорожной одежды

в нём, на пустом месте и без привлечения другой техники, ремонтировать обочины, очищать придорожный кювет, планировать склон, идеально выравнивать поверхность земли на большой площади, удалить снег и снежный накат с дороги. И это только основные типы работ, к которым, при необходимости, можно добавить другие типы.

В связи с этим есть основания полагать, что модернизация существующих и создание новых автогрейдеров не только обеспечит требуемое качество, но и ускорит процесс ввода дорог в эксплуатацию, сократит время простоя, сэкономит время и деньги.

В статье рассматривается возможность улучшить геометрические показатели автогрейдера, его компоновку, снизить трудоемкость изготовления, повысить жесткость системы, увеличить производительность автогрейдера за счёт применения устройства, позволяющего выносить тяговую раму автогрейдера в обе стороны, и изменять угол резания отвалом без переустановки крепления цилиндра выноса тяговой рамы.

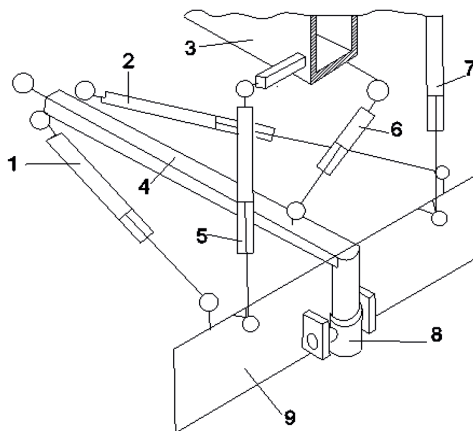
Известны конструкции механизма выноса тяговой рамы автогрейдера, содержащие два гидроцилиндра подъема и опускания тяговой рамы, установленные на кронштейнах на основной раме и гидроцилиндр выноса тяговой рамы, установленный одним [1], двух кронштейнах [2]; [3] или на балке с гнездами [4] снизу основной рамы с возможностью перестановки места крепления гидроцилиндра для изменения направления выноса тяговой рамы.

Недостатком данного типа конструктивного исполнения автогрейдера является возможность выноса тяговой рамы только в одну сторону. Чтобы изменить направление выноса, нужно перенести точку крепления гидроцилиндра выноса тяговой рамы на другую сторону основной рамы, что является трудоемкой операцией, требующей применения специального оборудования.

Существует конструкция механизма выноса тяговой рамы автогрейдера, содержащая два гидроцилиндра подъема/опускания и гидроцилиндр выноса тяговой рамы, установленные на поворотном круге, охватывающем основную раму, и приводимым во вращение посредством [5]. Данная конструкция обеспечивает вынос тяговой рамы в обе стороны от основной рамы, но является весьма сложной и дорогостоящей.

Применяется также конструкция автогрейдера с механическим приводом, в котором для выноса тяговой рамы используется рычажная система, приводимая в действие реечной зубчатой передачей, с прямой рейкой с приводом от червячного редуктора, установленного на основной раме [6]. Недостатком данного конструктивного исполнения автогрейдера является возможность выноса тяговой рамы только в одну сторону.

В предлагаемой новой конструкции рамы, одновременное выдвижение (втягиванием) гидроцилиндров 1, 2 (рис. 1), позволяет изменять угол резания отвала, выдвижение одного из них и втягивание другого – изменять угол захвата отвала. Гидроцилиндры 5 и 7 служат для подъема-опускания рабочего органа, гидроцилиндр 6 – для выноса его в сторону. Вся система приводится в действие гидромотором, передающим усилия по напорным и сливным линиям.



Рабочее оборудование автогрейдера

Устройство включает в себя: 1,2 – гидроцилиндры изменения угла резания отвала; 3 – хребтовая балка; 4 – тяговая рама; 5,7– гидроцилиндр подъёма- опускания отвала; 6 – гидроцилиндр выноса в сторону; 8 – универсальный шарнир; 9 – отвал.

Принцип работы механизма заключается в следующем: изменяя сторону выноса тяговой рамы (4), гидромотор приводит в действие

гидроцилиндры выноса тяговой рамы (6), переводит крепление гидроцилиндра на другую сторону, тем самым позволяя вынести тяговую раму в другую сторону.

Вывод

Недостатки прототипа устраняются следующими путями:

1) Нет необходимости в переустановке машинистом крепления гидроцилиндра выноса тяговой рамы, так как установлен новый, усовершенствованный гидроцилиндр, позволяющий выносить тяговую раму в обе стороны.

2) Значительно сокращается время необходимое на смену стороны выноса тяговой рамы.

3) Простота и дешевизна конструкции достигаемая за счёт использования одинаковых элементов, схожих материалов и инструментов для обслуживания и ремонта.

Новая конструкция тяговой рамы автогрейдера без поворотного круга позволяет:

1. Улучшить геометрические показатели автогрейдера
2. Усовершенствовать его компоновку
3. Снизить трудоемкость изготовления, повысить жесткость системы.
4. Изменять угол резания отвалом без переустановки крепления цилиндра выноса тяговой рамы.

На основе данной статьи оформляется заявка на патент [7].

Литература

1. Патент РФ № 1162908, 1985
2. Машины для земляных работ. Атлас конструкций / Под ред. А.А. Бромберга. – М.: Машиностроение. – 1968. – 136 с. (с. 59)
3. Автогрейдер ДЗ-98. Описание, применение / Avtogrejder DZ 98 [Электронный ресурс]. URL:<http://0660347e20ed330.s.siteapi.org/docs/a068ba11558f7642dda11d98dda5ce981c82215e.pdf>
4. Автогрейдер Caterpillar-120К [Электронный ресурс]. URL:<https://www.vost-tech.ru/files/catalog/MG/120k.pdf>
5. Автогрейдер TG-200. Описание, применение / AvtogrejderTG-200 [Электронный ресурс]. URL:<http://0660347e20ed330.s.siteapi.org/docs/c5f5d05f263cb022cf59017e971169fd0c142a51.pdf>
6. Севров К.П., Горячко Б.В., Покровский А.А. Автогрейдеры: Конструкции, теория, расчет. – М.: 1970. – 192 с., рис. 19
7. Заявка на патент № 2018124054.

УДК 17.54.38

Екатерина Ярославовна Микулан,

магистр

Алексей Андреевич Дмитриев,

магистр

Антон Вадимович Серебряков,

магистр

(Санкт-Петербургский государственный

архитектурно-строительный университет)

Ekaterina Yaroslavovna Mikulan,

master

Alexey Andreevich Dmitriev,

master

Anton Vadimovich Serebryakov,

master

(Saint Petersburg State University

of Architecture and Civil Engineering)

ОСНОВНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ ПОВЫШЕНИЯ ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТИ ЭКСКАВАТОРОВ

MAIN DIRECTIONS OF EXCAVATOR PRODUCTIVITY IMPROVEMENT

Соответствие технологических параметров машин требованиям производства работ. Параметры экскаваторов с различными приводами (механическим и гидравлическим) соответствующих типоразмеров близки друг другу. Сопоставление линейных параметров экскаваторов, обуславливающих технологические возможности, показывает, что взятый отдельно каждый показатель не дает четкого различия машин по их размерным группам. Более четкая картина разделения экскаваторов может быть получена при использовании комплексного показателя- произведения объема ковша на глубину копания.

Ключевые слова: экскаватор, объем ковша, глубина копания, рабочий цикл, лопата.

Compliance of process parameters of machines with work performance requirements. The parameters of excavators with different drives (mechanical and hydraulic) of the corresponding sizes are close to each other. Comparison of the linear parameters of excavators, which cause technological capabilities, shows that each indicator taken separately does not give a clear distinction between machines by their size groups. A clearer picture of the separation of excavators can be obtained by using a complex indicator – the product of the bucket volume to the depth of digging.

Keywords: excavator, bucket volume, digging depth, working cycle, shovel.

Применявшиеся ранее методы прогнозирования необходимых параметров всех машин, т. е. прямолинейное интерполирование ста-

статистических данных и экспертная оценка, не обеспечивают необходимую точность расчетов.



Рис. 1. Изображение работающего ковшового экскаватора

В настоящее время методы расчета получили значительное развитие. Разработана блок-схема алгоритма, учитывающая изменение производительности машины при изменении ее типоразмера. В программу расчета вводятся: характеристика объектов и технологические требования к производству работ (объем и интенсивность работ, ограничение по использованию и т. п.); характеристика машин; технологические и экономические зависимости в виде функций от главного параметра. Проблема технологического обоснования необходимых параметров машин может быть решена только на базе комплексных исследований, по совершенствованию метода прогнозирования характеристик работ и параметров машин на перспективу и математических методов, используемых при этом. Считается, что основным оборудованием гидравлических экскаваторов является обратная лопата, а прямая лопата — вспомогательное. Прогнозирование технологических параметров поможет установить необходимость применения в будущем прямой лопаты и удельный вес работ, производимых этим видом оборудования.

В дальнейшем с целью унификации технологических параметров разработки грунта механическими и гидравлическими экскаваторами, оборудованными обратными лопатами, следует также привести в соответствие линейные размеры оборудования обратных лопат гидравлических экскаваторов. Для увеличения универсальности те-

лескопического оборудования следует геометрическим параметрам дать размеры, обеспечивающие выполнение планировочных работ.

Оптимизация параметров операций рабочего цикла экскаватора. Основными операциями цикла работы одноковшового экскаватора является копанье, поворот и разгрузка.

Продолжительность выполнения той или иной операции цикла зависит от принятых скоростей движения канатов штоков или других передач, которые обуславливаются эргономическими возможностями человека.



Рис. 2. Изображение погрузки с помощью экскаватора

Продолжительность операции поворота рабочего оборудования на выгрузку и обратно в забой складывается из последовательных процессов разгона платформы, движения ее с установившейся скоростью торможения. В настоящее время накопился достаточный опыт применения различных устройств для осуществления привода механизма поворота: для механических экскаваторов — фрикционные муфты и гидротрансформатор, для гидравлических экскаваторов — насосы постоянной и переменной производительности. Расчет механизмов поворота механических и гидравлических экскаваторов осуществляется из условия получения оптимальных показателей при повороте на 90° . При угле поворота платформы $70... 180^\circ$ механизмы обеспечивают получение оптимальных данных.

При угле поворота меньше 60° при разгоне используется лишь 0,6...0,7 мощности, и скорость поворота экскаватора при заданных параметрах не достигает максимальных значений вследствие необходимости осуществлять торможение платформы

Следовательно, основным в сокращении времени поворота и цикла работы является работа при малых углах поворота. Это относится ко всем видам рабочего оборудования. Продолжительность операции разгрузки ковша зависит от его конструкции.

Основными путями повышения производительности экскаватора являются: применение для экскаваторов 4-й...6-й размерных групп самосвалов грузоподъемностью 15...25 т; рациональное использование сменного времени за счет улучшения работы автотранспорта.

Оптимизация выполнения работ технического обслуживания. На выполнение работ ежесменного технического обслуживания затрачивается до 12,5% сменного времени, а на выполнение всех видов обслуживания (ЕО, ТО-1, ТО-2, ТО-3) — 15%. Оснащение строительных организаций необходимыми устройствами и оборудованием позволило за последнее время в 2...3 раза уменьшить трудоемкость технического обслуживания

В настоящее время основная задача повышения производительности в этом направлении заключается в применении уплотнений, обеспечивающих работу сочленений без дополнительного смазывания на весь межремонтный период и работу в условиях отрицательных температур. Унификация и оптимизация параметров рабочего места и технологии работ. Производительность одноковшового экскаватора зависит от свойств разрабатываемого грунта, линейных параметров земляного сооружения, заданной схемы производства работ, принятого вида рабочего оборудования, типоразмера экскаватора и т. д. Очевидно, наиболее рациональный вариант производства земляных работ может быть определен лишь в результате проведения технико-экономических сопоставлений. Продолжительность цикла работы экскаватора является основным фактором, определяющим производительность.

Отсюда очевидно, что основными путями сокращения продолжительности цикла работы экскаватора являются: – выбор рационального угла поворота на выгрузку; – выбор рационального типа рабо-

чего оборудования и его параметров; – выбор рациональной высоты (глубины) разработки; – выбор рациональной схемы работ. Все-это указывает на необходимость быстрой разработки комплекса типовых технологических карт производства земляных работ, привязанных к особенностям той или иной отрасли строительства.

Организационно-технические мероприятия при выполнении земляных работ оказывают на сокращение простоев машин и, следовательно, повышение производительности существенное влияние.

В настоящее время основными направлениями повышения производительности одноковшовых экскаваторов являются:

- научное обоснование параметров всех экскаваторов с учетом требований строительной техники;
- унификация линейных параметров рабочего оборудования и гидравлических экскаваторов; – разработка рабочего оборудования «прямая лопата» гидравлических экскаваторов, обеспечивающего разработку забоев нормальной высоты;
- дальнейшее совершенствование условий работы машиниста и автоматизация выполнения операций цикла с целью уменьшения утомляемости машиниста;
- разработка оборудования «обратная лопата» механических экскаваторов, обеспечивающего нормальные условия погрузки самосвалов грузоподъемностью до 15 т;
- разработка ковшей и механизмов поворота, применение которых снизит просыпание грунта из ковша;
- разработка методов защиты ковшей экскаваторов от налипания грунта;
- расширение номенклатуры быстросъемных рабочих органов;
- разработка комплекса экономически обоснованных типовых технологических карт производства механизированных земляных работ с применением обязательного перечня организационно-технических мероприятий;
- дальнейшее сокращение трудоемкости технического обслуживания.

Литература

1. Технология строительных процессов: Учебник для студ. ВУЗов, обуч. по направлению «Строительство»/А. А. Афанасьев, Н. Н. Данилов, В. Д. Копылов и др.; Под ред. Н. Н. Данилова, О. М. Терентьева. – 2-е изд., перераб. – М.: Высш. школа, 2001 – стр. 86–90.
2. Технология строительных процессов: В 2 ч.: Учеб. для строит. ВУЗов / В. И. Теличенко, А. А. Лапидус, О. М. Терентьев. – М.: Высш. школа, 2002–2003 – стр. 124-137.
3. Белецкий Б. Ф. Технология и механизация строительного производства: Учебник. – Ростов н/Д: Феникс, 2003 – стр. 332–336.
4. Ясинецкий В. Г., Фенин Н. К. Организация и технология гидромелиоративных работ. – М.: Колос, 1986 – стр. 46-57, стр. 61–64.

УДК 62-729.3

Никита Артемович Образцов,

магистр

Виктория Алексеевна Образцова,

магистр

Валерий Эдуардович Поляченко,

магистр

(Санкт-Петербургский государственный
архитектурно-строительный университет)

E-mail: obr.nik@ya.ru,

vgribspb@yandex.ru

Nikita Artemovich Obraztsov,

master

Viktoria Alekseevna Obraztsova,

master

Valery Eduardovich Polyachenko,

master

(Saint Petersburg State University
of Architecture and Civil Engineering)

E-mail: obr.nik@ya.ru,

vgribspb@yandex.ru

СПОСОБЫ УТИЛИЗАЦИИ АВТОМОБИЛЬНЫХ МАСЛЯНЫХ ФИЛЬТРОВ

METHODS FOR UTILIZATION AUTOMOBILE OIL FILTERS

В современной России остается актуальной проблема утилизации автомобильных масляных фильтров. Численность автопарка техники в стране уже превысила отметку в 50 миллионов единиц. Практически у каждого транспортного средства имеется масляная система смазки или охлаждения. Для такой системы неотъемлемой её частью является масляный фильтр. Количество ежегодно заменяемых масляных фильтров сопоставимо с общим количеством автомобилей в России, но, к сожалению, утилизации и переработке этих фильтров не уделяется должного значения. В данной работе рассмотрено текущее состояние дел в стране в области утилизации масляных фильтров, предложены различные способы их переработки, подсчитан экономический и экологический эффекты от внедрения предложенных методов.

Ключевые слова: утилизация, переработка, масляный фильтр, отработанное масло, металлолом, экология.

In modern Russia, the problem of recycling automobile oil filters remains relevant. The number of vehicles in the country has already exceeded 50 million units. Almost every vehicle has an oil lubrication or cooling system. An oil filter is an integral part of such a system. The number of annually replaced oil filters is comparable to the total number of cars in Russia, but, unfortunately, the utilization and recycling of these filters is not given due importance. In this paper, the current state of affairs in the country in the field of recycling oil filters is considered, various methods for their processing are proposed, and the economic and environmental effects of the implementation of the proposed methods are calculated.

Keywords: utilization, processing, oil filter, used oil, scrap metal, ecology.

Автомобиль – помощник человека. Он служит, чтобы облегчить труд и упростить жизнь людей. И автомобили прекрасно справляются со своей задачей, поэтому их число с каждым годом становится все больше. Действительно, практически каждый человек хочет иметь собственный автомобиль. Но, несмотря на многочисленные преимущества, у автомобилей есть и ряд существенных недостатков. Один из них – необходимость проведения технического обслуживания (ТО) [1]. Существует автотранспорт, практически не требующий ТО, например, легковые электромобили, но их количество чрезвычайно мало по сравнению с автомобилями с двигателями внутреннего сгорания, поэтому в данной работе мы их не рассматриваем. Итак, каждое транспортное средство хотя бы раз в год, а то и чаще, проходит ТО. ТО проводят на специализированных станциях технического обслуживания (СТО), в автосервисах, гаражах, на даче, или даже на улице. Место проведения ТО зависит от выбора автовладельца. При каждом ТО производится замена масла, а вместе с маслом меняется и масляный фильтр. На данный момент в России эксплуатируется более 50 миллионов единиц автотранспорта [2]. Получается, что около 50 млн. масляных фильтров в год подлежат замене. Заметим, что многие транспортные средства проходят ТО два, три, а то и даже четыре раза в год, поэтому реальные значения использованных масляных фильтров установить трудно. Также стоит заметить, что часть автомобилей оснащена фильтрами со съёмными фильтрующими элементами, они преимущественно используются на дизельных легковых автомобилях, а их количество – примерно 2 миллиона единиц [3].

Мы подсчитали, что в России около 50 миллионов масляных фильтров в год приходят в негодность и заменяются. Мало кто из автовладельцев отдаёт себе отчёт о важности утилизации масляного фильтра. Взять хотя бы отработанное масло, которое в лучшем случае сдаётся в специализированные фирмы по сбору отработанного масла, а в худшем – выливается в канаву. С использованными фильтрами дела обстоят сложнее, рядовому автолюбителю неочевидно как поступить с фильтром. Отсутствует какая-либо информация о способах утилизации таких фильтров, отсутствуют компании занимающиеся сбором и дальнейшей переработкой использованных масляных фильтров, поэтому обычный автовладелец просто выки-

дывает фильтр в мусорное ведро. Иногда – сдаёт в металлолом, но в старом фильтре еще остается отработанное масло, загрязняющее металлолом в который попадает такой фильтр. Поэтому компании, собирающие черный металл, не всегда готовы принять такой вид отхода. Даже автосервисы, официально уполномоченные на проведение технического обслуживания и ремонта (ТОиР) автомобилей, зачастую просто выбрасывают масляные фильтры, так как не понятно, как с ними поступать.

Фильтр состоит из нескольких металлических частей, резиновых прокладок и фильтрующего элемента. Примерные массовые доли составляющих фильтр деталей таковы: металлическая основа – 390 г; картонная основа – 115 г; резиновая основа – 9 г. В использованном фильтре отработанного масла – 350 мл [4]. Сложив все полезные ресурсы, содержащиеся в 50 миллионах масляных фильтров со всей России, получим: металла – 19,5 тыс. т; отработанного масла – 17,5 тыс. м³; резины – 45 т. Средняя рыночная цена за 1 кг черного металла – 10 рублей, 1 литр отработанного масла – 10 рублей. Таким образом, экономический эффект, который может быть достигнут при переработке всех использованных за один год в России масляных фильтров, составит 370 миллионов рублей.

Отработанные масла относятся ко 2-му классу опасности веществ (вещества высоко опасные) и подлежат обязательной утилизации. При попадании отработанного масла в водоем на поверхности воды образуется пленка, которая препятствует поступлению в воду кислорода и солнечного света. Это затрудняет процесс фотосинтеза и сокращает жизнь растений и животных, обитающих в воде. Значительные дефекты могут появиться у пресноводных видов рыб в воде, где концентрация масла составляет 0,00031 %, и у морских видов – при концентрации масла всего 0,000001 %! Неправильное обращение с отработанным маслом может сказаться на здоровье людей. Большая часть отработанного масла содержит небольшие количества веществ, способных при вдыхании или проглатывании вызвать рак и другие проблемы со здоровьем [5]. Использованные масляные фильтры, выброшенные на свалку, со временем корродируют, и остатки отработанного масла из них попадают в почву, оказывая негативное воздействие на окружающую среду и здоровье людей, которые

в этой среде обитают. Во избежание отрицательного воздействия на природу и здоровье человека, становится очевидна обязательная утилизация использованных масляных фильтров. В этом заключается экологический эффект от правильной утилизации.

Первый способ утилизации – спрессовка фильтра на месте проведения ТО. Такой способ подходит для СТО и автосервисов, в которых достаточно часто производится замена моторного масла. Для спрессовки используется специальный станок, работающий от сети 220 В (рис. 1). Механик после замены фильтра помещает старый фильтр в станок, при спрессовывании из фильтра вытекают остатки отработанного масла в специальную емкость, из которой оно потом переливается в более большие тары для последующей продажи утилизирующим компаниям. Спрессованный фильтр работник автосервиса помещает в емкость для хранения металлолома. Спрессованный фильтр занимает в 3-4 раза меньше места, чем обычный, и из него не вытекает отработанное масло. Преимущество этого способа заключается в удобстве его внедрения: каждая СТО может приобрести такой станок и использовать его, учитывая еще и экономическую выгоду, которая будет получена в результате его эксплуатации. При стоимости станка 20 т.р. средних размеров СТО с тремя подъемниками окупит станок за один год. Недостаток заключается в отсутствии на рынке ассортимента таких станков.



Рис. 1. Станок для спрессовки масляных фильтров

Второй способ утилизации – централизованная переработка фильтров. Такой способ применяется в США. Автосервисы собирают использованные фильтры в специальных емкостях (200-литровых бочках), потом специализирующаяся на переработке масляных фильтров организация занимается покупкой и вывозом заполненных емкостей. Фильтры высыпаются на специальную сетчатую площадку, где хранятся до начала их переработки. Конструкция площадки позволяет собирать вытекающее из фильтров отработанное масло. Сначала фильтра спрессовываются в небольшие брикеты, часть отработанного масла из них выдавливается. Далее эти брикеты на специальном поддоне помещаются в большую печь, нагреваются до определенной температуры, за счет чего масло в фильтрах разжижается и вытекает в поддон (рис. 2). Потом температура в печи поднимается выше 1000 градусов по Цельсию, остатки отработанного масла, примеси в нём, фильтрующий элемент и резиновые прокладки сгорают, и на выходе из печи получают брикеты обожженного металла – скрапа, без посторонних включений, которые сдаются в металлолом. Преимущество этого метода заключается в его универсальности: любые масляные фильтры из любых источников (автосервисы, гаражи, специальные пункты по сбору фильтров) могут быть переработаны. Недостаток данного метода заключается в отсутствии такой технологии переработки в нашей стране. Также, качество металла после термической обработки ухудшается, что отражается на его цене.

Третий способ утилизации – дробление фильтров. Дробление происходит в специальных shredders-измельчителях (рис. 3), в которые засыпаются масляные фильтры, измельчаются, и на выходе раздробленные куски фильтров попадают на конвейерную ленту, на которой магнитом выделяются металлические включения, а оставшиеся части сортируются вручную. Такой способ позволяет эффективно перерабатывать большое количество фильтров, но предъявляет высокие требования к измельчительной установке, которая должна быть способна измельчать цельнометаллические фильтры на фракции подходящего размера и собирать в специальную емкость отработанное масло. Также стоит добавить, что данный метод переработки применим только на крупных предприятиях, специализированно занимающихся скупкой и переработкой отработанных масляных фильтров.



Рис. 2. Брикеты масляных фильтров в печи



Рис. 3. Шреддер-измельчитель

Четвертый способ утилизации – «разборка» масляных фильтров. Так как фильтры изготавливаются цельнометаллические и их конструкция не предусматривает разборку на составляющие детали, то под словом «разборка» подразумевается разделение фильтров на части, путем разрезания корпуса на специальной установке (рис. 4). Установка представляет собой скобу (1) с установленным на ней режущим роликом (2) и регулировочную ручку (3) с двумя прижимными подвижными роликами (4) [4]. Данное оборудование позволяет «разобрать» фильтр на составные части, практически не повреждая их. В дальнейшем детали фильтра так же попадают на конвейерную ленту и сортируются. Недостатком данного способа является отсутствие автоматизации: каждый фильтр приходится вручную помещать в станок, и вручную проводить операцию разрезания, что малоэффективно для крупного производства. В то же время, применение подобного оборудования в автосервисах и СТО является неактуальным, так как при разборке фильтра образуется большое количество составных частей, последующая утилизация которых нерентабельна в условиях автосервиса. Более детально такой способ утилизации описан Бутовским М. Э. в статье «Утилизация автомобильных масляных фильтров» [4].

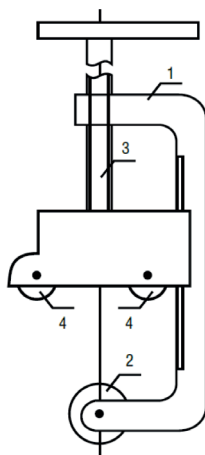


Рис. 4. Приспособление для разрезки масляных фильтров

Подводя итог, стоит сказать, что утилизация использованных автомобильных масляных фильтров возможна, при чем различными способами. Существуют средства как для утилизации фильтров в условиях предприятий, обслуживающих автомобили, так и на крупных производствах, специализирующихся именно на масштабной переработке использованных масляных фильтров. При грамотной утилизации фильтров будут достигнуты экономический и экологический эффекты, что будет выгодно как предпринимателям, так и природе, в которой мы живем.

Литература

1. Глазков В. Ф., Евтюков С. А., Мешечко Т. А., Сальников А. А. Надежный водитель: уверенность и безопасность. СПб, ИД «Петрополис». 2014. – 352 с.
2. АВТОСТАТ Аналитическое агентство – URL: <https://www.autostat.ru/news/37917/> (дата обращения: 2019-10-27)
3. АВТОСТАТ Аналитическое агентство – URL: <https://www.autostat.ru/news/31924/> (дата обращения: 2019-10-27)
4. Бутовский М. Э. Утилизация автомобильных масляных фильтров // Журнал Автомобильных Инженеров 2010 № 2 (61)
5. Environmental Regulations and Technology. Managing Used Motor Oil. — Washington: United States Environmental Protection Agency, 1994.

УДК 69.002.5

Анастасия Алексеевна Склярова,

магистр

Руслан Александрович Скляров,

магистр

Александр Павлович Щербakov,

магистр

(Санкт-Петербургский государственный
архитектурно-строительный университет)

E-mail: an.za4esova@yandex.ru,

rusik5925@yandex.ru,

shurbakov.aleksandr@yandex.ru

Ruslan Aleksandrovich Sklyarov,

master

Anastasia Alekseevna Sklyarova,

master

Aleksandr Pavlovich Scherbakov,

master

(Saint Petersburg State University
of Architecture and Civil Engineering)

E-mail: an.za4esova@yandex.ru,

rusik5925@yandex.ru,

shurbakov.aleksandr@yandex.ru

**КОМПЛЕКСНАЯ СИСТЕМА ОЦЕНКИ
ЭФФЕКТИВНОСТИ НТТМ
ПРИ БЕСТРАНШЕЙНОЙ РАЗРАБОТКЕ ГРУНТА**

**INTEGRATED SYSTEM FOR ESTIMATING NTTM
EFFICIENCY WHILE THE UNTORNEY DEVELOPMENT
OF SOIL**

В статье определено понятие эффективности. Разработана комплексная система показателей эффективности использования наземных транспортно-технологических машин (НТТМ), включающая в себя технико-экономические, эксплуатационные, конструктивные и технологические показатели. Дана характеристика каждого отдельно взятого показателя. Разработана схема комплексной системы показателей оценки эффективности использования НТТМ. Приведены результаты анализа эксплуатации НТТМ в различных организациях. Рассмотрена актуальность исследуемого направления на примере сравнения открытого и закрытого метода разработки грунта. Приведены основные отличия и преимущества бестраншейной технологии. Обоснован подход к подбору оптимального комплекта техники для производства работ.

Ключевые слова: эффективность, система показателей, бестраншейная разработка грунта, технология, открытый и закрытый способ, комплект машин.

The article defines the concept of effectiveness. A comprehensive system of performance indicators for the use of ground transportation and technological ve-

hicles (NTTM) was developed, which includes technical, economic, operational, structural and technological indicators. A characteristic of each individual indicator is given. A scheme of an integrated system of indicators for assessing the effectiveness of using NTTM has been developed. The results of the analysis of the operation of NTTM in various organizations are presented. The relevance of the studied direction is considered by the example of comparing the open and closed soil development method. The main differences and advantages of trenchless technology are given. The approach to the selection of the optimal set of equipment for work is grounded.

Keywords: efficiency, scorecard, trenchless soil development, technology, open and closed method, a set of machines.

Под эффективностью понимается наиболее общая определяющая характеристика системы, выражающая степень реализации целевого результата и составляющих его затрат.

Оценку эффективности наземных транспортно-технологических машин проводят, используя комплекс показателей, среди которых выделяют технико-экономические, эксплуатационные, конструктивные и технологические показатели (рисунок) [1-3].

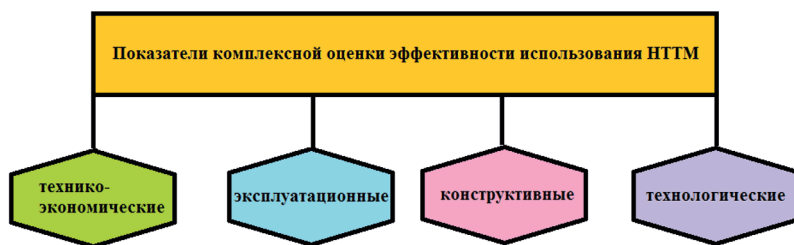


Схема комплексной системы показателей оценки эффективности использования NTTM

В каждой группе показателей выделяются несколько основных параметров, по которым в дальнейшем проводится оценка эффективности (табл. 1. – табл. 4).

Таблица 1

**Технико-экономические показатели оценки
эффективности использования НТТМ**

Расчетный показатель		Характеристика
Производительность	Конструкторско-расчетная	Максимально возможная производительность, напрямую зависящая от конструктивных особенностей рабочего оборудования. Определяется для конкретных условий эксплуатации, при номинальной нагрузке, правильной организации работы с учетом тех. паспорта и заданных ранее условий
	Техническая	Производительность, рассчитанная для конкретных условий работы, с учетом конструктивных качеств машины и квалификации машиниста
	Эксплуатационная	Производительность, учитывающая потери рабочего времени НТТМ на протяжении определенного периода (смены, сезона, и др)
	Годовая эксплуатационная	Среднегодовые нормы, определенные директивными показателями выработки по отдельным регионам, министерствам и ведомствам на основе среднепрогрессивных норм
Использование машины	Использование по времени	Интенсивность эксплуатации машины на определенном отрезке времени
	Коэффициент эффективности использования	Зачастую для оценки применяется коэффициент эксплуатации машины по производительности
Характеристика работы	Коэффициент механизации работ	Вычисляется через отношение объема работ, которые выполнены механизированным способом, к общему объему выполняемых работ
	Выработка на одного рабочего	Основной индикатор эффективной эксплуатации НТТМ и качества организации производственных работ, выражающийся отношением произведенной продукции к общему числу рабочих

Окончание таблицы 1

Расчетный показатель	Характеристика
Приведенные затраты на производство единицы продукции	Определяют необходимые объемы ресурсов, требуемые для реализации единицы продукции
Критерий оценки эффективности НТТМ	Показатель отношения транспортной производительности к соответствующей мощности (мощности двигателя)

Таблица 2

**Эксплуатационные показатели оценки
эффективности использования НТТМ**

Расчетный показатель	Характеристика	
По отношению к водителю (оператору)	Эргономичность	НТТМ должна удовлетворять антропометрическим, психологическим, физиологическим, гигиеническим потребностям оператора
	Безопасность	НТТМ должна отвечать требованиям активной, пассивной, послеаварийной безопасности, а также работе в чрезвычайных ситуациях
По отношению к перемещению	Мобильность	Способность к быстрому передвижению, действию
	Проходимость	Способность передвигаться по дорогам низкого качества и вне дорожной сети, а также — преодолевать искусственные и естественные препятствия
	Транспортability	Габаритные размеры машины должны обеспечивать ее транспортировку без разборки
По отношению к выполняемым функциям	Универсальность	Многоцелевой критерий использования НТТМ, выражающий способность к выполнению нескольких операций
	Типоразмерность	НТТМ должна удовлетворять требованиям выполняемых работ и организации производства, для которых она предназначена, обеспечивать эффективную эксплуатацию в едином технологическом контуре с прочей техникой, отвечать требованиям экономически оправданного типоразмерного ряда

Таблица 3

Конструктивные показатели оценки эффективности использования НТТМ

Расчетный показатель		Характеристика
Надежность	Ремонтопригодность	Свойство НТТМ которое заключается в возможности предупреждать и обнаруживать причины возникновения отказов, повреждений и устранять их последствия в процессе проведения ТО и ремонта
	Долговечность	Свойство НТТМ непрерывно сохранять работоспособное состояние до наступления предельного состояния в рамках установленного ТО и ремонта
Надежность	Безотказность	Свойство НТТМ непрерывно сохранять работоспособное состояние на протяжении некоторого времени (наработки)
	Сохраняемость	Свойство НТТМ сохранять значения показателей безотказности, долговечности и ремонтпригодности в течение и после хранения или транспортирования
Работоспособность		Состояние НТТМ, при котором должны выполняться заданные функции с параметрами в пределах, которые определены для нее технической документацией
Система стандартизации		Оснащенность техники стандартизованными, оригинальными и унифицированными деталями

Таблица 4

Технологические показатели оценки эффективности использования НТТМ

Расчетный показатель	Характеристика
Время выполнения работ	Зависит от технических возможностей НТТМ, ее технической оснащенности
Площадь повреждения территории	При условии проведения работ в городской среде

Анализ эксплуатации НТТМ в различных строительных и дорожных организациях г. Санкт-Петербурга и Ленинградской области выявил относительно низкие показатели эффективности использования машин. Например, простои техники достигают 30% всего фонда рабочего времени [4]. Стоит отметить, что подобная ситуация наблюдается не только в организациях с долей машин с истекшим сроком годности 90% от общего числа парка, но и в организациях с молодым и современным парком техники. Низкий уровень эффективности использования НТТМ ведет как к росту материальных затрат, так и к снижению уровня надежности транспорта, что в общем оказывает отрицательное влияние на экономику и развитие организации в частности и города в целом.

Особое внимание следует уделить перспективному направлению в области разработки грунта – бестраншейной прокладке подземных коммуникаций. Основное отличие от технологии открытого способа – использование специальной техники (например, многофункциональной установки горизонтально направленного бурения – МУГНБ), позволяющей проводить работы без вскапывания траншеи [5-6].

Переход на новую технологию ведет за собой использование меньшего количества техники, сокращение ручного труда, повышение механизации проведения работ. Изменение указанных параметров влечет как повышение эффективности использования техники (рост показателей универсальности, производительности, мобильно-

сти и т. д.), так и повышение эффективности производства работ в целом (сокращение времени производства работ, площади повреждения территории, материальных затрат на дополнительные операции: рытье траншеи, вывоз и хранение грунта, восстановление грунта).

Стоит отметить, что система показателей оценки эффективности НТТМ может быть использована при подборе оптимального комплекта техники для проведения работ. В процессе выбора НТТМ для конкретных объектов большое значение имеет как фактор эффективности использования самих машин, так и фактор повышения на этой основе результативности всего производства [7].

Таким образом, указанные выше обстоятельства обуславливают актуальность темы исследования, которая посвящена изучению, обобщению и совершенствованию системы комплексной оценки показателей эффективности использования НТТМ, в частности при бестраншейной разработке грунта.

Литература

1. Репин С. В., Евтюков С. С., Зазыкин А. В. Надежность и эффективность транспортно-технологических машин. – СПб.: Издательский дом «Петрополис», 2015. – 84 с.
2. Евтюков С. А., Евтюков С. С., Чудаков А. В., Куракина Е. В. Наземные транспортно-технологические машины и комплексы / Монография, под общ. ред. С. А. Евтюкова. Издательский дом «Петрополис», СПб., 2016. – 504 с.
3. Куракина Е. В. Эффективность использования наземных транспортно-технологических машин // Вестник гражданских инженеров СПбГАСУ № 3 (56). – 2016. – С. 203–208.
4. Репин С. В. Методология совершенствования эксплуатации строительных машин: монография // СПбГАСУ.- СПб., 2005. – 164 с.
5. Скляров Р.А., Склярова А.А., Куракина Е.В. Комплексная механизация работ технологии бестраншейной прокладки инженерных коммуникаций // Вестник гражданских инженеров СПбГАСУ № 6 (71). – 2018. – С. 163–168.
6. Куракина Е. В. Повышение эффективности наземных транспортно-технологических машин в зимних условиях // Вестник гражданских инженеров. СПбГАСУ № 2 (61). – 2017. – С. 205–212.
7. Куракина Е. В., Склярова А. А. Обоснование выбора комплекта технологических машин при технологии ГНБ // Мир транспорта и технологических машин. № 3 (66). – 2019. – С. 34–43.

УДК 37.15.188

Арсений Петрович Степанов,

магистр,

Александр Андреевич Алёхин,

магистр,

Анна Александровна Иванова,

магистр

(Санкт-Петербургский государственный
архитектурно-строительный университет)

E-mail: arsentystepanov@gmail.com,

aalleehhiinn.ssaassshaa@gmail.com

Arsenii Petrovich Stepanov,

master

Aleksandr Andreevich Alekhin,

master,

Anna Alexandrovna Ivanova,

master

(Saint Petersburg State University
of Architecture and Civil Engineering)

E-mail: arsentystepanov@gmail.com,

aalleehhiinn.ssaassshaa@gmail.com

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ КОНСТРУКЦИИ РАБОЧЕГО ОРГАНА БУЛЬДОЗЕРА

IMPROVEMENT OF THE DESIGN OF THE WORKING BODY OF THE BULLDOZER

Рассмотрено рабочее оборудование бульдозера, проведен анализ актуальности темы, рассмотрена проблематика и изобретена полезная модель нового механизма поворотного отвала, для повышения эффективности работы бульдозера.

Ключевые слова: бульдозер, отвал, поворотные открывки, механизм.

The working equipment of the bulldozer was considered, an analysis of the relevance of the topic, the issues was carried out, and a useful model of a new mechanism for the rotary blade was invented to increase the efficiency of the bulldozer.

Keywords: bulldozer, blade, rotary openers, mechanism.

Описание

С каждым годом в России увеличиваются объемы строительных работ – растут темпы жилищного строительства. По статистическим данным, собранным за 2003-2018 г. объемы строительства жилых и нежилых зданий и сооружений интенсивно растут. По статистике, доступной за 2018 год, объем сдаваемых в эксплуатацию зданий вырос в 1,5 раза по сравнению с данными, доступными за 2013 г. График можно увидеть на Рис.1.

Интенсивное развитие дорожного и жилищного строительства требует проведения земляных работ большого объема, для выполне-

ния которых используются соответствующие машины, в том числе и бульдозеры, так как они являются одной из основных видов техники, используемой в строительстве.

На сегодняшний день, несмотря на большое разнообразие бульдозеров по назначению и виду выполняемых работ, постоянно ведутся качественные изменения их рабочего оборудования, направленные на улучшение производительности и снижение энергоемкости процесса копания грунта, посредством внедрения и создания новых технически рациональных решений.

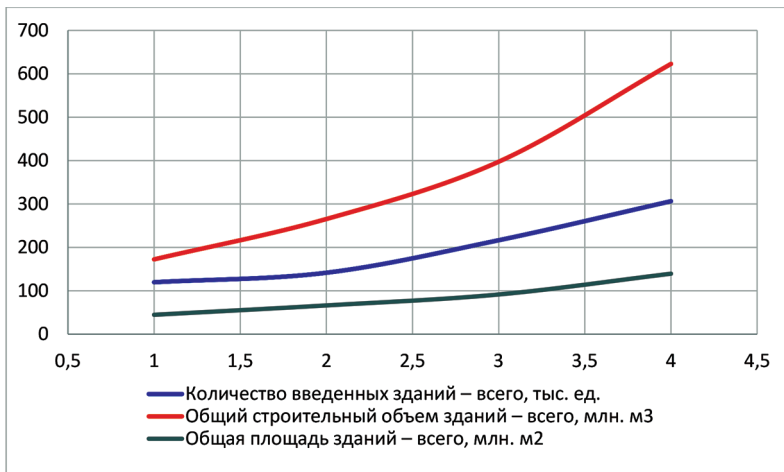


Рис. 1. График прогресса сдачи зданий в эксплуатацию в 2013–2018 г.

Наряду с другими недостатками конструкции бульдозерного отвала является его недостаточная универсальность. Для планирования и копания используются разные бульдозеры с разными размерами отвалов. Мной были произведены необходимые расчеты и анализ конструкции, для создания конструкции повышающей эффективность работы бульдозера.

В проведенной мной работе для увеличения эффективности разработки грунта сущность технического решения заключается в том, что в рабочем органе бульдозера, включающем отвал с боковыми от-

крылками, рычажную систему поворота открывков и силовые гидроцилиндры, открывки установлены с возможностью вертикального перемещения: вниз при переводе в рабочее положение; и вверх – при возврате в нерабочее положение. Для этого шарнир поворота открывков снабжен втулками, имеющими винтовые пазы, закрепленными на боковине отвала, а открывки установлены на оси, вращающейся внутри втулок и снабженной гидроцилиндром, закрепленным на кронштейне, который через шарнир с тремя степенями свободы поднимает и опускает ось в зависимости от нужного положения. Силовые гидроцилиндры поворота открывков закреплены по бокам отвала.

Изобретение поясняется чертежами, где на Рис. 1 изображен описываемый рабочий орган в плане в рабочем положении; на Рис. 2 рабочий орган в плане в транспортном положении;

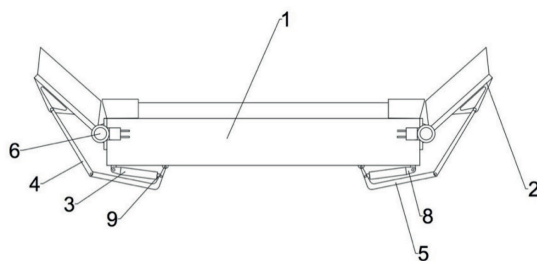


Рис. 2. Рабочее положение

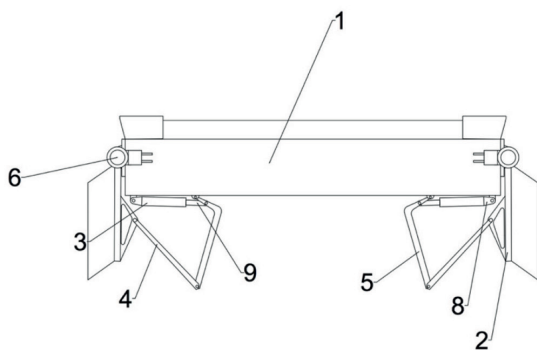


Рис. 3. Отвал со сложенными боковыми открывками

Рабочий орган бульдозера включает в себя отвал 1 с боковыми открывками 2, соединенными с силовым цилиндром 3, рычагами 4 и 5, соединенными между собой шарнирно. Рычаг 4 одним концом шарнирно соединен с элементом усиления открывка 7, а другим – с рычагом 5. Рычаг 5 имеет изогнутую форму и одним концом шарнирно соединен с рычагом 4, а другим – с тыльной поверхностью отвала 1. В месте изгиба левый рычаг 5 шарнирно соединен со штоком 9, силового гидроцилиндра 3. Открывок 2 соединен с отвалом посредством петель с подъемной осью вращения 13, шарнирно закрепленной с гидроцилиндром 6.

На Рис. 3 представлен кронштейн 12, являющийся частью механизма подъема открывков. Гидроцилиндр 6 удерживается кронштейном 12 с помощью муфт 10 и 16, на конце штока гидроцилиндра 6 закреплен поворотный шарнир 11 имеющий 3 степени свободы, позволяющий при складывании открывков 2 оставлять последние в поднятом положении, к шарниру 11 жестко закреплена ось вращения 13, имеющая три сквозных отверстия по типу отверстия под номером 14.

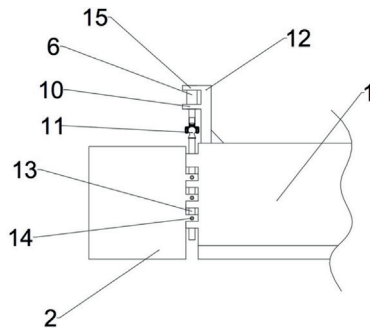


Рис. 4. Приближенный вид механизма подъема открывков (опущенные открывки)

На Рис. 5 представлено поднятое положение открывков.

Рабочий орган бульдозера работает следующим образом:

В нерабочем положении открывки 2 повернуты назад и прижаты к боковинам отвала 1. При этом шток 9 силового гидроцилиндра 3 втянут.

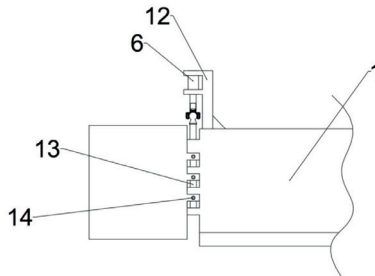


Рис. 5. Приближенный вид механизма подъема открылков
(поднятые открылки)

Для перевода открылков 2 в рабочее положение шток 9 гидроцилиндра 3 выдвигается и посредством рычагов 5 и 4 поворачивает открылки 2. При этом вращается поворотная ось 13. При поднятии открылков шток гидроцилиндра 6, закрепленного на кронштейне 12 муфтами 10 и 16 втягивается, поднимая за собой через шарнирное соединение с тремя степенями свободы 11 ось вращения 13 закрепленную в проушинах открылков 2 посредством болтового соединения 14. Открылки подняты.

Результат

Полезная модель относится к машинам для копания, планировки и послойной резки грунта и может быть использована как в строительстве, так и в сельском хозяйстве.

Исходя из произведённых технико-экономических расчётов стоимость разработки одного кубического метра материала будет составлять 8,03 рублей в заданных условиях. Подтверждается экономическая целесообразность.

Применение новой спроектированной техники позволяет увеличить производительность и соответственно тем самым снизить удельные приведенные затраты.

Годовой экономический эффект от использования новой техники превышает экономический эффект от использования имеющейся на 660135 рублей, что говорит о целесообразности разработки.

При ориентировочной стоимости работ по модернизации, суммой 500000 рублей, бульдозер номинальной стоимостью в 6700000 руб-

лей окупится примерно за 3,6 года. В цену машины сразу учтен процент на наработки.

Литература

1. Машины для земляных работ / Под ред. Гаркави Н. Г. – М.: Высшая школа. – 1982
2. Бромберг А.А. и др. Машины для земляных работ, Атлас конструкций. Учебное пособие. Изд.3-е, переработанное и дополненное, М., «Машиностроение», 1968. – 136 с.
3. Добронравов С.С., Строительные машины и оборудование: Справочник. 2-е изд., перераб. и доп. М.: Высш. шк., 2006. – 445 с.: ил.
4. Репин С. В., Зазыкин А. В. Машины для земляных работ: учебное пособие по изучению дисциплины «Машины для земляных работ» для студентов заочной формы обучения специальности 190205 – подъемно-транспортные, строительные, дорожные машины и оборудование / СПб. гос. архит. – строит. ун-т. – СПб., 2007. – 81 с.
5. Машины для земляных работ / Под ред. Гаркави Н. Г. – М.: Высшая школа. – 1982

УДК 620

Александр Васильевич Фыков,

магистр

Егений Николаевич Пустохин,

магистр

Сергей Борисович Орлов,

магистр

(Санкт-Петербургский государственный
архитектурно-строительный университет)

E-mail: *alexandr.fykov@gmail.com,*

kputukal1@rambler.ru

Alexandr Vasilevic Fykov,

master

Evgeny Nikolaevich Pustokhin,

master

Sergey Borisovich Orlov,

master

(Saint Petersburg State University
of Architecture and Civil Engineering)

E-mail: *alexandr.fykov@gmail.com,*

kputukal1@rambler.ru

ИССЛЕДОВАНИЕ ТРИБОТЕХНИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ТРАНСМИССИОННЫХ МАСЕЛ, ПРЕДСТАВЛЕННЫХ В РОЗНИЧНОЙ СЕТИ ЛЕНИНГРАДСКОЙ ОБЛАСТИ

STUDY OF TRIBOLOGICAL PROPERTIES OF GEAR OILS PRESENTED IN THE RETAIL NETWORK OF THE LENINGRAD REGION

Надежность и долговечность любого транспортного средства и технологического оборудования определяется работоспособностью трансмиссии, обеспечивающей передачу вращательного движения с помощью зубчатых передач на колеса. Работа зубчатых передач и подшипников качения, агрегатов трансмиссии протекает в тяжелых условиях: большой диапазон температур, высокие контактные давления и ударные нагрузки в условиях преобладающего граничного трения, важность выполнения трансмиссионным маслом своих функций в таких условиях переоценить трудно.

Ключевые слова: масла, трансмиссия, триботехнические свойства, вязкость, жидкость.

The reliability and durability of any vehicle and technological equipment is determined by the operability of the transmission, which ensures the transmission of rotational motion with gears to the wheels. The operation of gears and rolling bearings, transmission units proceeds under difficult conditions: a wide temperature range, high contact pressures and shock loads in the conditions of prevailing boundary friction, the importance of transmission oil performing its functions under such conditions is difficult to overestimate.

Keywords: oils, transmission, tribotechnical properties, viscosity, fluid.

Из-за больших нагрузок, характерных для современных трансмиссий, они работают в режимах либо эластогидродинамической, либо граничной смазки. Граничный режим смазки также имеет место во всех зубчатых передачах при их пуске и остановке независимо от режима смазки при установившемся движении. Он сопровождается повышенным износом поверхностей трения.

Наиболее важными и определяющими функциями для трансмиссионных масел являются противоизносные и антифрикционные. Для обеспечения нормальной работы передач масла состоят из базовых масел, отличающихся повышенными смазочными и определенными вязкостными свойствами с добавлением тщательно подобранного комплекса присадок.

С помощью установки будет имитироваться трение в промежуточных подшипниках валов, а именно между шариком и внутренним кольцом и дорожкой качения. Проведение испытания возможно только тогда, когда речь идет о подшипниках открытого типа. Так же возможно имитировать нагрузки, которые испытывает масляная пленка в зоне контакта зубьев шестерен. В отличие от гидродинамического режима смазки подшипников режим смазки зубчатых передач – прерывистый. В трансмиссиях наблюдается все три режима смазки: гидродинамический, контактно-гидродинамический и граничный.

Описание экспериментальной установки

Износостойкость трансмиссионного масла является одним из не мало важных показателей при эксплуатации автомобиля. И именно этот показатель определяет насколько коробка передач будет защищена от избыточного трения и как следствия износа. Поскольку трансмиссионное масло на современных автомобилях заливается на весь срок службы работы агрегата этот параметр становится еще более значимым.

Задача исследования состояла в определении показателя износостойкости образцов трансмиссионного масла и сравнения их друг с другом.



Рис. 1. Экспериментальная установка

1 – динамометрический ключ (красная шкала (кг); черная шкала (Н); предел измерения до 180 Н или 18 кг); 2 – амперметр (цена деления шкалы 0.1 Ампера; предел измерения 10 Ампер); 3 – электродвигатель; 4 – ванна для исследуемых образцов; 5 – контрообразец

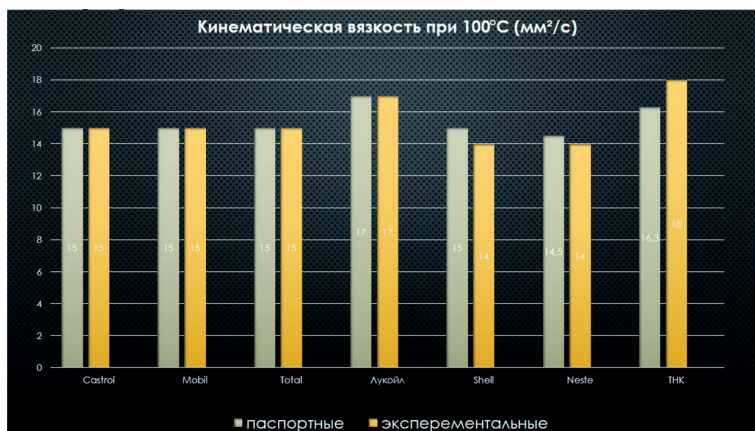


Рис. 2. Кинетическая вязкость

Литература

1. Асеев Н. В. Износостойкость сопрягающихся деталей механического оборудования наземных транспортных систем / Н. В. Асеев, Е.Н. Асеева, Э. Ф. Крейчи, М. М. Матлин. – Волгоград, РПК «Политехник», 2000 г. – 99 с.
2. Багмутов В. П. Изнашивание деталей узлов трения наземных транспортных средств: учебное пособие / В. П. Багмутов, А. Н. Савкин, С. Н. Паршев; ВолгГТУ. – Волгоград, 2011. – 56 с.
3. Беркович И. И., Громаковский Д. Г. Трибология / И. И. Беркович, Д. Г. Громаковский. – Самара, СамГТУ, 2000 г. – 268 с.
4. Бонер Ч. Дж. Редукторные и трансмиссионные масла / Ч. Дж. Бонер. – М.: Издательство «Химия», 1967 г. – 540 с.

УДК 625.76.08

*Артём Аликович Янгуразов, магистр
Диана Алексеевна Глушкова, магистр
Денис Юрьевич Сиволобов, магистр
(Санкт-Петербургский государственный
архитектурно-строительный университет)
E-mail: yangurazov.artyom@gmail.ru*

*Artyom Alikovich Yangurazov, master
Diana Alekseevna Glushkova, master
Denis Yuryevich Sivolobov, master
(Saint Petersburg State University
of Architecture and Civil Engineering)
E-mail: yangurazov.artyom@gmail.ru*

**РЕКОНСТРУКЦИЯ ЭКСПЛУАТАЦИОННОЙ БАЗЫ
КОММУНАЛЬНЫХ МАШИН ДЛЯ СОДЕРЖАНИЯ
И РЕМОНТА ДОРОГ**

**RECONSTRUCTION OF THE OPERATIONAL DATABASE
OF THE MUNICIPAL MACHINES FOR THE MAINTENANCE
AND REPAIR OF ROADS**

Статья посвящена вопросу усовершенствования эксплуатационной базы, обслуживающей коммунальные машины, занимающиеся содержанием и ремонтом дорог. Возрастающие темпы развития транспорта, повышение интенсивности движения, увеличение грузоподъемности транспортных средств и скорости движения автомобилей приводят к повышению требований содержания и ремонта дорог. Автор говорит о необходимости эксплуатационных баз, ее видах и устройстве. Особое внимание уделено передвижным средствам, которые осуществляют техническое обслуживание и ремонтные работы. Автор предлагает использование топливомаслозаправочной мобильной техники на базе различных транспортных средств. А также рекомендуется программно-аппаратный комплекс, предназначенный для автоматизации процесса отпуска топлива потребителю. Данное оборудование позволяет обеспечить высокие технико-экономические показатели.

Ключевые слова: эксплуатационная база, содержание дорог, коммунальные машины, модернизация, топливомаслозаправщик, автоматизация.

The article is devoted to the issue of improving the operational base serving utility vehicles involved in road maintenance and repair. The increasing pace of development of transport, increasing traffic, increasing the carrying capacity of vehicles and vehicle speeds increase the requirements for road maintenance and repair. The author talks about the need for operational bases, its types and design. Particular attention is paid to vehicles that carry out maintenance and repair work. The author suggests the use of fuel and oil mobile equipment based on various vehicles. It is

also recommended that a hardware and software complex designed to automate the process of dispensing fuel to the consumer. This equipment allows to provide high technical and economic indicators.

Keywords: operational base, road maintenance, utility vehicles, modernization, fuel and oil tanker, automation.

Под действием совокупности таких факторов, как автомобильный транспорт, температурный режим и атмосферные осадки дорожное полотно разрушается: происходит изнашивание покрытия дорог, образуются трещины, изломы, выбоины, наплывы. В разные периоды года на дорогах образуются грязь, пыль, снег, наледь – всё это необходимо своевременно удалять. Движение автотранспорта по неровной сопровождается динамическими ударами и дополнительными колебаниями, что ускоряет изнашивание и разрушение дорожного покрытия. Кроме того, возрастающие темпы развития транспорта, повышение интенсивности движения, увеличение грузоподъемности транспортных средств и скоростей движения автомобилей приводят к повышению требований содержания и ремонта дорог.

При своевременном обслуживании сохраняются эксплуатационные качества покрытий, снижаются затраты на ремонтные и восстановительные работы, а также сокращаются причины дорожно-транспортных происшествий на дорогах. Поэтому необходимо уделять достаточное внимание типу коммунальных машин для содержания и ремонта дорог, а также эксплуатационным базам, на которых они обслуживаются.

Данная специализированная техника осуществляет уход за дорожными покрытиями, обочинами, кюветами, дорожными сооружениями, т.е. обеспечивает поддержание их в надлежащем состоянии и чистоте. Обслуживание дорог необходимо проводить в течение всего года; в мероприятия по обслуживанию входит: озеленение, окашивание полосы отвода, восстановление кюветов и дренажных систем, укрепление откосов насыпей и выемок, мочные и подметательно-уборочные работы, исправление мелких повреждений и текущий ремонт, улучшение эксплуатационных качеств дорожного покрытия и многое другое.

С учетом увеличения численности транспортных средств и количества автомобильных дорог, которые необходимо содержать и обслужи-

вать, появляется потребность в увеличении парка коммунальных машин, а, следовательно, расширение и обновлении эксплуатационной базы.

Эксплуатационные базы созданы для проведения технического обслуживания и текущего ремонта специализированной техники. Они представляют собой комплекс зданий и материально-технических средств, предназначенных для подготовки к эксплуатации и обеспечению работоспособности машин.

В сочетании со стационарными эксплуатационными базами для технического обслуживания и ремонта применяют передвижные средства, представляющие собой сложные конструкции, каждая из которых состоит из транспортного средства и набора оборудования, приспособлений, приборов и инструмента, обеспечивающих выполнение всего комплекса работ, для которых оно предназначено.

Передвижное средство, с помощью которого осуществляют дозаправку и заправку машин топливно-смазочными материалами на месте их применения, называют топливомаслозаправщиком.

В настоящее время используется топливомаслозаправочная мобильная техника на шасси грузовых автомобилей и пикапов, шарнирно-сочлененных автомобилей и тракторов, гусеничной техники, на базе полуприцепов и прицепов, а также переносная – на раме, полостях и в контейнерах.

Устройство заправочных установок может быть, как простым, для заправки бензином или дизельным топливом, так и multifunctional: производят мойку техники, отвод отработанных жидкостей, заправку топлива и новых технических жидкостей, а также приспособлены для выполнения работ по техническому обслуживанию машин.

К примеру, для модернизации эксплуатационных баз можно использовать передовое оборудование: систему полного контроля перевозки топлива в топливозаправщике, начиная от налива топлива на нефтебазе и заканчивая выгрузкой в хранилище или заправкой техники потребителя.

В отсеки автоцистерны устанавливаются взрывозащищенные датчики уровня топлива, подключенные к прибору для мониторинга, находящемуся в кабине, который в режиме онлайн по каналу GPRS через антенну ГЛОНАСС/ GPS/ GSM передает данные о фактическом

уровне топлива на сервер мониторинга. Опционально возможна установка крышки люка горловины цистерны со встроенным датчиком положения, который зафиксировывает время и место открытия/ закрытия люка. В случае установки оборудования на полуприцеп-топливозаправщик прибор для мониторинга помещается в специальный металлический шкаф на шасси полуприцепа. Тарировка датчиков позволяет добиться погрешности при определении уровня топлива в 1–3 %.

А также предлагается программно-аппаратный комплекс, предназначенный для автоматизации процесса отпуска топлива потребителю. Устройство располагается в кабине топливозаправщика. Автоматизированный процесс отпуска топлива и соблюдения требований безопасности позволяет повысить эффективность и качество обслуживания.

Данная система предназначена для:

- контроля состояния оборудования, занятого в процессе отпуска топлива;
- контроль географического положения топливомаслозаправщика;
- ведение и сохранение маршрута передвижения;
- обеспечение сохранности нефтепродуктов и противодействие попыткам мошенничества и хищения их.

Таким образом, использование данного оборудования позволяет обеспечить высокие технико-экономические показатели работы оборудования за счет автоматизации процессов, а также уменьшить эксплуатационные технологические и трудовые затраты за счет минимизации потерь. Помимо этого, возможно увеличение эффективности учета топлива, а также обеспечение экономической безопасности путем предотвращения хищения и несанкционированного отпуска топлива.

Литература

1. Алексеев П. Д. Проектирование эксплуатационной базы машинного парка строительной организации: Учебное пособие, СПб, 1993, 49 с.
2. Дептеринский Л. В. Проектирование авторемонтных предприятий, М., 1981.
3. Мобильная топливозаправочная техника. URL: <https://os1.ru/article/20603-mobilnaya-toplivomaslozapravochnaya-tehnika> (дата обращения: 26.10.2019).
4. Ремонтно-эксплуатационная база. URL: <http://stroy-technics.ru/article/remontno-ekspluatatsionnaya-baza> (дата обращения: 25.10.2019).

СЕКЦИЯ ТЕХНИЧЕСКАЯ ЭКСПЛУАТАЦИЯ **АВТОТРАНСПОРТНЫХ СРЕДСТВ**

УДК 629.359

Полина Александровна Артемьева,
магистр
(Санкт-Петербургский государственный
архитектурно-строительный университет)
E-mail: artemeva.polina10@mail.ru

Polina Aleksandrovna Artemyeva,
master
(Saint Petersburg State University
of Architecture and Civil Engineering)
E-mail: artemeva.polina10@mail.ru

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ИНФРАСТРУКТУРЫ АВТОМОБИЛЬНОГО ТРАНСПОРТА ДЛЯ СОЗДАНИЯ УСЛОВИЙ ВНЕДРЕНИЯ КОММЕРЧЕСКИХ АВТОМОБИЛЕЙ НА ЭЛЕКТРОТЯГЕ

IMPROVEMENT OF INFRASTRUCTURE OF THE MOTOR TRANSPORT FOR CREATION OF CONDITIONS OF INTRODUCTION OF COMMERCIAL CARS ON ELECTRIC TRACTION

В статье рассказывается одна из возможных перспектив развития коммерческого автомобильного транспорта, которая подразумевает переход от загрязняющих окружающую среду автомобилей с двигателями внутреннего сгорания на автомобили с электротягой, с целью повышения экологической безопасности транспортных средств. Рассмотрены основные недостатки и преимущества перехода коммунальной техники (мусоровозов) на технику с электротягой с экономической выгодой.

Ключевые слова: автомобиль, электротяга, экономика, экология.

In article one of the possible prospects of development of the commercial motor transport which means transition from the cars polluting the environment with internal combustion engines on cars with electrical traction, for the purpose of increase in environmental safety of vehicles is told. The main disadvantages and advantages of transition of municipal vehicles (garbage trucks) to electric vehicles with economic benefits are considered.

Keywords: car, electrical traction, economy, ecology.

Тенденция мировых развитых стран заключается в том, что валовой внутренний продукт состоит из нескольких основных статей дохода любого государства. Значимую часть этих доходов во всех развитых странах формирует автомобильный кластер до 60 %. Из этих 60 % до 60 % валового внутреннего продукта формируется затратами на энергоресурсы, которые обеспечивают работу автомобильного транспорта. Задача всех мировых научных школ, технологических школ как можно в скором времени минимизировать данную затратную часть для обеспечения высоких экономических показателей и выравнивания экономической геополитической ситуации в мире. Одной из таких возможностей является внедрение автомобилей на электрической тяге. Ввиду разнообразности и возможности получения электрической энергии она обладает рядом преимуществ по сравнению с классической угле – водородной энергией.

Неразвитая инфраструктура это то, что рост числа продаж электромобилей опережает рост количества зарядочных станций. Разработка нормативно – правовой базы и базовых технологических решений: создание устройства для зарядки электромобиля. Заправочная станция одновременно должна включать в себя систему управления, разработку стандартов для производителей данных автомобилей, присоединение зарядных электростанций.

Высокая цена – основная проблема электромобилей, тормозящая распространение на территории РФ.

Ограниченная эксплуатационная сфера. Проанализировав режимы езды в крупных городах, становится ясно, что запаса хода в 200–300 км, рассчитанный в условиях эксплуатации автомобиля, будет недостаточно. Электроэнергия расходуется интенсивнее в постоянных пробках, при неустойчивом климате в стране, когда зимой необходим отопитель, летом – кондиционер, межсезонье – бесперебойная работа дворников. Кроме этого, автомобили на электротяге имеют другие недостатки: долгая окупаемость данного средства; отсутствие инфраструктуры; ячейка заряда подлежит замене при выходного из строя одного из элементов, снижение мощности батареи на 20 % и более через 5 лет эксплуатации; отключение одной из батареи невозможно. В скором времени будет рассматриваться вопрос о снижении времени окупаемости автомобилей на электротяге.

Стремление снизить эксплуатационные расходы подвигает автомобильный рынок страны к интенсивному развитию электротранспорта. Россия энергонезависима, генерирующие мощности значительно превышают внутренние потребности. Возможность перехода на электротягу потребует незамедлительную реконструкцию энерго-снабжающей сети. Для энергокомпаний есть свои плюсы: увеличение коэффициента загрузки структуры электрической сети за счет зарядки ночью, тем самым дополняя резервы дневного потребления.

Увеличение расходов на топливо и экологическая обстановка предлагает задуматься государственным компаниям (муниципальным перевозчикам и сектору ЖКХ) о переводе коммунальной техники на электротягу. Характерными признаками таких транспортных средств является ежедневная работа по заданным логистическим маршрутам с определенным количеством остановок.

Литература

1. Перспективы развития электротранспорта в России: технологические особенности создания зарядной инфраструктуры. URL: <http://www.mief-tek.com/818.php> (дата обращения: 28.03.2019).

УДК 62-592.5

Александр Сергеевич Афанасьев,
канд. воен. наук, профессор
Александр Сергеевич Рыбаков,
магистр
(Санкт-Петербургский горный
университет)
E-mail: a.s.afanasev@mail.ru,
SunoFisher@yandex.ru.

Alexander Sergeevich Afanasyev,
c.v.n., Professor
Alexander Sergeevich Rybakov,
master
(Saint Petersburg
Mining University)
E-mail: a.s.afanasev@mail.ru,
SunoFisher@yandex.ru

**ДИАГНОСТИРОВАНИЕ ПНЕВМАТИЧЕСКОГО
ТОРМОЗНОГО УПРАВЛЕНИЯ АВТОБУСОВ**

**DIAGNOSTICS OF PNEUMATIC BRAKING SYSTEM
OF BUSES**

Рассмотрены ежегодное количество дорожно-транспортных происшествий происходящих на территории Российской Федерации и их последствия, а также определения терминов техническая диагностика и диагностирование. Определено наибольшее количество подвижного состава автобусного парка № 2 СПб ГУП «Пассажиравтотранс». Произведен анализ отказов пневматической системы автобуса марки ЛиАЗ, и выявлено на каком механизме наибольшее число неисправностей. Дана краткая характеристика контуров пневматической тормозной системы. Рассмотрены способы диагностирования пневматической системы, используемые в автобусном парке № 2, и обозначены возможные направления устранения отказов.

Ключевые слова: автобус, тормозная система, пневматическая тормозная система, диагностирование, неисправность.

The annual number of road traffic accidents taking place in the territory of the Russian Federation and their consequences, as well as definitions of terms technical diagnostics and diagnostics are considered. The largest number of rolling stock of bus fleet No. 2 of SPb of "Passenger Transport" State University has been determined. The failures of the pneumatic system of the LiAZ bus were analyzed, and the largest number of faults was determined on which mechanism. Brief characteristic of pneumatic braking system circuits is given. Methods of pneumatic system diagnostics used in bus park No. 2 are considered, and possible directions of failure elimination are indicated.

Keywords: bus, braking system, pneumatic braking system, diagnosis, fault.

Автомобильный транспорт является самым массовым и самым опасным видом транспорта. Ежегодно на территории Российской Федерации происходит более 160 тысяч дорожно-транспортных происшествий (ДТП), в которых гибнет более 18 тысяч человек, получают ранения более 200 тысяч человек. Подавляющее большинство ДТП происходят либо при торможении автотранспортных средств (АТС), либо сопровождается торможением. Количество ДТП и тяжесть их последствий во многом зависят от технического состояния и эффективности работы тормозной системы АТС [1].

Контроль технического состояния АТС в условиях эксплуатации осуществляется при помощи методов технической диагностики, которые позволяют определять их техническое состояние и пригодность для эксплуатации на дорогах общего пользования [2].

Техническая диагностика – область знаний, изучающая признаки неисправностей технического объекта, методы, средства и алгоритмы, определения их технического состояния без разборки, а также технологии и организацию использования систем диагностирования в процессах эксплуатации этих объектов [3].

Диагностирование – процесс определения технического состояния объекта без его разборки по внешним признакам, путём измерения величин, характеризующих его состояние и сопоставления их с нормативами [3].

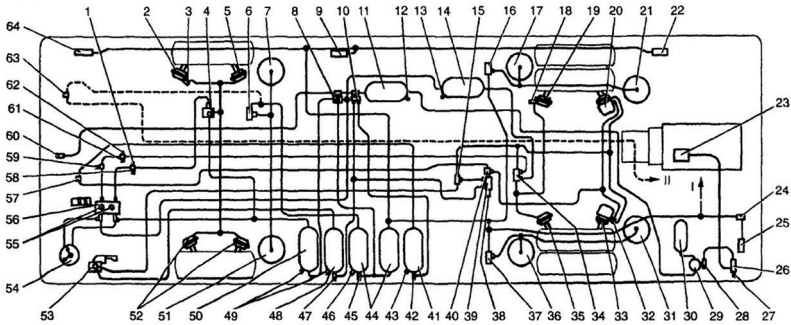
На примере автобусного парка №2 СПб ГУП «Пассажиравтотранс» выполнен анализ неисправностей пневматической системы автобусов и определены возможные направления поддержания их в работоспособном состоянии путём устранения отказов тормозного управления.

В автобусном парке № 2 эксплуатируется 381 автобус, рассмотрим основной марочный состав: ЛиАЗ – 204 шт.; НЕФА3 – 73 шт.; Volgabus – 63 шт.; МАЗ – 40 шт. и один Golden Dragon.

Анализ неисправностей тормозной управления выполнен на автобусах марки ЛиАЗ, так как в парке № 2 они имеют наибольшее представительство среди автобусов. Рассмотрим устройство и составные части пневматического управления автобусов данной марки.

Автобус оборудован пневматической системой, т. е. системой сжатого воздуха, получаемого от компрессора двигателя. Основным потребителем сжатого воздуха является пневматический привод тор-

мозгов, рассмотрим общее описание пневматической системы и схемы пневматического контура питания дополнительных потребителей изображённая на рисунке [4].



Пневмосистема автобуса (схема размещения): 1, 62 – датчики падения давления; 2, 5, 19, 35, 52 – тормозные камеры типа 12; 3, 18, 27, 32, 42, 45, 47, 55, 58, 59, 60 – клапаны контрольного вывода; 4, 34, 39 – ускорительные клапаны; 6, 16, 37 – регуляторы положения кузова; 7, 17, 21, 31, 36, 51 – пневмобаллоны подвески; 8 – тройной защитный клапан; 9, 22, 64 – механизмы открывания дверей; 10 – двойной защитный клапан; 11, 14, 41, 44, 48, 50 – баллоны; 12, 13, 38, 43, 46, 49 – датчики аварийного падения давления; 15, 40 – двухмагистральные клапаны; 20, 33 – тормозные камеры с энергоаккумулятором; 23 – компрессор двигателя; 24 – клапан включения муфты вентилятора; 25 – муфта вентилятора; 26 – разобщительный кран; 28 – регулятор давления; 29 – адсорбирующий влагоотделитель, 30 – регенерационный баллон; 53 – кран стояночного тормоза, 54 – двухстрелочный манометр; 56 – двухсекционный тормозной кран; 57 – кран аварийного растормаживания, 61 – датчик давления фирмы VOITH; 63 – кран включения моторного тормоза.

Пневматическое управление автобуса состоит из системы воздухообеспечения и пяти независимых контуров, отделённых друг от друга защитными клапанами [4]:

- контура привода рабочих тормозов задней оси (I);
- контура привода рабочих тормозов передней оси (II);
- контура привода стояночного (запасного) тормоза (IIIа);
- контура аварийного растормаживания стояночного тормоза (IIIб);
- контура питания дополнительных потребителей (IV).

Каждый контур действует независимо от других контуров.

Рассмотрим каждый из контуров подробнее:

Рабочая тормозная система предназначена для служебного и экстренного торможения автобуса до полной его остановки. Привод рабочей тормозной системы — пневматический, двухконтурный, раздельный для задних и передних колёс, включающий контуры (I) и (II). Приводится в действие ножной педалью, механически связанной с тормозным краном [4].

Стояночная тормозная система предназначена для затормаживания задних колёс во время стоянки автобуса. Стояночный тормоз приводится в действие поворотом рукоятки ручного крана, управляющего потоком сжатого воздуха в отдельном пневматическом контуре. При установке рукоятки в крайнее (верхнее) фиксированное положение воздух выпускается из-под диафрагм тормозных камер с энергоаккумулятором задних колёс, пружины энергоаккумуляторов разжимаются и прижимают тормозные колодки к барабанам. Если в результате повреждения произойдёт утечка воздуха из контура стояночной системы, задние колеса самопроизвольно затормозятся [4].

Запасная тормозная система обеспечивает торможение автобуса в случае полного или частичного отказа рабочей тормозной системы [4].

В качестве запасной тормозной системы используется стояночная, поскольку кран управления стояночным тормозом обеспечивает изменение интенсивности торможения в зависимости от положения его рукоятки. Однако эффективность торможения в любом случае невысока, так как тормозятся только задние колеса [4].

Система аварийного растормаживания предназначена для кратковременного растормаживания, если в результате неисправности произойдёт утечка воздуха из пневматического контура стояночной тормозной системы и задние колеса в результате разжатия пружин энергоаккумуляторов самопроизвольно затормозятся. Нажатием на кнопку крана аварийного растормаживания задействуют пневматический контур. Запас воздуха в контуре обеспечивает трёхкратное растормаживание, независимо от времени, в течение которого кнопку крана удерживают в нажатом положении [4].

Кроме пневматического привода, который используется для растормаживания, каждая камера с энергоаккумулятором имеет устройство для механического растормаживания, позволяющее разблокиро-

вать энергоаккумуляторы и растормозить задние колеса при отсутствии достаточного давления воздуха в пневматическом контуре.

Основными элементами дополнительных потребителей являются: пневмоцилиндры механизмов открытия дверей и пневмобаллоны подвески.

В результате анализа неисправностей пневматического управления в период времени с 01.09.2018 по 31.09.2019 года было выявлено свыше 1663 отказов, представленных в таблице. Наибольшее число из которых приходится на тормозную систему и составляет 865. Чаще всего отказы возникали в компрессоре, в не герметичности трубок тормозной системы и тормозных камер, а в зимний промежуток времени в неисправности механизма открывания дверей [5].

Таблица

Неисправности пневматической системы автобусов ЛиАЗ за год

Наименование	Число отказов, шт.	Основные элементы
Неисправность пневматического управления	443	Неисправность компрессора (223), утечка из ресиверов, не герметичность подводящих трубок ПВХ, трубок манометра, течь масла из трубок интеркулера, неисправность маслоотделителя, крана внешней подкачки воздуха, не герметичность воздушной трубки, утечка воздуха в моторном отсеке.
Конденсат в пневматическом управлении	38	Клапан, фильтра.
Неисправность тормозной системы	865	Тормозной кран, не герметичность трубок тормозной системы, трубок у ГМП, неисправность релейного клапана, клапана стояночного тормоза, защитного клапана, кран аварийного растормаживания, утечка воздуха из ТК переднего моста, утечка воздуха из ТК заднего моста, утечка воздуха из трубок РДВ, неисправность РДВ, крана ручного тормоза/стояночного тормоза, утечка трубок энергоаккумулятора, утечка у ускорительного клапана, модуль подготовки воздуха.

Окончание таблицы

Наименование	Число отказов, шт.	Основные элементы
Неисправность дверного механизма	270	Не герметичность трубопроводов, неисправность крана наружного открывания дверей, утечка воздуха из трубок механизма двери.
Неисправность пневматической подвески	47	Неисправность клапана управления подвеской, трубопроводов подачи воздуха.

Основными способами диагностирования пневматической системы перед выходом автобуса на линию в автобусном парке № 2. является – органолептического. Если с помощью данного способа была обнаружена неисправность, автобус снимается с линии и направляется на дополнительное диагностирование, проверку на роликовом тормозной стенде.

Таким образом, для повышения эффективности проведения работ по диагностированию необходимо заменить органолептический метод, который основан на определении качественных показателей с использованием органов чувств, на приборный. Требуется ввести техническое обслуживание пневматического компрессора по наработке, а также разработать регламент проведения диагностирования и последующей замены пневматических шлангов и тормозных камер.

Данные изменение позволит повысить уровень выявления отказов до выхода автобуса на линию, тем самым уменьшив затраты на транспортировку неисправного автобуса в парк или затраты на последствия ДТП.

В результате проделанной работы был произведён анализа отказов пневматического управления автобуса марки ЛиАЗ, выявлено наибольшее число неисправностей, приходящихся на тормозную систему. Рассмотрено диагностирование пневматического управления, используемого в автобусном парке №2 СПб ГУП «Пассажиравтотранс»

и обозначены возможные направления устранения отказов пневматической тормозной системы.

Литература

1. Основные показатели дорожной аварийности по итогам прошедшего года в Российской Федерации // Официальный сайт Министерства внутренних дел Российской Федерации © 2019, ГИБДД России: <https://гибдд.рф/news/item/15148>.
2. Технический регламент Таможенного союза 018/2011 «О безопасности колесных транспортных средств» – М.: Решение Комиссии Таможенного союза, 2011. 456 с.
3. Федотов А.И. Диагностика автомобиля: учебник для студентов вузов, обучающихся по направлению подготовки бакалавров и магистров «Эксплуатация транспортно-технологических машин и комплексов» Иркутск. ИрГТУ, 2012.
4. Руководство по эксплуатации – АВТОБУС ЛиАЗ-621321. г. Ликинск.: «ЛИКИНСКИЙ АВТОБУСНЫЙ ЗАВОД». 2011 г.
5. Отказы пневматического управления автобусов по данным, полученным в автобусном парке № 2 СПб ГУП «Пассажиравтотранс» за период времени с 01.09.2018 по 31.09.2019 года.

УДК 656.13.07

Сергей Владимирович Булатов,
магистр
Яна Викторовна Вяхирева,
магистр
(Оренбургский государственный
университет)
E-mail: bul.sergey2015@yandex.ru

Sergey Vladimirovich Bulatov,
master
Yana Viktorovna Vyakhirev,
master
(Orenburg state
University)
E-mail: bul.sergey2015@yandex.ru

ВЛИЯНИЕ УСЛОВИЙ ЭКСПЛУАТАЦИИ НА РАБОТОСПОСОБНОСТЬ АВТОБУСОВ ПАЗ

INFLUENCE OF OPERATING CONDITIONS ON THE PERFORMANCE OF PAZ BUSES

В статье анализируется состояние автобусного парка пассажирского автотранспортного предприятия (ПАТП), объектом исследования которого является городские автобусы марки ПАЗ, выявлены узлы и агрегаты, наиболее подверженные отказам, в условиях эксплуатации характерных для данного региона. Проведенные исследования изменения технического состояния автобусов ПАЗ с учетом условий эксплуатации показали, что происходит значительное увеличение затрат на приобретение запасных частей.

Ключевые слова: запасные части, автобус, отказ, эксплуатация, пробег, работоспособность.

The article analyzes the state of the bus fleet of the passenger transport enterprise (PATP), the object of study of which is the city buses of the PAZ brand, identified components and assemblies that are most prone to failures in operating conditions characteristic of the region. Studies of changes in the technical condition of PAZ buses taking into account operating conditions have shown that there is a significant increase in the cost of purchasing spare parts.

Keywords: spare parts, bus, failure, operation, mileage, performance.

По данным (НАПИ), парк отечественных автобусов в России на 2018 год составил около 450–500 тысяч единиц. Из них около 98,0 тысяч автобусов принадлежат марке ПАЗ. Средний возраст российских автобусов составляет 14,7 лет. По итогам первого полугодия 2018 года, количество автобусов старше десяти лет составило 64,3 %. При этом российский парк автобусов молодеет: в начале года средний возраст

автомобилей составлял 12,5 лет, а количество машин старше 10 лет превышало 19,0 % от общего числа [1,4–6].

Автобусный парк пассажирского автотранспортного предприятия (ПАТП) г. Оренбург насчитывает более 250 единиц подвижного состава, 178 единицы из которых марки ПАЗ.

Объектом исследования, были выбраны автобусы марки ПАЗ.

Основные преимущества автобусов ПАЗ перед другими марками (*Volgabus*, НЕФАЗ, ЛиАЗ) парка ПАТП: простота и удобство эксплуатации, технического обслуживания (ТО) и ремонта; высокая ремонтно-пригодность; экологический стандарт *Euro-4*, *Euro-5*; высокая степень безопасности для пассажиров; оптимальная пассажировместимость.

По нормативу данного ПАТП предельный срок эксплуатации автобусов средней вместимости (ПАЗ) – 6 лет. В табл. 1 приведена структура ПАЗ по годам выпуска.

Таблица 1

Года выпуска автобусов марки ПАЗ

Марка автобуса	Кол-во, ед.	Пробег, км	до 2 лет	от 2–5 лет	от 5–8 лет	от 8–10 лет	от 10–13 лет
ПАЗ	178	5748958	15	32	112	11	8

По данным табл. 1 автобусы ПАЗ превышают нормированный показатель эксплуатации (6 лет) на 45 %.

Эксплуатация автобусов, как и других транспортных средств, связана с тем, что могут возникать неисправности основных узлов и агрегатов. Качество и эффективность применения автобуса всецело зависят от условий эксплуатации [2, 3, 7–9].

Поскольку большинство дорог нашей страны находится в неудовлетворительном состоянии, то в разы увеличивается возникновение внезапных отказов. Сказывается и то, что автобусы постоянно эксплуатируются с полным салоном пассажиров.

Основным показателем, влияющим на эксплуатационные свойства автобусов, является температура окружающего воздуха. Изменение атмосферных условий сказывается на работе двигателя, трансмиссии, шин, что ухудшает эксплуатационные свойства автобуса.

По результатам исследований условий эксплуатации автобусов ПАЗ и при анализе причин отказов узлов и агрегатов выявлено, что на их долговечность существенное влияние оказывают условия эксплуатации и режимы работы. Например, сроки службы деталей подвески (9,5 % от общего числа деталей в автобусе) во многом зависят от дорожных условий (ровности дорожного покрытия); на износ деталей двигателя оказывают влияние режимы работы агрегата (41,3 %); ресурс дисков сцепления и деталей тормозной системы (15,8 %) в первую очередь зависит от манеры вождения автобуса и квалификации водителя; долговечность деталей коробки передач (17,5 %) определяется в основном условиями городской эксплуатации (частые изменения скорости и т. д.).

Одним из показателей, характеризующим интенсивность эксплуатации автобусов общего пользования, является среднегодовой пробег [10, 11], который для автобусов ПАЗ с каждым годом увеличивается, в среднем, на 8,0 тыс. км. в год, достигнув в 2018 году показателя в 68,0 тыс. км. Если сравнить этот показатель с нормативным значением (65,0 тыс. км.), то видим, что автобусы марки ПАЗ эксплуатируются на 4,4 % свыше норматива, что также влияет на ускоренное возникновение отказов. На рисунке отображен пробег автобусов, который может изменяться в случае простоев в ремонте.

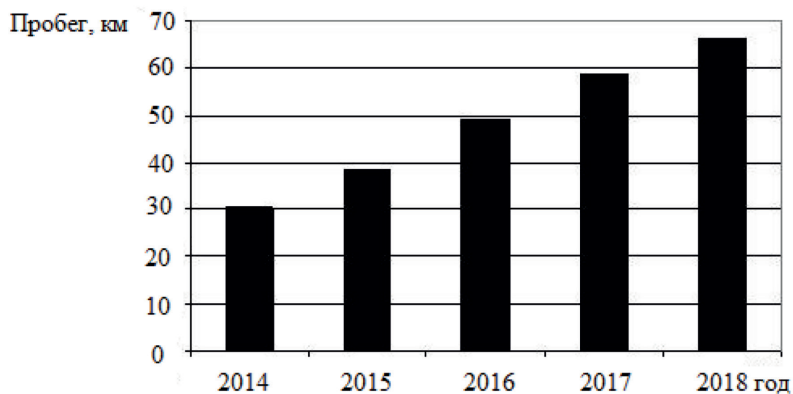


График изменения среднегодового пробега автобусов ПАЗ по годам

Для установления потока отказов нами были проведены наблюдения за работой (эксплуатацией) автобусов марки ПАЗ. Распределение отказов по агрегатам и системам показывает, что около 88,9 % всех отказов приходится на двигатель, коробку переключения передач, сцепление, переднюю и заднюю подвески и тормозную систему. Затраты, связанные с устранением этих отказов, составляют около 90 % от общих затрат по автобусу на эксплуатацию (поддержание в работоспособном состоянии).

В целом затраты на запасные части на ПАТП г. Оренбург занимают большую долю в структуре затрат (табл. 2). В первую очередь, это явление связано с большим значением пассажирооборота и соответственно среднегодовым оборотом.

Таблица 2

Расход запасных частей автобусов ПАЗ

Марка	Запасные части, шт.	Стоимость запасных частей, р.	
	Расход за 2017 г.		
ПАЗ	1319	1956585,99	
	Расход за 2018 г.		
	1230	2120874,65	

Проведенные исследования изменения технического состояния с учетом условий эксплуатации показали, что происходит значительное увеличение затрат на приобретение запасных частей. Для поддержания в работоспособном состоянии узлов, агрегатов и подвижного состава в целом, необходимо проводить сезонные мероприятия по обслуживанию автобусного парка, а также своевременно пополнять запасы предприятия запасными частями, чтобы не допустить простоев автобусов в ремонте из-за отсутствия в наличии потребованных деталей, узлов и агрегатов.

Литература

1. Доенин В. В. Основы абстрактной теории транспортных процессов и систем. – М.: Спутник, 2011. – 281 с.
2. Горяева И. А. Зависимость затрат на запасные части от возраста подвижного состава автомобильного транспорта / И.А. Горяева, Е.Н. Горяева. – Вестник ЮУрГУ. – 2012. – № 44. – С. 185–186.
3. Аленичев А. А. Общий анализ надежности автомобильных трансмиссий // Молодой ученый. – 2017. – № 20. – С. 3–5.
4. Булатов С. В. Анализ современного состояния и проблем пассажирского автомобильного транспорта // Наука и техника транспорта. – 2017. – № 1. – С. 29–32.
5. Катаргин В. Н. Оценка спроса на автомобильные запасные части на основе модели смеси вероятностных распределений / В. Н. Катаргин, В. М. Терских // Вестник Иркутского государственного технического университета. – 2014. – № 4. – С. 110–114.
6. Кузнецов Е. С. Техническая эксплуатация автомобилей: Учебник для вузов / Под ред. Е. С. Кузнецова. – 4-е изд., перераб. и доп. – М.: Наука, 2001. – 535 с.
7. Макарова А. Н. Уточнение периодичности технического обслуживания автомобилей в эксплуатации [Текст] / А.Н. Макарова // Научно-технический вестник Поволжья. – 2014. – № 1. С. – 117–120.
8. Малкин В. С. Техническая эксплуатация автомобилей Теоретические и практические аспекты / В. С. Малкин. – М.: Издательский центр «Академия», 2007 – 288 с.
9. Пучин Е. А. Технология ремонта машин // М.: КолосС, 2007. – 488 с.
10. Рыжиков Ю. И. Теория очередей и управление запасами / Ю. И. Рыжиков // СПб.: Питер, 2001. – 384 с.
11. Таранов А. В. Управление запасами на машиностроительных предприятиях в условиях широкой номенклатуры используемых ресурсов [Текст] // М-во образования и науки Российской Федерации, Брянский гос. технический ун-т. – Брянск : Изд-во БГТУ, 2011. – 205 с.

УДК 629.331

Тимофей Иванович Васьков,
магистр
Александр Алфеевич Воробьев,
д-р техн. наук, доцент
(Петербургский государственный
университет путей сообщения
императора Александра I)
E-mail: vorobev_alex@mail.ru

Timofey Ivanovich Vaskov,
master
Alexander Alfeevich Vorobyev,
Dr. of Sci.Tech., Associate Professor
(Petersburg State
University of Railway Transport
of Emperor Alexander I)
E-mail: vorobev_alex@mail.ru

**К ВОПРОСУ ОБ ОБЕСПЕЧЕНИИ БЕЗОПАСНОСТИ
НА ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНЫХ ПЕРЕЕЗДАХ
ПОСРЕДСТВОМ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ
СИСТЕМЫ GPS/ГЛОНАСС**

**ON SAFETY AT LEVEL CROSSINGS
USING GPS/GLONASS SYSTEM**

В статье рассмотрены вопросы по повышению безопасности движения на железнодорожных переездах. Основной целью обеспечения безопасности на железнодорожных переездах является снижение дорожно-транспортных происшествий за счет нанесения на навигационную карту навигаторов дополнительных информационных знаков (объектов), отображающих нерегулируемые и регулируемые железнодорожные переезды. В этом случае водитель, двигающийся по маршруту, будет дополнительно получать звуковую и голосовую информацию о приближении к железнодорожному переезду, о типе переезда, состоянии переезда, разрешенной скорости движения и реальной скорости автотранспортного средства, необходимых действиях водителя по соблюдению ПДД по осуществлению проезда через переезд. Полученная информация будет отображаться на экране дисплея навигатора.

Ключевые слова: модель, железнодорожный переезд, шлагбаум, светофор, GPS, ГЛОНАСС, АТС, ДТП, навигатор, навигационная система.

The article addresses issues of improving traffic safety at level crossings. The main purpose of safety at level crossings is to reduce traffic accidents by placing additional information signs (objects) on the navigator navigation map, displaying unregulated and adjustable level crossings. In this case, the driver travelling along the route will additionally receive sound and voice information on the approach to the railway crossing, the type of crossing, the state of crossing, the permitted speed

and the actual speed of the vehicle, the necessary actions of the driver to comply with the SDA to carry out the crossing. The information will be displayed on the navigator display screen.

Keywords: model, railway crossing, barrier, traffic light, GPS, GLONASS, ATS, accident, navigator, navigation system.

Железнодорожные переезды являются наиболее сложными и опасными элементами улично-дорожной сети, так как находятся на пересечении железнодорожных путей и автомобильных дорог в одном уровне. В целях обеспечения безопасности дорожного движения железнодорожные переезды оборудуются необходимыми устройствами, обеспечивающими безопасность движения. Являясь объектами повышенной опасности, железнодорожные переезды требуют от участников дорожного движения и работников железных дорог строгого выполнения ПДД, Правил технической эксплуатации железных дорог РФ, Правил пользования автомобильными дорогами РФ и других нормативных правовых документов. Опасность заключается в том, что автотранспорт и железнодорожный транспорт обладают различными весогабаритными характеристиками, скоростью движения, тормозным путем, приоритетностью проезда через переезд.

Правовые основы обеспечения безопасности дорожного движения на территории РФ определены в Федеральном законе от 10.12.1995 № 196-ФЗ (ред. от 26.07.2017) «О безопасности дорожного движения».

Переезды делятся на регулируемые и нерегулируемые [1]. К регулируемым относятся переезды, оборудованные устройствами переездной сигнализации, извещающей водителей транспортных средств о подходе к переезду поезда (подвижного состава), или обслуживаемые дежурными работниками, а также другими работниками железной дороги, которым поручено осуществлять регулирование движения поездов (подвижного состава) и транспортных средств на переезде. К нерегулируемым относятся переезды, не оборудованные устройствами переездной сигнализации и не обслуживаемые дежурными по переезду и другими работниками, которым поручено осуществлять регулирование движения поездов (подвижного состава) и транспортных средств на переезде.

Возможность безопасного проезда через такие переезды определяется водителем транспортного средства в соответствии с Правилами дорожного движения Российской Федерации.

Для обеспечения безопасности на железнодорожных переездах России чаще всего используют [2-4]:

УЗП – это устройство ограждения железнодорожного переезда, преграждающее движение автотранспорта через железнодорожный переезд путем подъема специальных плит на проезжей части автомобильной дороги.

Панели дорожного покрытия используются в местах пересечения железных и автомобильных дорог в одном уровне. В конструкции используется резиновые, а также бетонные панели.

Шлагбаумы – это устройства для перекрытия проезжей части автомобильной дороги и прекращения движения транспортных средств (участников дорожного движения) через железнодорожный переезд.

Безопасность проезда железнодорожных переездов регламентирована статьей 15 ПДД, в которой говорится, что при подъезде к переезду водитель обязан руководствоваться требованиями дорожных знаков, светофоров, разметки, положением шлагбаума и указаниями дежурного по переезду и убедиться в отсутствии приближающегося поезда (локомотива, дрезины).

Несмотря на огромное количество мероприятий [5], проводимых руководителями железных дорог, МВД ГИБДД, местными органами власти направленных на снижение дорожно-транспортных происшествий количество их не уменьшается, а увеличивается.

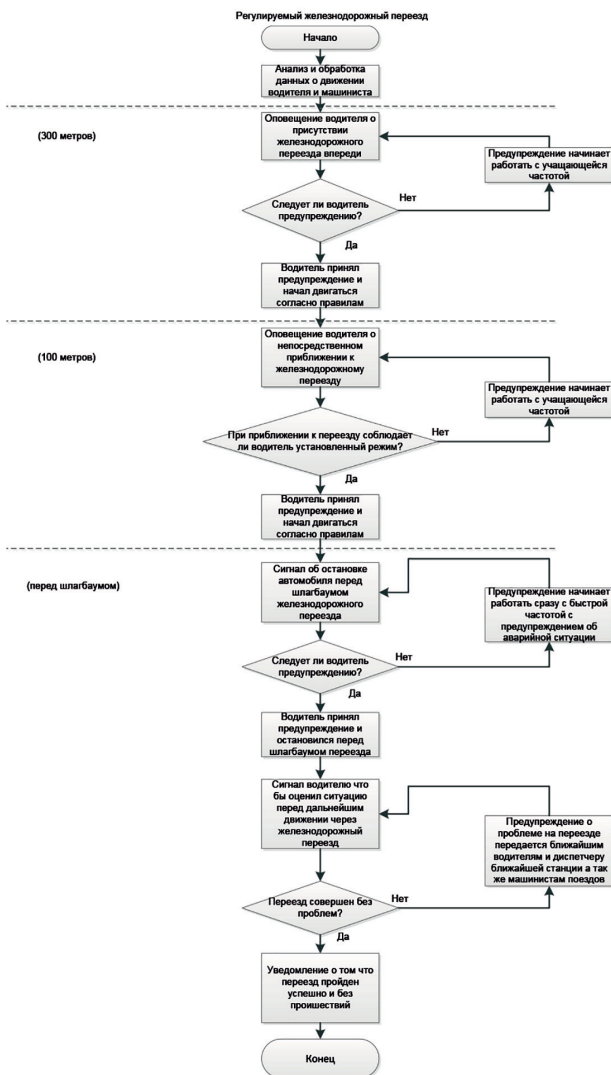
Так по данным Всемирной организации здравоохранения ежегодно в дорожно-транспортных происшествиях погибает около 1,25 миллионов человек и до 50 миллионов получают травмы различной степени тяжести [6-8]. Этому способствуют высокие темпы автомобилизации, низкая подготовка водителей автотранспортных средств, не соблюдение установленных ПДД, невнимательность, отвлечение (разговоры по мобильным средствам связи). Так по данным ОАО «РЖД» в 2018 году на территории РФ находится в эксплуатации более 11 000 железнодорожных переездов, причем чуть менее 1/3 из них обслуживаются непосредственно сотрудниками РЖД. По статистическим данным ОАО «РЖД» всего произошло 211 ДТП, из них

по вине водителей АТС 155, пострадало 108 человек, погиб 31 человек. Основными причинами столкновения между двумя различными транспортными средствами являются желание пересечь железнодорожные пути в кратчайшие сроки, игнорируя указания светофоров, закрытых шлагбаумов на переездах, дежурного по переезду.

С целью обеспечения безопасности дорожного движения, снижения травматизма и недопущения нарушений водителями правил проезда железнодорожных переездов предлагается использовать навигационную систему. Функциональную основу которой составляет навигационная программа [9], построенная на электронной карте. Векторные электронные карты поддерживают маршрутизацию, включают множество объектов с их географическими координатами. В пользу применения навигаторов указывают реализованные в них следующие навигационные функции: определение текущего местоположения автотранспортного средства и его отображение на электронной карте, планирование, прокладка и изменение маршрута, отслеживания правильности следования по маршруту и информирование водителя в случае отклонения от маршрута, информационное сопровождение водителя по маршруту и т. д. Современные навигаторы представляют собой техническое устройство, на экране которого изображена карта местности с нанесенными на нее необходимыми дорожно-инфраструктурными обозначениями и знаками, регулирующими правила подъезда к переезду порядок его проезда.

В данной статье предлагается, в качестве дополнительной меры обеспечения безопасности дорожного движения осуществлять своевременное информирование и предупреждение водителя автотранспортного средства и машиниста поезда о приближении к железнодорожным переездам, об установленных знаках, расстоянии до этих знаков и до переезда использовать данные навигаторов. Информирование будет осуществляться с помощью встроенных в навигационную систему таких функций, как «звуковая сигнализация и голосовое сопровождение».

На рисунке показан алгоритм информационного взаимодействия водителя АТС и навигационной системы на регулируемом железнодорожном переезде.



Алгоритм информационного взаимодействия водителя АТС и навигационной системы при проезде через регулируемый железнодорожный переезд

Литература

1. Соколов М. Ю. Об утверждении Условий эксплуатации железнодорожных поездов / М. Ю. Соколов // Приказ министерства транспорта российской федерации // 31.06.2015. – № 237. – С. 10–15.
2. Повышение безопасности дорожного движения в 2013 – 2020 годах / Постановление Правительства Российской Федерации // 03.10.2013. – № 864. – С. 4–7.
3. Шаповал О. Л. Обеспечение безопасности на железнодорожных переездах / Шаповал О.Л. // Статья Журнал «ЦеСИС НИКИРЭТ»– 2011. – С.4–9.
4. Рожанский Д. В. Повышение безопасности движения в зоне железнодорожных переездов. / Рожанский Д. В., Карасевич С. Н. // Вестник БНТУ: наука и транспорт – 2007.– № 2.– С. 32–36.
5. Миненко Е. Ю. Анализ мероприятий, направленных на решение проблемы безопасности на железнодорожных переездах. / Миненко Е. Ю., Кусморова Ю. А. // Молодой учёный: технические науки – 2014.– № 17. – С. 75-80.– URL <https://moluch.ru/archive/76/12897>.
6. Переезды Российских железных дорог: аналитические материалы о переездах железных дорог и обеспечении безопасности движения на них / Департамент пути и сооружений ОАО «РЖД». — М.: ИКЦ «Академкнига», 2004. — 152 с. 2.
7. Карпущенко Н. И. Проблема обеспечения безопасности на железнодорожных переездах / Карпущенко Н. И., Величко Д. В., Колмогорова Т. В. // Транспорт Российской Федерации. Журнал о науке, практике, экономике: транспорт – 2011. – № 4 (33). – С. 47–50.
8. Тройнікова Е. Н. Підходи до управління безпекою транспортних процесів на залізниці. / Энергосбережение. Энергетика. Энергоаудит: Экономика и экономические науки. – 2015. – № 1 (132). – С. 54–60.
9. Коваленко В. Н. Современные тенденции автоматизации переездов на железнодорожном транспорте / В. Н. Коваленко, М. Н. Катаев // Инновационный транспорт: наука и транспорт – 2015. – № 3. – С. 54–58.

УДК 621.85-77

Константин Борисович Горбов,

магистр

(Санкт-Петербургский государственный

архитектурно-строительный

университет)

E-mail: kostyaclow@gmail.com

Konstantin Borisovich Gorbov,

master

(Saint Petersburg

State University

of Architecture and Civil Engineering)

E-mail: kostyaclow@gmail.com

РАЗРАБОТКА МЕТОДИКИ ДИАГНОСТИРОВАНИЯ АВТОМАТИЧЕСКИХ ТРАНСМИССИЙ ГОРОДСКИХ АВТОБУСОВ

DEVELOPMENT OF METHODS FOR DIAGNOSING AUTOMATIC TRANSMISSIONS OF CITY BUSES

В статье изложена методика оценки качества масла с помощью комбинации приборов, и алгоритмов, с помощью которых поступает сигнал о критическом состоянии масла по выбранным параметрам. Проведен анализ рынка с существующими приборами по экспресс-оценке качества масла, выбран подходящий для внедрения в эксплуатацию парками автотранспортных предприятий г. Санкт-Петербург. Создан алгоритм передачи информации по цепи от внедренного в автомобиль прибора на датчик состояния масла. На основе анализа сделаны выводы об оборудовании, которое необходимо установить и подключить для успешного функционирования всей системы.

Ключевые слова: масло, датчик, алгоритм, оценка, диагностика, трансмиссия, автобус.

In the article describes the method of assessing the quality of oil using a combination of instruments and algorithms, with the help of which a signal is received about the critical state of oil according to selected parameters. The analysis of the market with the existing devices for the rapid assessment of the quality of the oil was carried out, and a suitable one was chosen for implementation by the fleets of motor transport enterprises in St. Petersburg. An algorithm has been created for transmitting information through a circuit from an instrument embedded in a vehicle to an oil status sensor. Based on the analysis, conclusions were drawn about the equipment that must be installed and connected for the successful operation of the entire system.

Keywords: oil, sensor, algorithm, evaluation, diagnostics, transmission, bus.

Надежность и долговечность современных машин, механизмов и технологического оборудования определяется процессами, протекающих в парах трения. Разработка средств и методов контроля состояния систем и процессов, происходящих в этих парах, является актуальной задачей, решение которой позволит создать теоретические и практические разработки, направленные на повышение надежности систем, увеличение сроков службы агрегатов, возможности отслеживания текущего состояния узлов, механизмов и деталей, и, как следствие, извлечения экономической выгоды.

Основным средством уменьшения интенсивности изнашивания деталей и механизмов и предотвращения неисправностей автомобиля, то есть поддержания его в должном техническом состоянии, является своевременное и высококачественное выполнение технического обслуживания.

Техническая диагностика машин и, в частности, автомобилей – сравнительно молодая область знаний, которая находится в стадии своего формирования и становления. Объектами ее могут быть узлы и механизмы автомобиля, отвечающие хотя бы двум условиям: находиться в двух взаимоисключающих состояниях – работоспособным и неработоспособным; в них можно выделить элементы (детали), каждый из которых тоже характеризуется различными состояниями.

Диагностику технического состояния автомобилей определяют как отрасль знаний, изучающую и устанавливающую признаки неисправного состояния автомобиля, а также методы, принципы и оборудования, при помощи которых дается заключение о техническом состоянии узла, агрегата, системы без разборки последних и прогнозирование ресурса их исправной работы.

Многочисленно произведено описание предполагаемых методик по осуществлению контроля масла в режиме реального времени.

Для этого был произведен анализ современного рынка анализирующих устройств и наиболее актуальный, современный, недорогой, но уже зарекомендовавший себя прибор был найден. Наподобие разработанной создателями анализатора методики оценки состояния износа моторного масла двигателя, а также предложенной ниже схеме передачи этой информации с прибора на компьютер

в парк, мною предлагается внедрение подобного комплекса в работу АТП г. Санкт-Петербурга.

Благодаря внедрению устройства станет возможным контроль масла «здесь и сейчас», что безусловно является очень эффективным нововведением, поскольку одна лишь своевременно выполненная процедура технического обслуживания способна продлить срок службы агрегата, сохранить его долговечность и надёжность, что понесет за собой увеличение срока службы автопарка.

Устройство работы данного прибора следующее: в нишу датчика нужно капнуть масла со щупа и нажать кнопку «тест», после чего устройство выдаст результат на круговой светодиодной шкале. Диодов – десять, они образуют шкалу в диапазоне от «идеально» до «катастрофично». Из них семь зеленых, показывающих степень износа масла в допустимых пределах, один желтый – туда-сюда, и два красных – пора менять, и «глуши автомобиль».



Рис. 1. Схематичное устройство прибора ‘Lubricheck’

Параметры, на которые завязана работа датчика:

1. Кислотность, вызывающая точечную коррозию
2. Частицы металла, свидетельствующие об идущем механическом износе
3. Частицы сажи, являющиеся нормой и свидетельствующие о хороших моющих свойствах масла

4. Примеси посторонних жидкостей.

Чем же является главный «орган» устройства – чувствительный датчик, с которого снимаются параметры масла? А является он, собственно, всего-навсего двумя контактными пластинками. Форма пластин на первый взгляд хитрая, но на самом деле они представляют собой всего лишь два электрода, выполненных в виде своеобразной «гребенки» для увеличения площади контакта с маслом.

Помимо вышеупомянутых параметров заявлено, что он измеряет еще и диэлектрическую проницаемость масла. Может ли датчик столь простого типа быть столь комплексно-многофункциональным?

В теории, с двух электродов, погруженных в жидкость, можно снять достаточно много информации. Можно померить элементарные сопротивление и емкость капли масла, можно подать на каплю изменяющееся высокочастотное напряжение, построив амплитудно-частотную характеристику – в общем, много чего можно сделать, получая прямые и косвенные данные. Главное, чтобы потом программное обеспечение устройства комплексно же проанализировало полученные параметры с помощью заданного алгоритма и выдало корректный итоговый результат, который впоследствии будет передан через модуль GSM на компьютеры автопарка.

Как известно, многие АТП на данный момент времени используют системы глобального позиционирования (GPS, ГЛОНАСС и т. д.) и канал GPRS для передачи данных. Это помогает следить за местоположением АТС в рейсе, а следовательно контролировать интервал движения и в случае неисправности АТС отправить за ним эвакуатор. Определять местоположение АТС помогает GPS-трекер. Он содержит GPS-приёмник, с помощью которого он определяет свои координаты, а также передатчик на базе GSM-модуля, передающий данные по GPRS, SMS или на базе спутниковой связи для отправки их на серверный центр, оснащённый специальным программным обеспечением для спутникового контроля.

Используя описанную выше методику по оценке износа масла с помощью наработок, используемых производителями «Lubricheck», OBD-разъёма, GSM-модуля, а также контроллера AL2-10MR-D и приборов питания, получаем цепь следующего содержания:

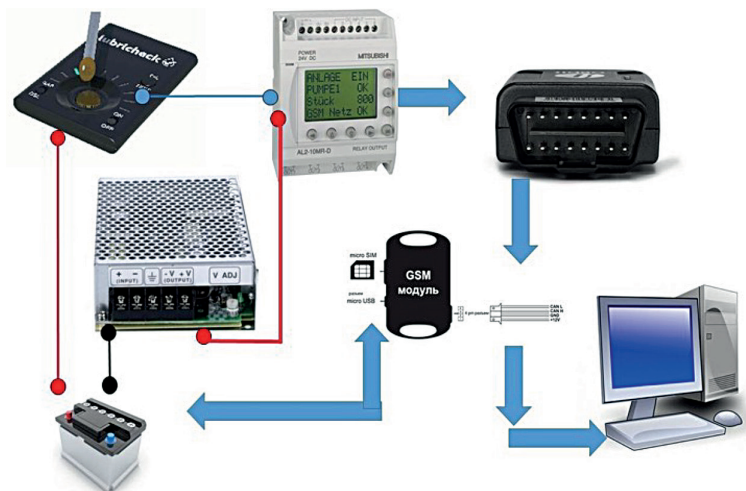


Рис. 2. Предлагаемая схема по сбору и передаче информации об уровне износа масла

На основе устройств, включённых в данную цепь, предполагается возможным постоянный мониторинг состояния задействованных элементов, связей внутри цепи и, соответственно, получения сигналов об отличии критериев от заданных значений. Основным модулем обработки информации в данном случае будет являться запрограммированный контролер, в данном случае это контроллер AL2-10MR-D Mitsubishi. Благодаря заданному алгоритму с его помощью сигнал будет поступать с устройства на ПК АТП, где личный состав предприятия будет контролировать транспорт и принимать решение о техническом обслуживании.

Литература

1. Барашков И.В. Бригадная организация технического обслуживания и ремонта автомобилей. – М.: Транспорт, 1988. 46-53 с.
2. Кузнецов Е. С. Техническая эксплуатация автомобилей. Учебник для ВУЗов. 4-ое изд., перераб. и дополн. / Е. С. Кузнецов, А. П. Болдин, В. М. Власов и др. – М.: Наука, 2001. 535с.
3. Стуканов В.А. Устройство автомобилей: учебное пособие/ М.: ИД «Форум»: ИНФРА-М, 2015. 423 с.
4. Труханович Л.В., Щур Д.Л. Автотранспортные организации и подразделения. М.: «Финпресс», 2008. 37 с.

УДК 629.3.081.3

Никита Леонидович Гордеев,

магистр

(Санкт-Петербургский государственный

архитектурно-строительный университет)

E-mail: gordeevnikita13@yahoo.com

Nikita Leonidovich, Gordeev

master

(Saint Petersburg State University

of Architecture and Civil Engineering)

E-mail: gordeevnikita13@yahoo.com

ИССЛЕДОВАНИЕ ВОЗМОЖНОСТЕЙ ПРИМЕНЕНИЯ ТЕХНОЛОГИЙ 3D ПЕЧАТИ В ОБЛАСТИ ТО И Р. ФАКТОРЫ, ОПРЕДЕЛЯЮЩИЕ ДАЛЬНЕЙШЕЕ РАЗВИТИЕ ТЕХНОЛОГИЙ

ANALYSIS OF POSSIBLE 3D PRINTING TECHNOLOGY APPLICATIONS IN CAR MAINTENANCE AND REPAIR. FACTORS THAT DETERMINE FUTURE DEVELOPMENT OF TECHNOLOGIES

В статье изложены факторы, определяющие дальнейшее развитие и внедрения технологий 3D печати в области технического обслуживания и ремонта автомобилей. Проведен анализ состояния условий применения технологии: тенденции развития материалов, пригодных для использования, методы печати, объемы возможного производства и характеристика изделий, получаемых путем 3D печати.

Ключевые слова: АТ – аддитивные технологии.

In the article describes the factors that determine the further development and implementation of 3D printing technologies in the field of car maintenance and repair. The analysis of the conditions of technology application is carried out: development trends of materials suitable for use, printing methods, volumes of possible production and characteristics of products obtained by 3D printing.

Keywords: AM – additive manufacturing.

Успех будущего применения аддитивных технологий в области ТО и Р всецело зависит от того, как они будут развиваться в ближайшее время. Были сформулированы 6 факторов, которые определяют дальнейшее развитие и применение технологий в будущем.

1. Увеличение количества материалов, пригодных для применения

Уже сегодня для печати могут быть применены различные материалы, расширяющие сферу применения АТ в области ТО и Р. Однако из-за специфики процессов к этим материалам применяются повышенные требования, что негативно сказывается на их стоимости.

2. Улучшение качества и снижение требуемой постобработки изделий

Детали, получаемые с помощью большинства существующих технологий, проявляют непостоянство, вызываемое температурными нагрузками и внутренними напряжениями. Это выражается в низкой повторяемости, что вызывает проблемы для серийного производства. Для решения этого ведутся разработки, направленные на усовершенствование станков. Другой проблемой является точность готового изделия в сравнении с таким же, но изготовленным традиционным способом. Также для большинства изделий требуется постобработка, включающая снятие неиспользованного и поддерживающего материала и обработку поверхности. Для небольшой детали объем обработки будет мал, однако для крупной и сложной детали может потребоваться усовершенствование процесса постобработки.

3. Экономика АТ ограничена производством в малых объемах

Рентабельность в автомобильной промышленности определяется объемом. Учитывая огромные объемы, низкая скорость производства является существенным препятствием для более широкого применения АТ для непосредственного производства деталей, что делает высокоскоростную технологию востребованной областью для исследований. Повышение скорости печати стало одним из главных направлений в последние годы, но прорыва пока нет.

4. Производство крупных деталей

Одно из ограничений в автомобильной промышленности это геометрические ограничения современных технологий. Принимая это во внимание, более крупные компоненты, такие как панели кузова, которые производятся с помощью АТ, все еще должны быть соединены вместе посредством таких процессов, как сварка или механическое соединение. Чтобы преодолеть это, необходимо разработать недорогие технологии, которые смогут поддерживать большие размеры металлических. Уже ведутся значительные исследования.

5. Нехватка кадров

Использование любой новой технологии требует людей, обученных навыкам, специфичным для ее работы; и АТ не является исключением. Специфические навыки необходимы в области проектирования моделей; производства, эксплуатации и технического обслуживания машин АТ; подготовка сырья и управление; анализ процессов; и управление цепочками поставок и проектами. В настоящее время значительная часть необходимого обучения происходит непосредственно на рабочем месте. С расширением сфер применения возникнет большая потребность в формальных и обширных программах обучения и развития навыков. Эти программы требуют согласованных действий со стороны академических учреждений, поставщиков услуг и отраслей конечных производителей для стандартизации обучения и создания стабильной и способной рабочей силы.

6. Проблемы интеллектуальной собственности

Продукты АТ не могут быть защищены авторским правом, но должны быть запатентованы на основе очевидного различия. Из-за отсутствия ясности в отношении того, что может быть защищено патентом, а что нет, существует вероятность распространения контрафактных компонентов.

Литература

1. Бриан Эванс, Практические 3D-принтеры: наука и искусство 3D-печати. Apress, 2012.
2. И. Канеса, С. Фонда, М. Зенаро, Доступная 3D печать для науки, образования и устойчивого развития. The Abdus Salam International Centre for Theoretical Physics, 2013.
3. Кристофер Барнат. 3D печать: третья индустриальная революция. 2013.

УДК 621.439: 629.114.5

Юрий Николаевич Горчаков,

канд. техн. наук, доцент

Олег Сергеевич Птицын, магистр

Илья Игоревич Шевелев, магистр

(Дальневосточный федеральный университет)

E-mail: gorchakov.yun@dvfu.ru,

98oleg17@gmail.com,

shevelev.ii@students.dvfu.ru

Yuri Nikolaevich Gorchakov,

PhD of Sci. tech., Associate professor

Oleg Sergeevich Ptitsyn, master

Ilya Igorevich Shevelev, master

(Far Eastern Federal University)

E-mail: gorchakov.yun@dvfu.ru,

98oleg17@gmail.com,

shevelev.ii@students.dvfu.ru

ОСОБЕННОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ ГАЗОВОГО ТОПЛИВА НА БЕНЗИНОВЫХ АВТОМОБИЛЬНЫХ ДВИГАТЕЛЯХ

PECULIARITIES OF GAS FUEL APPLICATION ON GASOLINE CAR ENGINES

В статье дан анализ конструкций газобаллонного оборудования разных поколений, используемого в качестве дополнительного оборудования в системе питания бензиновых двигателей автомобилей. Приведены результаты испытаний автомобиля Toyota Land Cruiser 100 по расходу бензина и газа. Исследования проводились по расходу топлива автомобилем в городском, трассовым и смешанном (город – трасса) режимах езды. Минимальный пробег автомобиля на каждом режиме составлял не менее 600 км (две заправки автомобиля топливом). Проведенные технико-экономические расчеты показали, что установленное на автомобиль газобаллонное оборудование окупится в течение года при годовом пробеге автомобиля 26 000 км.

Ключевые слова: автомобиль, двигатель, бензин, газобаллонное оборудование (ГБО), газовое топливо.

The article gives the analyses of the construction of gas-balloon equipment of different generations, used as additional equipment in the power supply system of gasoline engines of automobiles. The test results of the Toyota Land Cruiser 100 for gasoline and gas consumption are presented. Studies were conducted of fuel consumption by a car in city, out of city (on the highway) and mixed (city-highway) driving modes. The minimum vehicle mileage in each mode was at least 600 km (two refueling vehicles). The technical and economic calculations showed that the gas-balloon equipment installed in the car will pay off during the year if the annual mileage is 26 000 km.

Keywords: car, engine, gasoline, gas-balloon equipment, gas fuel.

Автомобильному транспорту принадлежит ведущее место в Единой транспортной системе страны. Для дальнейшего повышения эффективности его работы и улучшения технико-экономических показателей необходимо решить ряд научно-технических проблем. В ближайшие годы планируется стремительный переход автомобильного транспорта на газовое топливо, в частности сжиженный газ пропан-бутан, природный газ и др. [1, 2].

В России разработан проект социальной программы «Развитие рынка газомоторного топлива». Программа предусматривает систему субсидирования, стимулирующую перевод автомобилей на газомоторное топливо [3].

В данной работе анализируются системы питания двигателей внутреннего сгорания с искровым зажиганием, дополнительно оснащенных ГБО.

По принципу подачи газа в двигатель ГБО условно делят на поколения. Различают 6 поколений ГБО, каждое из которых – это эволюция в мире альтернативных топлив.

В состав газового оборудования входят: баллон, мультиклапан, газовая магистраль высокого давления, заправочное устройство, газовый клапан, редуктор-испаритель, дозатор, смеситель воздуха и газа, бензиновый клапан, переключатель видов топлива.

Обязательная часть ГБО – газовый баллон, который устанавливается в большинстве случаев вместо запасного колеса, но также и просто в багажное отделение. Делают его из металла, металла и композитного материала и полностью из композитного материала. Используется сжиженный нефтяной газ (пропан-бутан), давление в баллоне до 1,6 МПа. При атмосферном давлении пропан-бутан находится в газообразном состоянии [3].

ГБО 1-го поколения – простое по конструкции и примитивное в использовании. Это оборудование использовалось на карбюраторных и на некоторых инжекторных двигателях с подачей газа через впускной коллектор. В этом поколении есть испаритель и редуктор, хотя в последующих поколениях появились устройства, объединяющие их вместе. В первом поколении ГБО в редукторе использовался заборный вакуумный клапан, который срабатывал только при пониженном давлении.

Эта система очень непрактичная, так как газовой смеси нужно преодолеть очень большое расстояние, что приводит к ряду проблем. Одна из таких проблем – это плохой запуск двигателя «на холодную», особенно, когда минимальный вакуум во впускном коллекторе.

Вывод: ГБО 1-го поколения устанавливается в большинстве случаев только на карбюраторные двигатели; это и есть начало эры использования современных альтернативных топлив на автомобилях. Оно имеет ряд недостатков. Во-первых, если система разгерметизировалась со временем, то при запуске двигателя можно было услышать хлопки. Во-вторых, возможно воспламенение этой системы.

ГБО 2-го поколения незначительно отличалось от первого поколения. Главным отличием является изменение вакуумного заборного клапана на электромагнитный клапан, что считается очень большим прорывом в газовом оборудовании. Теперь можно было без проблем переключить автомобиль с одного вида топлива на другое прямо из салона автомобиля. Переключение осуществлялось с помощью специальной кнопки. Самым большим плюсом в отличие от первого поколения является то, что холодный пуск стал намного легче за счет того, что электромагнитный клапан пускает небольшую порцию газа в систему перед запуском двигателя. Еще одним плюсом является возможность использования этого поколения на инжекторных двигателях; это либо моновпрыск, либо двигатель первого поколения с распределённым впрыском топлива.

Вывод: ГБО 2-го поколения – это ступень в использовании альтернативных топлив, так как уже появилась возможность её установки на инжекторные двигатели и была создана система улучшенного холодного запуска двигателя. Это поколение до сих пор можно найти на рынках газового оборудования, так как его ценовая политика доступна по сравнению с другими поколениями и составляет около 10 тысяч рублей.

ГБО 3-го поколения – это продолжение второго поколения, но уже более усовершенствованное. Газ в двигатель поступает уже автоматически, то есть это оборудование предназначено для двигателей с распределённой системой впрыска топлива. Регулирование впрыска происходило следующим образом: электронный блок управления (ЭБУ) следит за показанием датчика кислорода и в зависимости

от данных, которые он получит, происходит регулировка количества газовой смеси в двигатель, которая подается специальным мотором. А еще в редукторе устанавливается специальный датчик температуры, который не даёт оборудованию переключаться на газ, пока редуктор не достигнет определенной температуры; все эти данные были заложены в ЭБУ.

Вывод: ГБО этого поколения еще больше сделало шаг в сторону современных оборудований, у него уже появилась возможность установки на двигатели с распределённой системой питания топлива. В странах СНГ это оборудование на рынке отсутствовало, его можно было увидеть только на автомобилях, ввозимых из-за рубежа, на которые устанавливалось оборудование заводом изготовителем.

ГБО 4-го поколения становится все более совершенным, практичным. Это поколение можно назвать прорывом, так как именно в нем появился распределенный впрыск газового топлива прямо в цилиндры через газовые форсунки на каждый цилиндр. ЭБУ формирует сигнал, который передается на каждую форсунку и управляет тем, в какой момент и какое количество топливной смеси впрыскивать в цилиндр.

Вывод: ГБО 4-го поколения востребовано в современном мире, так как по сравнению с прошлыми поколениями ГБО оно стало практичным, безопасным, экономичным. Ценовая политика этого поколения самая привлекательная по сравнению с последующими, стоимость оборудования находится в пределах 35–60 тысяч рублей и зависит от количества цилиндров в двигателе.

ГБО 5-го поколения: на данный момент – это самая практичная система газового оборудования. Новшество в том, что в бак устанавливается насос такого же типа, как и в бензобак автомобиля, который нагнетает и поддерживает постоянное давление в системе. Так же в этой системе есть насос для возврата газа обратно в баллон. Его практичность заключается в использовании газомоторного топлива в жидком состоянии, а не в виде газа, как в предыдущих поколениях. Из-за этого он имеет ряд преимуществ, таких как уменьшенный расход топлива (он будет практически такой же как на бензине), двигатель сразу запускается на газе, отсутствует редуктор, не будет теряться мощность двигателя, а наоборот, увеличиваться на газе по сравнению с другими поколениями [3].

Вывод: Упрощенная схема технического обслуживания. В системе используются высококачественные материалы; так, вместо резиновых трубок устанавливаются пластмассовые, что увеличивает срок работы всех соединений.

ГБО 6-го поколения эта система разработана для двигателей с непосредственным впрыском топлива. Принцип этой системы заключается в отсутствии дополнительных форсунок и топливопроводов. Сжиженный газ поступает непосредственно в бензиновые форсунки, что позволило приблизиться к характеристикам автомобиля на бензине, а именно: такой же расход топлива, как и на бензине, такая же мощность, большая экологичность, стало меньше дополнительного оборудования [3].

Вывод: системы устанавливаются только на двигатели с непосредственным впрыском топлива, что делает его не универсальным в установке. Системы более совершенны, но гораздо дороже предыдущих.

Автомобиль, работающий на газовом топливе, имеет меньшую динамику, особенно при разгоне и преодолении подъемов. Расход газового топлива может быть как большим, так и равным расходу бензина в зависимости от поколения ГБО.

Основными преимуществами ГБО являются следующие: значительная экономия при большем расходе газа, но значительно меньшей его стоимости по сравнению с бензином; параллельное использование бензина и газа, появляется дополнительный запас хода; двигатель на газе работает стабильнее, ниже шумовое загрязнение окружающей среды сравнительно с бензиновым; имеют больший ресурс и меньший износ деталей двигателя; использование газа снижает уровень выбросов в атмосферу; современные ГБО просты в эксплуатации; у ГБО меньшая вероятность пожара или взрыва.

Главные недостатки ГБО: высокая начальная стоимость, но эти средства инвестируются в перспективу» экономии; на газе снижается мощность двигателя на 15 %; вынужденное переоборудование двигателя приводит к необходимости последующего дополнительного сервиса системы питания газом; газовое оборудование отнимает полезное пространство в багажном отсеке; появляются затруднения при диагностике неисправностей, ремонте бензиновой системы пи-

тания; регистрация газового оборудования в соответствующих службах; нехватка заправок станций с газовым топливом.

Для практического подтверждения эффективности использования газового топлива нами были проведены сравнительные испытания автомобиля Toyota Land Cruiser 100, оборудованного штатной бензиновой системой питания и дополнительным ГБО 4-го поколения. Установлена высококачественная продукция итальянской компании BRC, гарантирующая эффективную и безопасную работу на газовом топливе в любых условиях эксплуатации. Электронный блок управления системы фазированного впрыска газа BRC Sequent Plug&Drive полностью интегрируется с компьютером автомобиля, система подстраивается под любой режим работы двигателя. Газовый редуктор BRC GENIUS-MAX обеспечивает стабильное рабочее давление мощных двигателей в любых режимах работы [4]. Стоимость ГБО с учетом монтажа на автомобиле и регистрации оборудования в ГИБДД составила около 70 000 руб.

Характеристики автомобиля Toyota Land Cruiser 100: год выпуска 1997; двигатель 1uz-fe V-8 объемом 4664 см³; мощность 173 кВт; крутящий момент 434 Нм; масса 2245 кг; полный привод Full-time.

Исследования проводились по расходу топлива автомобилем в городском, за городом (на трассе) и смешанном (город -трасса) режимах езды. Минимальный пробег автомобиля на каждом режиме составлял не менее 600 км (две заправки автомобиля топливом). Исследования проводились в апреле и мае месяцах 2019 г. Стоимость топлива в этот период составляла: бензины АИ-95 – 44,27 руб, АИ-92 – 43,30 руб, сжиженный газ пропан-бутан – 26,00 руб. В апреле автомобиль перемещался на пропан-бутановой смеси, а в мае на бензине. Средний расход топлива на 100 км пробега (таблица).

Расход топлива автомобиля Toyota Land Cruiser 100 на 100 км пробега

Вид топлива	Режим езды		
	Городской	Трассовый	Смешанный
Бензин АИ-92	24–25 л	17–19 л	19–20 л
Пропан-бутан	22–23 л	19–21 л	21–22 л

Результаты исследования показали, что расход бензина на данном автомобиле в зависимости от режима езды может быть больше или меньше, чем на пропан-бутановой смеси. По литературным источникам расход на бензине должен быть на 25–30 % меньше, чем на пропан-бутановой смеси. По нашим исследованиям в городе бензина расходуется больше на 10 %, на трассе меньше на 12 %, в смешанном режиме меньше на 10 %.

Проведенные технико-экономические расчеты показали, что установленное на автомобиль Toyota Land Cruiser 100 газобаллонное оборудование окупится в течение года при годовом пробеге автомобиля 26 000 км.

Литература

1. Pogotovkina N. S., Gorchakov Y. N., Kosyakov S. A., Khegay V. D., Almetova Z. V. Motorization in Russia: challenges and solutions. International Journal of Applied Engineering Research ISSN 0973–4562 Volume 10, Number 14 (2015) pp. 34443–34448

2. Горчаков Ю. Н., Легостаев В. Д. Сравнительный анализ автомобилей на рубеже XX и XXI веков. Альтернативные источники энергии в транспортно-технологическом комплексе: проблемы и перспективы рационального использования. 2016. Т. 3. № 2. С. 235–240.

3. ГБО: газ вместо бензина [Электронный ресурс]. URL: <http://krutimotor.ru/gaz-na-avto/> (дата обращения: 15.03.2019).

4. Общее описание систем BRC [Электронный ресурс]. URL: <https://www.mirgaza.ru/o-kompanii-brc/obshchee-opisanie-sistem-brc/> (дата обращения: 15.03.2019).

УДК 629.3.06:658.58

Александр Сергеевич Афанасьев,
канд. воен. наук, профессор
Дмитрий Андреевич Гостинщиков,
магистр
(Санкт-Петербургский
горный университет)
E-mail: a.s.afanasev@mail.ru,
gostinshchikov.dmitry@yandex.ru

Alexander Sergeevich Afanasyev,
c.v.n., Professor
Dmitry Andreevich Gostinshchikov,
master
(Saint Petersburg
Mining University)
E-mail: a.s.afanasev@mail.ru,
gostinshchikov.dmitry@yandex.ru

ДИАГНОСТИРОВАНИЕ АККУМУЛЯТОРНЫХ СИСТЕМ ПИТАНИЯ COMMON RAIL

DIAGNOSIS OF COMMON RAIL ACCUMULATOR SUPPLY SYSTEMS

В статье рассмотрено назначение, устройство и принцип работы системы питания Common Rail, приведены вспомогательные элементы системы, связь электронного блока управления с исполнительными механизмами и датчиками, отражены особенности многократного впрыска топлива и его преимущества. Также указаны основные неисправности и возможные причины неисправностей системы питания дизельного двигателя, представлена методика безразборного диагностирования аккумуляторных систем питания Common Rail дизельных двигателей и предложены необходимые средства технического диагностирования, которые могут быть применены при диагностировании систем питания Common Rail двигателей грузовых автомобилей.

Ключевые слова: дизельный двигатель; безразборное диагностирование; диагностирование Common Rail; диагностический комплект; аккумуляторная система питания; система питания Common Rail.

In the article purpose, arrangement and operation principle of the Common Rail supply system are considered, auxiliary elements of the system, electronic control unit connection with actuators and sensors are given, features of multiple fuel injection and its advantages are reflected. Also, main malfunctions and possible malfunctions causes of diesel engine supply system are indicated, inseparable diagnosis technique of Common Rail accumulator supply systems of diesel engines is presented and necessary technical diagnostics facilities which can be used in the diagnosis of Common Rail supply systems of truck engines are proposed.

Keywords: diesel engine; inseparable diagnosis; Common Rail diagnosis; diagnostic kit; accumulator supply system; Common Rail supply system.

Система питания Common Rail является современной системой впрыска топлива дизельных двигателей (рис. 1).

Разработчиками системы Common Rail являются специалисты известной германской фирмы Bosch. На серийных автомобилях с применением электронного управления такие системы появились в 1997 году.



Рис. 1. Система питания Common Rail

Основное принципиальное отличие системы Common Rail от классической системы питания заключается в том, что топливо к форсункам подается не непосредственно от ТНВД, а от общего накопителя – топливной рампы. Топливная рампa (аккумулятор топлива) представляет собой толстостенный цилиндрический сосуд, способный выдерживать высокое давление, развиваемое ТНВД. В рампе поддерживается постоянное давление топлива с помощью ТНВД и регулятора давления, и каждая форсунка соединена топливопроводом с рампой [1].

Таким образом, особенностью системы Common Rail является разделение процессов создания давления и впрыска топлива, что позволяет получить ряд преимуществ в работе.

Главным преимуществом системы Common Rail является возможность управления подачей топлива посредством компьютера (электронного блока управления), что позволяет осуществлять широкий диапазон регулирования давления, количества и момента начала впрыска топлива.

Система Common Rail состоит из трех основных частей: контура низкого давления, контура высокого давления и системы датчиков. В контур низкого давления входят: топливный бак, топливоподкачивающий насос, топливный фильтр и соединительные трубопроводы. Контур высокого давления состоит из топливного насоса высокого давления (заменяющего традиционный ТНВД) с контрольным клапаном, аккумуляторного узла высокого давления (топливной рампы) с датчиком, контролирующим в ней давление, форсунок и соединительных трубопроводов высокого давления [1].

Принцип работы системы питания Common Rail достаточно прост, и попытки ее применения известны достаточно давно – более полувека назад. Тем не менее, максимального эффекта от использования такой системы питания удастся получить лишь с помощью компьютерного управления работой двигателя, поэтому широкое распространение подобные системы получили лишь недавно. Рассмотрим подробнее работу Common Rail.

С помощью топливоподкачивающего насоса **6** топливо прокачивается через фильтр **7** с влагоотделителем и подается в радиально-плунжерный насос высокого давления **3**, который с помощью эксцентрикового вала приводит в движение три плунжера (рис. 2).

Топливный насос высокого давления напрямую связан с распределительным валом и подает порцию топлива в рампу при каждом обороте, а не так как в обычном двигателе один раз за два оборота.

От ТНВД топливо под большим давлением поступает в топливную рампу **8**, откуда под высоким давлением поступает на электро- или пьезогидравлические форсунки **11**, управляемые компьютером. Излишки топлива от форсунок и ТНВД сливаются в топливный бак **1** через топливопроводы слива (обратный слив) **2**.

В нужный момент блок управления **15** дает команду соответствующим форсункам на начало впрыска и обеспечивает определенную продолжительность открытия клапана форсунки. В зависимости от

режимов работы двигателя блок управления двигателем корректирует параметры работы системы впрыска [1].

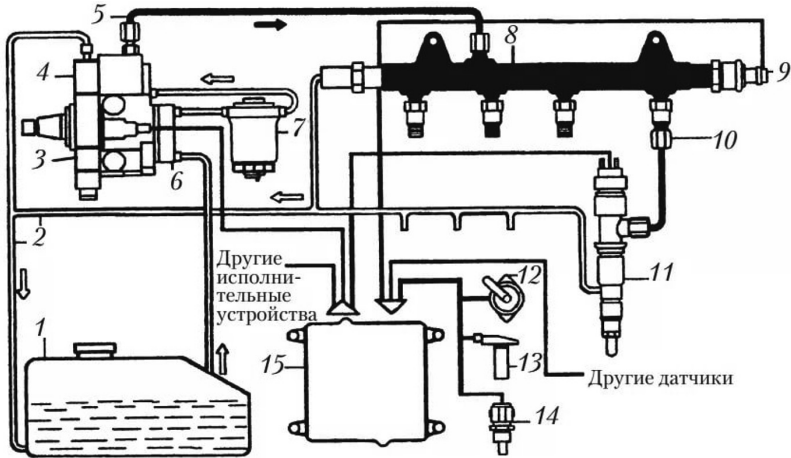


Рис. 2. Схема системы питания Common Rail: 1 – топливный бак; 2 – топливопроводы слива; 3 – ТНВД; 4 – регулятор давления; 5 – топливопровод высокого давления; 6 – топливopодкачивающий насос; 7 – топливный фильтр; 8 – топливная рампа; 9 – датчик давления; 10 – предохранительный клапан; 11 – электрогидравлическая форсунка; 12 – датчик педали акселератора; 13 – датчик частоты вращения и положения коленчатого вала; 14 – температурный датчик; 15 – блок управления.

Начало впрыска и количество топлива, подаваемого в цилиндры двигателя через форсунки, зависит от начала и продолжительности сигнала электронного блока управления 15, формируемого на основании информации от датчиков. Этот сигнал зависит от нескольких параметров, в первую очередь – от режима работы двигателя.

Система управления дизелем включает датчики оборотов двигателя, положения коленчатого вала (датчик Холла), положения педали акселератора, расходомер воздуха, температуры охлаждающей жидкости, давления воздуха, температуры воздуха, давления топлива, кислородный датчик (лямбда-зонд) и некоторые другие.

Давление в системе регулируется по сигналу блока управления с помощью регулятора 4. На холостом ходу оно минимальное, что снижает шум работы форсунок и ТНВД, а при разгоне максимальное для обеспечения лучшей приемистости [1].

Поскольку давление впрыска не зависит от оборотов двигателя и нагрузки, фактическое начало, давление и продолжительность впрыска могут быть свободно выбраны в широком диапазоне значений.

С целью повышения эффективной работы двигателя в системе Common Rail реализуется многократный впрыск топлива в течение одного цикла работы двигателя. При этом различают предварительный впрыск, основной впрыск и дополнительный впрыск.

Предварительный впрыск небольшого количества топлива производится перед основным впрыском для повышения температуры и давления в камере сгорания, чем достигается ускорение самовоспламенения основного заряда, снижение шума и токсичности отработавших газов.

Дополнительный впрыск производится для повышения температуры отработавших газов и сгорания частиц сажи в сажевом фильтре (регенерация сажевого фильтра) [2].

Управление работой системы впрыска Common Rail обеспечивает система управления дизелем, которая объединяет датчики, блок управления двигателем и исполнительные механизмы систем двигателя.

Основными исполнительными механизмами системы впрыска Common Rail являются форсунки, клапан дозирования топлива, а также регулятор давления топлива [3].

Электронный блок управления системы Common Rail получает электрические сигналы от следующих датчиков: положения коленчатого вала, положения распределительного вала, перемещения педали акселератора, давления наддува, температуры воздуха, температуры охлаждающей жидкости, массового расхода воздуха и давления топлива в аккумуляторном узле (рис. 3).

Датчики определяют значения соответствующих физических величин, а ЭБУ на основе полученных сигналов вычисляет необходимое количество подаваемого топлива, дает команду на начало впрыска, определяет продолжительность открытия форсунки, корректирует параметры впрыска и управляет работой всей системы (рис. 4) [4].



Рис. 3. Датчики, необходимые для работы системы Common Rail

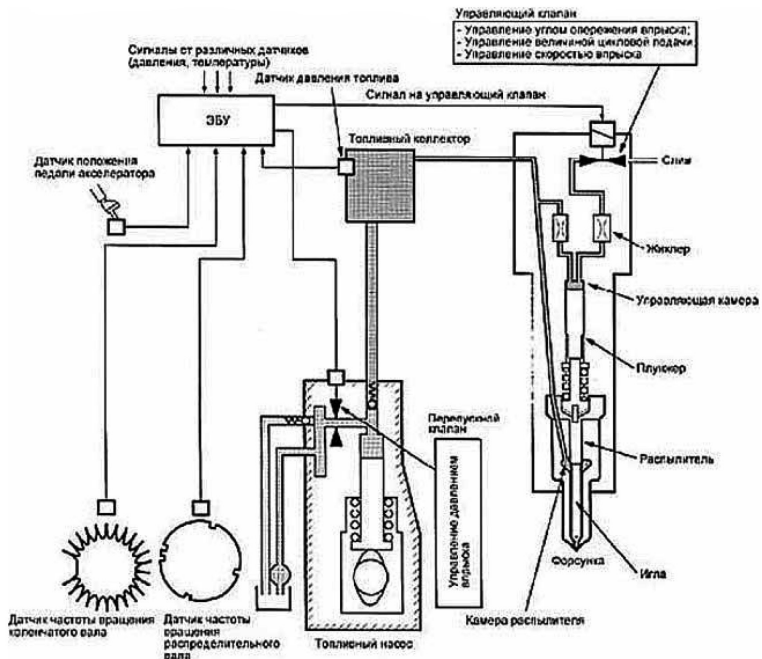


Рис. 4. Связь датчиков с системой Common Rail

В процессе эксплуатации дизельного двигателя в системе питания могут происходить различные отклонения, вызванные рядом неисправностей (табл. 1) [5].

Таблица 1

Основные неисправности и возможные причины неисправностей системы питания дизельного двигателя

Неисправность системы питания дизельного двигателя	Возможные причины
Затрудненный запуск двигателя	<ul style="list-style-type: none"> – ограниченная подача топлива; – не работают свечи накаливания; – засорение трубки вентиляции бака; – попадание воздуха в топливную систему; – не работает электромагнитный запорный клапан или система подогрева; – неправильная установка угла опережения впрыска топлива; – неисправность ТНВД;
Затрудненный запуск двигателя	<ul style="list-style-type: none"> – недостаточная компрессия в цилиндрах двигателя; – изношены или загрязнены форсунки.
Неустойчивая работа двигателя на холостом ходу	<ul style="list-style-type: none"> – попадание воздуха в топливную систему; – загрязнение топлива; – неправильно отрегулирована частота вращения коленчатого вала на холостом ходу; – износ или загрязнение форсунок; – нарушение угла установки опережения впрыска топлива; – неисправность ТНВД; – повреждение или ослабление топливопроводов.
Повышенный расход топлива, дымный выхлоп	<ul style="list-style-type: none"> – загрязнение воздушного фильтра; – негерметичность системы питания; – загрязнение топливопровода слива топлива; – износ или загрязнение форсунок; – нарушение угла установки угла опережения впрыска топлива;

Окончание табл. 1

Неисправность системы питания дизельного двигателя	Возможные причины
Повышенный расход топлива, дымный выхлоп	– неисправность ТНВД; – недостаточная компрессия в цилиндрах двигателя; – неправильная установка зазоров в клапанном механизме.
Снижение мощности и динамики разгона двигателя	– малая цикловая подача ТНВД; – износ или загрязнение форсунок; – нарушение угла опережения впрыска топлива; – недостаточная компрессия в цилиндрах двигателя.

Непосредственно перед диагностированием дизельного двигателя с системой Common Rail необходимо провести идентификацию топливной аппаратуры и системы управления. Целью идентификации является обеспечение правильности алгоритма и получение информации по определению состояния дизельного двигателя [6].

Для реализации методики диагностирования требуется:

- мультимарочный автосканер;
- диагностический комплект «Тестер Common Rail».

Методику диагностирования автомобильных дизельных двигателей, оборудованных системой питания Common Rail с электронным управлением, можно реализовать в несколько шагов (табл. 2) [7].

Таблица 2

**Методика безразборного диагностирования
аккумуляторных систем питания Common Rail
дизельных двигателей**

Шаг	Действия
1	Подключить мультимарочный автосканер к диагностическому разъему автомобиля. Если система самодиагностики не зафиксировала ошибок, появится надпись «Коды ошибок не обнаружены».

Продолжение табл. 2

Шаг	Действия
2	<p>Прокрутить коленчатый вал двигателя стартером, если давление топлива в рампе менее нормативного значения, делаем вывод, что давление топлива в рампе недостаточно. Пуск дизеля затруднен или невозможен. Причиной низкого давления может быть:</p> <ul style="list-style-type: none">– избыточный слив топлива в линию обратного слива от топливных форсунок;– недостаточная производительность ТНВД;– некорректная работа датчика давления. <p>Для установления причины низкого давления используется диагностический комплект «Тестер Common Rail». Основные диагностические процедуры, проводимые с помощью устройств и приспособлений из состава комплекта, не требует снятия приборов топливной аппаратуры, что позволяет протестировать такие элементы, как ТНВД и топливные форсунки без дорогостоящего демонтажа.</p>
3	<p>Оценка слива топлива в линию обратного слива из топливных форсунок проводится с помощью устройства для диагностирования форсунок дизельного двигателя, которое подключается к форсункам гибкими трубками. Двигатель пускается, или прокручивается стартером коленчатый вал в течение 10-15 секунд. В измерительные мензурки устройства через соединительные штуцеры со встроенными клапанами поступает топливо, по количеству которого осуществляется дефектовка топливных форсунок. Если количество топлива в мензурках окажется разным, то мензурка со значительно большим количеством топлива свидетельствует о неисправности, соединенной с ней форсункой, что и является причиной низкого давления в рампе. Неисправная форсунка отключается путем снятия трубопровода высокого давления и установки заглушки на место снятого трубопровода в рампе.</p>
4	<p>Повторно проверяется давление в рампе мультимарочным автосканером путем стартерной прокрутки. Если давление выросло, но недостаточно, необходимо диагностировать ТНВД.</p>
5	<p>Для диагностирования ТНВД используется имитатор сигналов из диагностического комплекта «Тестер Common Rail». Необходимо измерить давление топлива развиваемого ТНВД. Для этого требуется:</p> <ul style="list-style-type: none">– заглушить все топливопроводы высокого давления к форсункам путем установки заглушек из комплекта;

Шаг	Действия
5	<p>– регулятор давления на ТНВД поставить в режим максимальной подачи топлива, отсоединив электрический разъем регулятора и подключив внешний источник тока из комплекта к аккумуляторной батарее автомобиля и разъему регулятора, устанавливается режим максимальной производительности;</p> <p>– вместо регулятора к электрическому разъему кабеля подключить имитатор регулятора давления из комплекта, для того чтобы ЭБУ дизеля не перешел из программы штатного запуска на программу аварийной работы.</p>
6	<p>Оценить давление топлива в рампе мультимарочным автосканером, путем стартерной прокрутки. Если давление топлива в рампе, которое способен создать ТНВД, более 1000 бар, то ТНВД не является причиной низкого давления топлива в рампе в режиме пуска дизеля. Если давление топлива в рампе оказалось ниже 1000 бар, необходимо проверить подкачивающий контур низкого давления.</p>
7	<p>Для проверки подкачивающего контура низкого давления топлива необходимо использовать входящий в состав манометр, подключенный к тройнику с прозрачными гибкими трубками. С их помощью манометр подключается к подкачивающему контуру. При прокрутке коленчатого вала стартером измеряется давление топлива. Если давление соответствует справочному нормативному значению и поток топлива не содержит пузырьков воздуха, то подкачивающий контур исправен. В этом случае могут быть неверные сигналы с датчика давления.</p>
8	<p>Для проверки датчика давления топлива в рампе используется имитатор сигналов. Целью данной проверки является выяснение достоверности поступления сигнала от датчика давления топлива до ЭБУ дизельного двигателя. При такой проверке проверяется исправность электропроводки, входных каскадов ЭБУ и точность сигнала после аналого-цифрового преобразователя внутри ЭБУ. Для проверки необходимо вновь измерить системным сканером давление в рампе. Отключается штатный разъем от датчика давления топлива и вместо датчика подключается имитатор. Подключение имитатора препятствует переходу программы ЭБУ в аварийный режим работы.</p>

8	Подключаем к разъему датчика диагностический прибор через переходник. У имитатора есть еще один электрический разъем. С его помощью блокируется регулятор давления на аккумуляторе (если он конструктивно предусмотрен на рампе). Во время прокрутки стартером определяется давление в рампе по шкале прибора и сравнивается со значением давления топлива, полученного ранее с использованием сканера. Если значения совпадают, то электропроводка и аналого-цифровой преобразователь ЭБУ исправны. Если значения не совпадают, то следует проверить состояние электропроводки путем измерения сопротивления обычным мультиметром.
---	---

Таким образом, данная методика диагностирования при использовании мультимарочного автосканера и диагностического комплекта «Тестер Common Rail» позволяет определить техническое состояние всех элементов системы питания Common Rail для любого дизельного двигателя, где такая система предусмотрена, без демонтажа ТНВД и топливных форсунок. Обеспечивается возможность проведения диагностирования технического состояния методами неразрушающего контроля, что снижает трудоемкость выполняемых работ и продолжительность пребывания подвижного состава в ремонте. Использование методики возможно как в стационарных, так и в полевых условиях, а применяемое диагностическое оборудование благодаря незначительным габаритным размерам и массе может быть размещено в подвижных средствах технического обслуживания и ремонта автомобилей [8].

Для безразборного диагностирования систем питания Common Rail грузовых автомобилей можно применять диагностический комплект Common Rail GrunBaum CR-350 (рис. 5) стоимостью 46 050 рублей.

Диагностический комплект Common Rail GrunBaum CR-350 – расширенный комплект для диагностирования топливных систем дизельных двигателей. С помощью GrunBaum CR-350 проводится полная диагностика системы питания дизеля, без снятия ее элементов с автомобиля. Комплект поддерживает работу с форсунками BOSCH, DENSO, DELPHI [9].



Рис. 5. Диагностический комплект Common Rail GrunBaum CR-350

Главное преимущество GrunBaum CR-350 – полноценное диагностирование системы питания Common Rail без использования дорогих стендов.

В качестве мультимарочного автосканера можно использовать АВТОАС-КАРГО для грузовых автомобилей и автобусов стоимостью 25500 рублей (рис. 6). Сканер АВТОАС-КАРГО предназначен для диагностики систем управления дизельных двигателей грузовых автомобилей и автобусов КАМАЗ, МАЗ, ГАЗ, ПАЗ, ЛиАЗ, УРАЛ, НефАЗ, а также двигателей Mercedes Benz и Cummins [10].

АВТОАС-КАРГО работает совместно с адаптером ECU-Link 3, который поставляется в комплекте. Программное обеспечение работает под управлением персонального компьютера, ноутбука или планшета, оснащенного USB-портом и/или беспроводным модулем Bluetooth с ОС Windows XP/Vista/7/8 (32-х и 64-х разрядных версий).



Рис. 6. Сканер АВТОАС-КАРГО

Литература

1. Топливная система Common Rail. URL: <http://24techno-guide.ru/topliva-naya-sistema-common-rail.php> (дата обращения 11.10.2019);
2. Райф К. Современные системы впрыска топлива дизельных двигателей. – М.: ООО «За рулем», 2013. – 176 с;
3. Диагностика дизеля Common Rail XP. URL: <https://avtomaster21.ru/uslugi-avtoservisa-3/dizelnyj-dvigatel/diagnostika-dizelya-common-rail-xp> (дата обращения 11.10.2019);
4. Диагностирование и ТО системы питания дизельного двигателя. URL: <https://extxe.com/17397/diagnostirovanie-i-to-sistemy-pitanija-dizelnogo-dvigatelja/> (дата обращения 11.10.2019);
5. Габитов И.И., Грехов Л.В., Неговора А.В. Техническое обслуживание и диагностика топливной аппаратуры автотракторных дизелей. Учебное пособие. – Уфа: Изд-во БГАУ, 2008. – 240 с;
6. Афанасьев А.С., Крайнов А.Н., Михалев Ю.В. Комплексное диагностирование автомобильных дизелей по параметрам сопутствующих процес-

сов/ Современные образовательные технологии в подготовке специалистов для минерально-сырьевого комплекса. Сборник научных трудов I Всероссийской научной конференции. 2017. – 159-165 с;

7. Волков Е.В. Методика экспресс-диагностирования дизелей автомобильной техники, оборудованных топливной системой с электронным управлением/ Инженерный вестник Дона, 2018. – № 3. – 10-23 с;

8. Крайнов А.Н., Михалев Ю.В., Хлюпин В.А. Комплексное диагностирование топливной аппаратуры дизелей. Монография/ ВАМТО. – СПб.: ООО «Р-КОПИ», 2017. – 140 с;

9. Набор для диагностики Common Rail GrunBaum CR-350. URL: https://grunbaum.ru/catalog/tovary/tester_davleniya_common_rail_grunbaum_cr_350.html (дата обращения 11.10.2019);

10. Диагностический сканер АВТОАС-КАРГО для грузовых а/м и автобусов. URL: <https://elm327rus.ru/avtoas-kargo/> (дата обращения 11.10.2019).

УДК 629.331

Олег Иванович Жеребцов,

магистр

Владимир Григорьевич Кондратенко,

канд. техн. наук, доцент

(Петербургский государственный

университет путей сообщения

императора Александра I)

E-mail: tehmet_pgups@mail.ru

Oleg Ivanovich Zherebtsov,

master

Vladimir Grigoryevich Kondratenko,

PhD of Sci. Tech., Associate Professor

(Petersburg State

University of Railway Transport

of Emperor Alexander I)

E-mail: tehmet_pgups@mail.ru

СОВРЕМЕННЫЕ МАТЕРИАЛЫ И СРЕДСТВА ИХ НАНЕСЕНИЯ ДЛЯ ОБЕСПЕЧЕНИЯ КАЧЕСТВЕННОЙ ЗАЩИТЫ АВТОМОБИЛЕЙ ОТ КОРРОЗИИ

MODERN MATERIALS AND MEANS FOR THEIR APPLICATION TO ENSURE THE QUALITY PROTECTION OF CARS FROM CORROSION

В статье рассмотрены факторы, отрицательно влияющие на состояние кузова и агрегатов автомобиля, вызывающие их коррозию. Ведущую роль в этом принадлежит электрохимической коррозии. Для защиты автомобиля от агрессивного воздействия окружающей среды на разных этапах применяются различные подходы. На стадии проектирования автомобиля – за счет подбора оптимальных материалов и конструктивных решений. В процессе эксплуатации – за счет применение различных защитных покрытий: лакокрасочных, гальванических и других. Наиболее перспективным направлением, по мнению авторов, является внедрение пленкообразующих ингибированных нефтяных составов. Коррозионное разрушение узлов и агрегатов автомобилей, является, и в настоящее время актуальной проблемой, окончательного решения которой на данный момент не существует.

Ключевые слова: автомобиль, коррозия, оптимальные материалы, конструктивные решения, защитные покрытия.

The article considers factors that negatively affect the condition of the body and vehicle components, causing their corrosion. The leading role in this belongs to electrochemical corrosion. Different approaches are used to protect the car from aggressive environmental influences at different stages. At the design stage of the

car – due to the selection of optimal materials and structural solutions. During operation – due to the use of various protective coatings: paint, varnish, galvanic and others. The most promising direction, according to the authors, is the introduction of film-forming inhibited oil formulations. Corrosion destruction of components and assemblies of automobiles is, and is currently an urgent problem, the final solution of which does not currently exist.

Keywords: automobile, corrosion, optimal materials, structural solutions, protective coatings.

Современные условия эксплуатации автомобилей отличаются высокой степенью агрессивного воздействия окружающей среды на узлы и агрегаты автомобилей. В зимний период очень сильное влияние оказывает применение на дорогах антигололедных реагентов. В процессе эксплуатации автомобиля данные вещества негативно воздействуют на его внешние и внутренние поверхности, приводя к их постепенному разрушению. Этой проблеме посвящено ряд работ, выполненных сотрудниками и студентами кафедры «Технология металлов» ПГУПС [1–3].

Наиболее значимую роль в процессе выхода из строя металлических деталей и элементов автомобиля играет коррозия. Но главную роль в процессе коррозионного разрушения автомобиля играет электрохимическая коррозия.

На устойчивость автомобиля к коррозии оказывают влияние множество факторов, среди которых основными являются: среда эксплуатации; объем противокоррозионных мероприятий; способ эксплуатации и хранения автомобиля [4]. Наиболее подвержены коррозионному разрушению черные металлы, широко применяемые в конструкции автомобилей. Коррозия элементов конструкции приводит к ускоренному выходу из строя автомобильного подвижного состава.

Для защиты автомобилей от коррозии существует целый комплекс мероприятий, который можно условно разделить на две большие группы. В первую группу входят все мероприятия по устранению причин, вызывающих коррозию, и во вторую – средства защиты автомобиля от воздействия агрессивных сред [5].

Полностью снять проблему коррозионного разрушения позволило бы устранение причин коррозии. Консервация автомобилей в чехлах из полимерных пленок, в контейнерах с осушенным воздухом или

азотом является весьма дорогостоящей процедурой, и поэтому применяется не часто. Способ консервации автомобиля и его крупно-размерных узлов и агрегатов с помощью упаковочных ингибированных бумаг не применяется ввиду сложности и малой эффективности.

Предупредительной мерой по снижению интенсивности протекания процесса коррозии является устранение агрессивного действия соли, применяемой в зимнее время на дорогах, и предотвращение загрязнения окружающей среды промышленными отходами [6].

Для защиты автомобиля от агрессивного воздействия окружающей среды применяются различные подходы. Так, на стадии проектирования новых автомобилей – путем выбора оптимальных материалов и конструктивных решений можно существенно уменьшить коррозионные разрушения. Основные материалы, применяемые в настоящее время в автомобилестроении: металлы (22 %), металлопродукция (33 %), цветные металлы (10 %), пластик (16 %), резина (7 %), стекло (2 %) и прочее (10 %).

В автомобилестроении композиционные материалы используются уже много лет, и объем их применения растет. Первоначально они в основном использовались для отделки салона автомобиля и в деталях не несущих существенных нагрузок, то в настоящее время композиты стали использоваться в крупногабаритных корпусных деталях, а некоторые зарубежные компании, и вовсе изготавливают автомобили, кузов которых полностью состоит из композитов.

В некоторых автомобильных кузовах нашла применение оцинкованная сталь [7–8]. Если даже кузов автомобиля сделан из обычной стали, то чаще всего он подвергается двусторонней оцинковке, однако этот процесс недешевый. Первым серийным автомобилем с полностью оцинкованным кузовом стал седан Audi 80 в 1986 году.

Оцинковку кузова можно заменить с помощью устройства катодно-протекторной защиты (электрохимической). Главное преимущество данного устройства заключается в антикоррозионной обработке труднодоступных поверхностей: внутренняя часть дверей, багажника, крышки капота и полости крыльев; потолок салона; пороги авто и днище.

Находит применение для изготовления кузовов и нержавеющей сталь, из нее изготовлены многие узлы и агрегаты транспорт-

ных средств: отделка салона, выхлопные системы, трубы, топливные баки и так далее. Автомобиль из нее дорог в производстве, тяжел и лишен необходимой прочности.

Применяются в автомобилях и алюминиевые сплавы, которые легче стали в несколько раз и более стойкие к ржавчине, однако гораздо дороже в изготовлении, и их сложнее сваривать. Причем, у алюминиевых конструкций есть недостаток – они не могут обеспечить необходимую прочность. Например, в конструкции первого поколения автомобиля модели Audi A8 (рисунок) были широко применены алюминиевые детали, но в моделях следующих поколений их частично пришлось заменить стальными, из-за недостаточной прочности при столкновении.



Автомобиль Audi A8 первого поколения
с алюминиевым кузовом, хранится в заводском музее

Титановые сплавы прочнее алюминия и лишены его недостатков, но они в 6 раз дороже. Представитель подобного автомобиля – это Icona Vulcano Titanium за 2,5 млн. долларов.

Уменьшить интенсивность коррозионного разрушения автомобиля возможно с помощью оптимизации конструкции кузова. Для этого,

при проектировании автомобиля следует избегать создания различного рода «карманов», в которых собирается дорожная грязь и влага.

Эффективным способом защиты от коррозии является применение защитных покрытий. Данный способ находит свое применение в течение длительного времени. Наряду с ним в последние годы все более широкое распространение приобретают консервационные и рабоче-консервационные нефтепродукты, а также специальные пленочные покрытия, содержащие маслорастворимые ингибиторы коррозии.

В зависимости от назначения все нефтяные материалы для защиты автомобилей от коррозии можно разделить на две группы: для наружной противокоррозионной обработки и для защиты от коррозии деталей двигателя, трансмиссии и других агрегатов. Для внутренней защиты от коррозии элементов двигателя, трансмиссии, гидроприводов и других узлов все большее распространение получают топлива, смазочные материалы и жидкости с улучшенными защитными свойствами, содержащие противокоррозионные присадки и ингибиторы коррозии.

Защитные покрытия представляют собой прочные полимеры, обладающие адгезией к поверхности кузова. В их состав входят ингибиторы для блокирования коррозии, ультрафиолетовые абсорберы для противостояния солнечным лучам, добавки, нейтрализующие агрессивное воздействие кислотных дождей, и многие другие ингредиенты.

Для наружной консервации элементов автомобиля используют четыре типа защитных материалов: пластичные смазки, мастики, консервационные масла и пленкообразующие ингибированные нефтяные составы (ПИНСы).

К достоинствам пленкообразующих ингибированных нефтяных составов относятся широкий спектр применения, способность противостоять механическому изнашиванию, высокая термостойкость и морозостойкость, инертность к резинам и пластмассам, стойкость к воздействию ультрафиолетовых лучей. Перспективно использование пленкообразующих ингибированных нефтяных составов в качестве второго защитного слоя поверх различного рода мастик.

Положительные результаты дает и применение пленкообразующих ингибированных нефтяных составов для защиты скрытых поло-

стей в конструкции кузова автомобилей методом распыления через дренажные и специально просверленные отверстия. Проведенные исследования показали, что наиболее эффективно совместное нанесение изоляционных и активных ПИНСов.

Для защиты днища и колесных арок применяются специальные мастики. По своему составу они делятся на три основные группы: сланцевые, битумно-каучуковые и мастики на основе полимеров и эпоксидных смол. Мастики обеспечивают защиту металла, препятствуя воздействию на него коррозирующих факторов. В состав мастик для обработки днища и колесных арок включаются ингибиторы коррозии и модификаторы ржавчины. По своим условиям работы, средства защиты днища значительно отличаются от покрытий внешней поверхности кузова. Мастики служат для снижения уровня шума внутри автомобиля, связанного с вибрацией кузова, предохраняют днище и крылья автомобилей от ударов щебня, песка и гравия, и от воздействия агрессивных факторов, тем самым снижая коррозионный износ кузова.

Своевременная профилактика, нанесение защитных покрытий и ремонт повреждений лакокрасочного покрытия на внешней поверхности автомобиля – являются эффективным средством для сохранения кузова от коррозии. По результатам сравнения характеристик средств, применяемых для борьбы с коррозионным разрушением автомобиля, наиболее перспективно применение пленкообразующих ингибированных нефтяных составов. Проведенные исследования показали, что совместное нанесение изоляционных и активных ПИНСов позволяет значительно продлить срок эксплуатации автомобиля, что положительно сказывается на экономической эффективности его эксплуатации.

Коррозионное разрушение узлов и агрегатов автомобилей является актуальной на сегодняшний день проблемой, окончательного решения которой на данный момент не существует. Для продления срока службы автомобилей необходимо своевременно производить обработку кузовов антикоррозийными средствами.

Литература

1. Шкляев Д. Н., Будюкин А. М. Анализ причин коррозионного разрушения узлов автомобиля. В сборнике: Современные технологии, применяемые при обслуживании и ремонте автомобилей. Сборник трудов конференции студентов, магистрантов, аспирантов и молодых ученых. Петербургский государственный университет путей сообщения Императора Александра I. 2017. С. 70–72.
2. Грачев Д. И., Будюкин А. М. Результаты применения керамических покрытий для защиты наружной поверхности кузова автомобилей. В сборнике: Современные технологии, применяемые при обслуживании и ремонте автомобилей. Сборник трудов конференции студентов, магистрантов, аспирантов и молодых ученых. Петербургский государственный университет путей сообщения Императора Александра I. 2017. С. 68–70.
3. Воробьев А. А., Баранов Н. О. Анализ методов антикоррозионной обработки грузовых автомобилей в условиях умеренного климата. В сборнике: Современные технологии, применяемые при обслуживании и ремонте автомобилей. Материалы национальной научно-технической конференции студентов, магистрантов, аспирантов и молодых ученых. 2018. С. 12–14.
4. О коррозии. URL: <http://www.okorrozii.com/> (дата обращения 12.12.2016).
5. Исаев Н. И. Теория коррозионных процессов: учебник для вузов. М.: Металлургия, 1997. 368 с.
6. Золотницкий В. А. Как продлить срок службы кузова. М.: ИД «ИНФРА-М», 1997. 77 с.
7. Шевченко А. А. Химическое сопротивление неметаллических материалов и защита от коррозии. Учебное пособие. М.: Химия, КОЛОСС, 2004. 248 с.
8. Автомобили с оцинкованным кузовом. URL: <http://autogener.ru/ocinkovka-kuzova/> (дата обращения 18.12.2016).

УДК 629.331

Олег Иванович Жеребцов, магистр
Алексей Митрофанович Будюкин,
канд. техн. наук, доцент
(Петербургский государственный
Университет путей сообщения
императора Александра I)
E-mail: tehmet_pgups@mail.ru

Oleg Ivanovich Zherebtsov, master
Aleksey Mitrofanovich Budykin,
PhD of Sci. Tech., Associate Professor
(Petersburg State University
of Railway Transport
of Emperor Alexander I)
E-mail: tehmet_pgups@mail.ru

**ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ ПЕРЕХОДА
АВТОМОБИЛЕЙ НА ГАЗОМОТОРНОЕ ТОПЛИВО
В СВЕТЕ РЕШЕНИЙ ГОСУДАРСТВЕННОЙ ПРОГРАММЫ**

**EVALUATION OF THE EFFICIENCY OF THE TRANSITION
OF CARS TO GAS-FUEL FUEL IN THE LIGHT
OF DECISIONS OF THE STATE PROGRAM**

В данной статье авторами проанализировано состояние экологической безопасности, связанной с эксплуатацией автомобильного транспорта в России и за рубежом. Приведены статистические данные, характеризующие динамику ее изменения за последние 10 лет. Сделан прогноз о возможности положительного решения этой проблемы в ближайшие годы. Выполнен анализ возможностей перехода России на стандарт Евро-6 в 2019 году. Так же дана оценка успешности решений, возникающих в России проблем при переходе автомобильного транспорта на газомоторное топливо и путей их решения согласно принятых постановлений Правительства РФ от 13.01.1993года, 13.05 2013 года, 14.06.2019 года и Поручений Президента РФ от 18.03.2018 года.

Ключевые слова: автомобиль, газомоторное топливо, дизельное топливо, бензин, экологическая безопасность, государственная программа.

In this article, the authors analyzed the state of environmental safety associated with the operation of road transport in Russia. and abroad. Statistical data are presented that characterize the dynamics of its change over the past 10 years. A forecast is made on the possibility of a positive solution to this problem in the coming years. The analysis of the possibilities of Russia's transition to the Euro-6 standard in 2019 is performed. An assessment is also given of the success of solutions to problems encountered in Russia during the transition of motor vehicles to gas engine fuel and ways to solve them in accordance with the adopted resolutions of the Government

of the Russian Federation dated January 13, 1993, May 13, 2013, June 14, 2019 and Orders of the President of the Russian Federation dated March 18, 2018.

Keywords: automobile, gas engine fuel, diesel fuel, gasoline, environmental safety, state program.

На сегодняшний день в инфраструктуре транспортной отрасли Российской Федерации насчитывается около 4 тыс. крупных и средних автотранспортных предприятий, занятых пассажирскими и грузовыми перевозками. Общий объем автомобильного парка страны в 2020 году составит более 30 млн. автомобилей.

Величина ежегодного экологического ущерба от функционирования транспортного комплекса России составляет более 3,5 млрд. долл. США [1]. Такие масштабы загрязнения экосистемы обусловлены использованием традиционного нефтяного моторного топлива в двигателях транспортных средств. Нарушение выхлопными газами природного баланса химических веществ в атмосфере ставит инженеров перед задачей обеспечения минимальной токсичности отработавших газов ДВС. Многолетний опыт исследований показывает, что добиться решения этой проблемы можно только путем использования альтернативных видов топлива.

При работе на нефтяных жидких видах топлива, в течение года один автомобиль потребляет из атмосферы в среднем более 4000 кг кислорода, выбрасывая при этом с отработанными газами примерно 800 кг угарного газа, 40 кг оксидов азота и почти 200 кг различных углеродов. Суммарно по России от автотранспорта за год в атмосферу поступает колоссальное количество канцерогенных веществ: 27 тыс. т бензола, 17,5 тыс. т формальдегида, 1,5 т бензпирена и 5 тыс. т свинца. В целом по миру, общее количество вредных веществ, ежегодно выбрасываемых автомобилями, превышает 20 млн. т [2]. С точки зрения наносимого экологического ущерба автотранспорт занимает 2-е место, особенно в области загрязнения воздуха в крупных городах (20,45%).

С начала действия стандарта Евро-1 (1993 год) до момента введения Евро-5 (2015 год) удалось добиться многократного снижения выброса вредных веществ, в том числе окиси углерода CO (угарного газа) – от 2,72 до 9,3 раза, оксидов азота (NOx) от 2,4 до 7,9 раза,

взвешенных частиц – от 20 до 50 раз. Ощутимый разброс данных связан с тем, что к каждой категории транспортных средств (с учетом вида топлива) применяются свои нормативы.

Евро-6 (2016-2018 гг.), продолжил традиции своих предшественников, также ужесточил контроль за выбросом выхлопных газов в атмосферу. По сравнению с предыдущими нормами вновь уменьшил допустимый порог содержания оксидов азота (NO_x), твердых частиц (PM) и остаточных углеводородов (HC). При этом двигатели по новому стандарту должны полностью отвечать всем заявленным требованиям на протяжении не менее семи лет с даты изготовления или 700 тыс. км пробега во всех условиях эксплуатации.

Сравнение стандарта Евро-6 с Евро-5 (таблица) для разных категорий автомобилей (с учетом вида топлива) показывает интересную особенность нового регламента, он оставил неизменными нормы для бензиновых двигателей. Похоже, Евро-5 на сегодняшний день и так был достаточно жестким. Евро-6 направлен только против вредоносного влияния на здоровье людей и окружающую среду дизельных двигателей, прежде всего против высокого уровня содержания оксидов азота, выбрасываемых в атмосферу при их работе. По мнению экологов, оксиды азота в 10 раз опаснее угарного газа. Вступая в реакцию с углеводородами, они участвуют в образовании высокотоксичных и канцерогенных соединений, способствуют образованию фотохимического смога и выпадению кислотных дождей. Именно поэтому для тяжелых дизельных двигателей количество допустимой концентрации оксидов азота (NO_x) сократили сразу в пять раз – с 2 до 0,4 г/кВт·ч, уровень твердых частиц (PM) уменьшили в два раза – с 0,02 до 0,01 г/кВт·ч, а содержание остаточных углеводородов (HC) снизили в 3,5 раза – с 0,46 до 0,13 г/кВт·ч.

Для того, чтобы как можно максимально эффективно нейтрализовать оксиды азота в выхлопных газах были разработаны сложные схемы рециркуляции выхлопных газов (EGR – Exhaust Gas Recirculation), систему селективной каталитической нейтрализации (SCR – Selective Catalytic Reduction) с впрыском реагента AdBlue (водный раствор мочевины, 32,5%), усовершенствовали сажевые фильтры. Большинство автоконцернов, чтобы справиться с проблемой соответствия нормам Евро-6, используют именно эти технологии с добавлением своих соб-

ственных наработок. На основе этой технологии появился новый экологический класс грузовиков (Mercedes-Benz Actros IV и Volvo FH) [2].

Европейские стандарты выхлопных газов для легковых автомобилей (категория М), г/км

Стандарт	CO	TCH	NMHC	NOx	HC+MOx	PM	P[#/km]
Дизельное топливо							
Euro-5	0,50	–	–	0,180	0,230	0,005	6×10 ¹¹
Euro-6	0,50	–	–	0,080	0,170	0,005	6×10 ¹¹
Бензин							
Euro-5	1,0	0,1	0,068	0,060	–	0,005	–
Euro-6	1,0	0,1	0,068	0,060	–	0,005	6×10 ¹¹

Установка на дизельные автомобили класса Евро-6 дополнительного оборудования, его обслуживание и необходимость использования AdBlue увеличивают общую стоимость владения транспортным средством и создают определенные неудобства для водителей. В некоторых странах такое решение стимулируется на государственном уровне неплохими денежными компенсациями. Эксперты предполагают, что по этой причине после вступления в силу Евро-6 владельцы легковых дизельных машин в странах ЕС начали активно отказываться от них в пользу других типов автомобилей, в том числе гибридов и электромобилей.

Отечественные автопроизводители заявляют о своей готовности в случае необходимости ускорить переход на Евро-6 в срок до конца 2019 года, но отмечают, что без повышения качества топлива в этом нет никакого смысла. Нефтяники же признаются, что не успели своевременно реконструировать свои перерабатывающие предприятия и винят во всем кризис, вызванный падением цен на нефть. По их мнению, до завершения кризиса модернизация просто разорительна.

С целью повышения уровня экологической безопасности постоянно проводятся успешные исследования в различных направле-

ниях совершенствования рабочего процесса двигателей. В качестве наиболее перспективного экологически чистого моторного топлива, приоритетно использование природного газа. При этом существенно уменьшается токсичность отработавших газов, и почти вдвое сокращаются расходы на горюче-смазочные материалы. Правда, при переводе двухтопливных бензинового или дизельного двигателей, а таких подавляющее большинство, на питание от газобаллонного оборудования, как следствие, снижается максимальная мощность, развиваемая на коленчатом валу.

Во многих зарубежных странах успешно действуют национальные программы перевода автотранспорта на газомоторное топливо. Для этого разработаны соответствующие нормативно-законодательные базы [2,3].

В России также принимались определенные меры по решению проблем повышения экологических показателей автотранспорта. Постановлением Правительства РФ от 15 января 1993 года «О неотложных мерах по расширению замещения моторных топлив природным газом», в частности, предусмотрено сократить объем потребления бензина за счет увеличения выпуска автотранспортных средств, работающих на газообразном топливе.

В августе 2012 г Тамбовская область стала пилотным регионом в реализации проекта Газпрома по переводу транспортных средств на газомоторное топливо (ГМТ), а в мае 2013 г. Правительство РФ приняло постановление о переводе на газовое топливо не менее половины общественного транспорта в стране, но, в тоже время, некоторые страны давно продвинулись в этом направлении еще дальше [2,3].

Однако выполнение решений, принятых постановлением от 2013 г. осуществлялось медленно. Выполнение постановления постоянно «пробуксовывает», и пока поставленные задачи выполнены не в полном объеме. Министерство экономики РФ считает, что низкие темпы реализации заключаются в недостаточном освоении инвестиций, что может привести в итоге к корректировке сроков исполнения.

Поэтому в мае 2016 г. был разработан проект Постановления Правительства Российской Федерации «Об утверждении государственной программы Российской Федерации «Внедрение газомоторной техники с разделением на отдельные подпрограммы по авто-

мобильному, железнодорожному, морскому, речному, авиационному транспорту и технике специального назначения» Ответственный исполнитель – Минтранс РФ. Также были разработаны специальные подпрограммы, такие как «Внедрение газомоторной техники на автомобильном транспорте».

Согласно паспорта Программы предполагалось: поэтапный переход на использование газомоторного топлива на автомобильном и других видах транспорта; развитие парка газомоторных транспортных средств, мощностей по производству газомоторного топлива, газотранспортной и сервисной инфраструктуры; формирование механизмов стимулирования исследований, разработки и производства транспортных средств и техники специального назначения, использующих газомоторное топливо; снижение объемов выбросов в окружающую среду за счет перехода на использование газомоторного топлива в расчете на одно транспортное средство составит 50 % по отношению к уровню 2015 года. Программа должна была реализована в один этап (2017–2020 гг.). Объемы бюджетных ассигнований на этот период планировались 76 млрд. рублей. Кроме того, финансирования Программы предусматривалось за счет внебюджетных средств в объеме более 160 млрд. руб. Сроки реализации этого финансирования – 2018–2022 годы.

В результате реализации комплекса всех мероприятий, предусмотренных в Программе, должно было также произойти: развитие инфраструктуры, необходимой для производства, транспортировки и хранения сжиженного и компримированного природного газа; увеличение доли объема потребления природного газ в качестве моторного топлива в 3,9 раза по отношению к уровню 2015 года; осуществлен ряд научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ с целью расширения номенклатуры транспортных средств и специальной техники, использующих газомоторное топливо; реализация мер по стимулированию использования экологически чистого газомоторного топлива (компримированного и сжиженного газа); формирование механизмов стимулирования использования газомоторного топлива на транспорте.

Принятие новой программы с четко сформулированными задачами, утвержденными исполнителями и соисполнителями, а также

гарантированное значительное финансирование как из бюджетных и внебюджетных источников, должны были быть созданы все условия для успешного перехода на газомоторное топливо. Но новая программа не была утверждена Правительством РФ.

Для придания нового импульса решению поставленной задачи по переходу на газомоторное топливо, Президент РФ 18.03.2018 г. утвердил перечень поручений Правительству по вопросу расширения использования газа в качестве моторного топлива, а 14.06.2019 г. Правительство РФ приняло постановление о развитии рынка газомоторного топлива.

Сегодня на российском рынке уже предлагается автовладельцам современное оборудование под два вида природного газа – пропан (пропан-бутан) и метан. Само топливо в первом варианте стоит чуть дороже и находится в жидком состоянии, во втором – дешевле и в газообразном. Перевод автомобиля на газовое топливо не требует конструктивной переделки двигателя (ни бензинового, ни дизельного): достаточно установить газобаллонное оборудование [4].

Горючие газы, применяемые в качестве моторного топлива для автомобилей, можно условно разделить на три основных вида сжатые нефтяные и природные газы (криогенные) и сжатые природные газы (компримированные). К серьезным недостаткам горючих газов сегодня можно отнести только: малое количество заправок и сервисов по ремонту; а также отсутствие легких, высокопрочных и дешевых баллонов. К достоинствам то, что топливовоздушная смесь, приготовленная на основе природного газа, не содержит жидкие фазы. Благодаря этому, как показали эксплуатационные испытания, моторесурс двигателя и срок службы свечей зажигания увеличивается на 30-40%, а срок службы масла – в 2–3 раза.

Газовую топливную аппаратуру можно устанавливать на любой модели легковых автомобилей отечественного и иностранного производства, оснащенных карбюраторными двигателями или двигателями с системой впрыска топлива и электронным управлением, если конструкция позволяет разместить в багажнике цилиндрический или тороидальный баллон с газом. Улучшение данных характеристик достигается путем совершенствования методов технической

эксплуатации автомобилей, с помощью внедрения научных методов для достижения необходимых показателей. На практике это реализуется автомобильной промышленностью за счет выпуска автомобилей новых конструкций, обладающих большей эксплуатационной надежностью и ремонтпригодностью. Кроме того, хотелось бы отметить, что использование двухтопливных двигателей, которые на сегодняшний день составляют большинство автомобильного парка лишает возможности полной реализации серьезных преимуществ газа таких, как повышение мощности и улучшение топливной экономичности за счет увеличения степени сжатия. Поэтому недавно на рынке РФ уже появились заводские автомобили, предназначенные для использования только газомоторного топлива.

В результате проведения всех указанных мероприятий можно достигнуть снижения трудоемкости технического обслуживания и ремонта автомобилей, и увеличения межремонтных пробегов автомобилей и их агрегатов. При совершенствовании системы эксплуатации газобаллонного оборудования, как следствие, происходит увеличение научно-материальной технической базы, что приводит к дальнейшему развитию и использованию все более новых средств автоматизации и механизации производственных процессов по применению газобаллонного оборудования на автотранспорте.

Конструктивные решения комплектующих устройств газобаллонной аппаратуры отличаются большим разнообразием в зависимости от типов двигателей, для которых они предназначены, и от завод-изготовителей, их производящих [4].

В заключении хотелось бы вновь вернуться к теме экологической безопасности. Как уже отмечалось, в настоящее время особенно остро стоит вопрос по улучшению экологической обстановки в России. Переводятся на работу на газе ТЭЦ и транспорт – в основном автомобильный. Последние исследования, проведенные на двигателях внутреннего сгорания, показали, что при сжигании природного газа в среднем в два раза снижается в продуктах сгорания концентрация углеводородов СН, оксида углерода в 20 раз, оксида азота более чем в 15 раз [5].

Природный газ имеет самые низкие показатели по: «индексу глобального потепления»; выбросам CO_2 ; влиянию на разрушение озо-

нового слоя; эмиссии окиси углерода (CO) и оксидов азота (NO_x); уменьшению выброса твердых частиц и копоти; уменьшению шума при работе двигателя; отсутствие в выхлопе серы.

Кроме того, при переходе автозаправочных станций с нефтяных на криогенные компримированные топлива экологическая обстановка существенно изменится к лучшему. Известно, что зоны территорий вблизи нефте (бензино) хранилищ, как правило, с течением времени превращаются в экологически неблагоприятные территории в связи с попаданием нефтепродуктов в почву. В результате эти нефтепродукты попадая в водоносные горизонты, наносят огромный экологический и экономический ущерб. Ничего подобного при использовании криогенных и компримированных топлив случиться не может.

Все криогенные хранилища создаются в заглубленном исполнении, имея в виду, что при возможных их аварийных разрушениях испаряющееся горючее как бы оказывается в естественной обваловке. Площадь поверхности его испарения не будет увеличиваться. Любое воспламенение испаряющегося криогенного топлива приведет лишь к дефлаграционному сгоранию, а в качестве защиты можно применить лишь орошение окружающих объектов, локализуя зону горения. По данным ВНИИПО и ИХФ РАН возникновение детонации, образующейся горючей газовой смеси в свободном неограниченном объеме практически исключено [5]. Немаловажным фактором является и то обстоятельство, что при проливе криогенного топлива на землю аварийная ситуация в этой зоне будет существовать значительно меньше времени, чем при проливе нефтяных топлив.

Литература

1. Гук Г.А., Богачев А.В. Воздействие автотранспортного комплекса на экологию региона. URL: http://mkgtu.ru/docs/KONF_SEM/gu_bogachev.pdf (дата обращения: 18.01.2017).
2. Богданов А.Ф., Гришакин В.А. Перспективы использования современных видов топлива для автомобилей. В сборнике: Современные технологии, применяемые при обслуживании и ремонте автомобилей материалы национальной научно-технической конференции студентов, магистрантов, аспирантов и молодых ученых. 2018. С. 105–110.

3. Зонов В.О., Будюкин А.М. Перспективы применения альтернативных видов топлива. В сборнике: Современные технологии, применяемые при обслуживании и ремонте автомобилей Сборник трудов конференции студентов, магистрантов, аспирантов и молодых ученых. Петербургский государственный университет путей сообщения Императора Александра I. 2017. С. 54–56.

4. Кондрагено В.Г., Соловьев Д.А. Эффективность применения горючих газов в качестве альтернативного топлива автомобилей. В сборнике: Современные технологии, применяемые при обслуживании и ремонте автомобилей материалы национальной научно-технической конференции студентов, магистрантов, аспирантов и молодых ученых. 2018. С. 34–36.

5. Ласточкин М.А, Перепеченов А.М. Влияние сжиженного природного газа на экологическую обстановку при хранении и транспортировке. В сборнике: Современные технологии, применяемые при обслуживании и ремонте автомобилей материалы национальной научно-технической конференции студентов, магистрантов, аспирантов и молодых ученых. 2018. С. 75–78.

УДК 656.075

Владислав Витальевич Зайцев,

магистр

(Санкт-Петербургский государственный

архитектурно-строительный университет)

E-mail: vladislav_v_z@mail.ru

Vladislav Vitalevich Zaitsev,

master

(Saint Petersburg State University

of Architecture and Civil Engineering)

E-mail: vladislav_v_z@mail.ru

РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИЙ ТЕХНИЧЕСКОЙ ЭКСПЛУАТАЦИИ В СЕРВИСЕ КРАТКОСРОЧНОЙ АРЕНДЫ АВТОМОБИЛЕЙ – КАРШЕРИНГЕ

DEVELOPMENT OF TECHNOLOGIES FOR TECHNICAL OPERATION IN THE SERVICE OF SHORT-TERM CAR RENTAL – CARSHARING

В статье описано, что представляет собой, и как работает сервис кратковременной аренды автомобилей – каршеринг. Рассказано об основных преимуществах сервиса, как одного из видов общественного транспорта. Описаны проблемы рынка каршеринга в настоящее время. Описаны мероприятия по устранению проблем, которые присутствуют на рынке каршеринга в настоящее время. Предложены технологии по обслуживанию автомобилей, задействованных в сервисе. Заключительная часть статьи посвящена идее создания новой системы тарифов, которая позволяет решить ряд проблем, имеющихся в сервисе в настоящий момент.

Ключевые слова: сервис кратковременной аренды автомобилей, каршеринг, техническое обслуживание и ремонт, тарифы.

The article describes what the short term car rental is and how it works. It is told about the main advantages of the service, as one of the types of public transport. The problems of the present day's car-sharing market are described. The measures of eliminating the carsharing market's problems of the present time are also described. There are proposed Technologies for maintenance of auto-mobiles, that are involved in the service. The final part of the article is devoted to the idea of creating a new system of tariffs, which allows to solve number of problems in carsharing now.

Keywords: short-term car rental service, carsharing, technical maintenance and repair, ta-riffs.

Каршеринг – вид общественного транспорта. Представляет собой сервис аренды автомобилей для краткосрочных поездок[4].

В настоящее время в России данный сервис активно развивается. Автопарк транспортных средств каршерингов России, в настоящий момент, составляет 25000 единиц[3].

Основные преимущества сервиса, как одного из видов общественно транспорта[1]:

– Уменьшение количества личного транспорта на дорогах. Один автомобиль каршеринга позволяет заменить 10 личных автомобилей.

– Улучшение дорожной ситуации в городе. В результате снижения количества автомобилей на дорогах, снижается вероятность возникновения транспортных заторов, а также аварий.

– Улучшение экологической обстановки в городе. С уменьшением количества автомобилей, уменьшаются также и вредные выбросы в городскую среду.

– В большинстве случаев способен заменить человеку личный автомобиль. Во многих случаях поездка на каршеринге получается выгоднее службы такси.

Проблемы рынка каршеринга в настоящее время[2]:

– Для создания и введения деятельности необходим большой капитал. Большой парк автомобилей, который нужно своевременно и систематически обслуживать влечет за собой большие денежные затраты.

– Дорогое обслуживание ведет к повышению тарифов на использование сервиса, что в свою очередь уменьшает спрос. По статистике, в течение суток 23% парка автомобилей не используются. Они не приносят выгоды и только занимают общественное пространство.

– Нелогичность тарифов. Пользователи не замотивированы относиться бережно к автомобилю, так как в большинстве тарифов оплата запоездки ведется по минутам. В итоге большинство пользователей пытаются уменьшить время поездки путем увеличения скорости передвижения. А это, в свою очередь, несет нарушение правил ПДД и угрозы для других участников движения. Происходит большой износ автомобилей.

Первое, что необходимо сделать для устранения вышеописанных проблем— это создать организацию, которая бы брала на себя работу по ремонту и обслуживанию автомобилей, задействованных исключительно в сервисе каршеринга. При этом, услугами данной

организации может воспользоваться любая каршеринговая компания, вне зависимости от размера ее автомобильного парка.

Организация состояла бы из четко взаимосвязанных между собой предприятий, имеющих одинаковую структуру и расположенных в разных районах города (рис. 1).

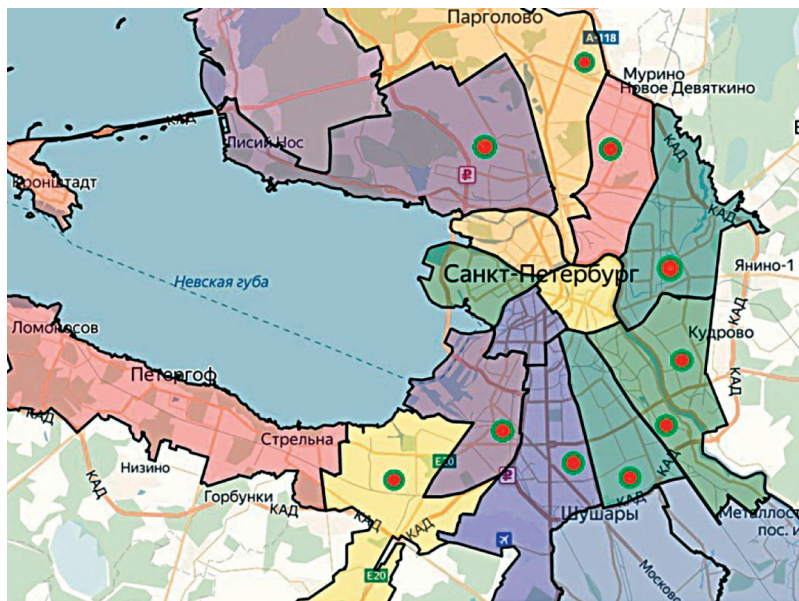


Рис. 1. Пример распределения сети предприятий для обслуживания автомобилей каршеринга в городе Санкт-Петербург

У каждого предприятия имеется своя территориальная зона ответственности, в которой оно осуществляет обслуживание автомобилей. Каждый автомобиль имеет свой уникальный номер в базе данных организации, и электронную историю, которая отображает все ремонтные и обслуживающие действия, которые совершались над автомобилем. Программа автоматически считает время, которое прошло с предыдущих ТО, ТР и мойки автомобиля, и, по регламенту, оповещает службы организации о необходимости нового обслуживания. В итоге, ответственность за автомобиль ложится на то пред-

приятие, в зоне которого этот автомобиль находился в момент оповещения. Исходя из этого, путь от предприятия до места нахождения автомобиля занимает короткий промежуток времени. Таким образом, у каждого предприятия формируется план на определенный отрезок времени, в течение которого оно должно обслужить определенное количество автомобилей.

Все предприятия должны быть идентичны и иметь одинаковую структуру (рис. 2).



Рис. 2. Структура предлагаемого предприятия

На предприятии имеется три въезда:

1. Предназначен исключительно для въезда и выезда автомобилей каршеринга.
2. Предназначен для въезда и выезда автомобилей выездного автосервиса и эвакуаторов.
3. Предназначен для въезда и выезда автомобилей, не принадлежащих организации (например, грузовых автомобилей, доставляющих на склад автозапчасти).

Справа и слева от въезда для автомобилей каршеринга находятся автостоянки с электрическими подзарядными станциями. На стоянке, которая находится справа, располагаются автомобили, ожидающие обслуживания. На стоянке слева располагаются автомобили, которые прошли обслуживание и готовы выйти на линию.

Далее располагается автомойка конвейерного типа для быстрой очистки кузова автомобиля.

Далее идет цех по текущему обслуживанию и текущему ремонту конвейерного типа. В нем автомобили незамедлительно проходят диагностические и регламентные работы по ТО, затем поступают на бензозаправочные станции, затем на стоянку в ожидании выпуска на линию.

Если с автомобилем произошла более серьезная поломка или он попал в ДТП, то автомобиль направляется в цеха слесарно-механических и кузово-окрасочных работ.

Все цеха связаны со складом запасных частей, в котором также располагаются всенепригодные для дальнейшего использования детали и узлы, которые впоследствии утилизируются.

Также на территории предприятия располагаются стоянки автомобилей выездного автосервиса и эвакуаторов. Выездной автосервис позволяет существенно сэкономить время благодаря тому, что проводит обслуживание автомобиля по месту его нахождения (например, осуществляет сухую чистку салона)[5]. Соответственно, выездные автосервисы играют важнейшую роль в системе обслуживания автомобилей каршеринга. Для этих автомобилей на предприятии предусмотрена автозаправочная станция, так как они также на месте направляют автомобили.

Рядом также находится цех, в котором происходит снабжение автомобилей выездного сервиса инструментами и материалами.

Описанная выше система предприятий позволит максимально эффективно обслуживать автомобили, устранять различные поломки, поддерживать их в чистом и опрятном состоянии, а значит сделают поездку на автомобилях более комфортной и безопасной, что, в свою очередь, вызовет положительный отклик как у настоящих, так и у потенциальных пользователей сервиса.

Важным элементом в развитии каршеринга является создание программы для пользователей, которая бы объединила работу автопарков всех компаний в одном месте. В данный момент у каждой компании имеется своя программа, с помощью которой пользователь взаимодействует с автомобилями. Однако создание программного обеспечения, которое бы корректно работало стоит большой

денежных затрат. В итоге это становится большой статьей расходов для больших компаний, и преградой в ведении деятельности у маленьких компаний. К тому же, это создает неудобства пользователям, так как им приходится иметь на своем устройстве несколько разных программ и разбираться в каждой отдельно.

Создание единого программного обеспечения позволило бы существенно упростить процесс взаимодействия с сервисом в целом.

На карте программы отображались бы все имеющиеся в городе автомобили каршеринга с тарифами оплаты. Для пользователя, процесс выбора лучшего предложения среди операторов значительно бы стал легче. К программе можно было бы подключать не только операторов с большим автопарком, но также и маленькие фирмы, у которых нет возможности создавать свое программное обеспечение. В итоге возросла бы конкуренция и не было бы возможности появления монополии в данной сфере.

Одной из основных проблем на рынке каршеринга, как уже говорилось выше, является то, что пользователь не замотивирован бережно относиться к автомобилю. Также есть пользователи, которые нарушают скоростные режимы и создают угрозу другим участникам дорожного движения. Это является прямым следствием того, что оплата аренды рассчитывается по минутам.

Это не только способствует нарушениям, но также отпугивает других потенциальных пользователей от поездок, ведь они боятся попасть в дорожный затор и оказаться в невыгодном положении.

Поэтому необходимо усовершенствовать поминутный тариф и привязать его к данным спидометра.

Пусть N – это сумма стандартной оплаты за минуту использования автомобиля в рублях. Стандартная оплата за минуту начисляется, если хотя бы один раз за этот минутный промежуток времени показания спидометра были от 41 до 60 км/ч. При показаниях спидометра от 21 км/ч до 40 км/ч стандартная оплата снижается на 30 %.

Если показания спидометра на протяжении минуты не поднимались выше 20 км/ч, то N делится на два и получается $N/2$, соответственно, оплата уменьшается в два раза. Это уберегает пользователя от чрезмерных трат в том случае, если он попал в дорожный затор.

Так как автомобили данного сервиса используются исключительно в городе, а максимально допустимая скорость в городе составляет 60 км/ч, значит, что при показаниях спидометра от 61 км/ч до 80 км/ч, оплата в виде наказания увеличивается в два раза и становится 2N.

При показаниях спидометра выше 80 км/ч происходит блокировка аккаунта пользователя, и он больше не сможет арендовать автомобиль.

Ужесточение правил способствует исправлению ситуации в лучшую сторону.

При внедрении всех вышеописанных предложений, сервис каршеринга станет гораздо удобнее, привлечет к себе большее количество людей и станет полноценной частью общественного транспорта городов.

Литература

1. Каршеринг. Что это за бизнес, плюсы, минусы, риски, рентабельность. URL: <https://moyaidea.ru/karshering.html> (дата обращения: 03.09.2018).

2. Каршеринг Клуб. URL: <https://carshering.club/karshering/> (дата обращения: 09.01.2019).

3. Как рынок каршеринга в Москве оказался самым быстрорастущим. URL: https://www.rbc.ru/technology_and_media/ (дата обращения: 27.09.2018).

4. Как это работает? Технологическое оснащение каршеринга – трушеринг. URL: <https://truesharing.ru/b/6179/> (дата обращения: 28.03.2018).

5. Обслуживание каршеринговых автомобилей. Технология обслуживания. URL: <https://www.kolesa.ru/carsharing/> (дата обращения: 29.12.2018).

УДК 629.33:005.52-021.272

Михаил Александрович Овсянников,
магистр

Сергей Александрович Воробьев,
канд. техн. наук, доцент

(Санкт-Петербургский государственный
архитектурно-строительный университет)

E-mail: oma199595@mail.ru,
svorobev@list.ru

Mikhail Aleksandrovich Ovsyannikov,
master

Sergey Aleksandrovich Vorob'ev ,

PhD in tech. Sci., Associate Professor

(Saint Petersburg State University
of Architecture and Civil Engineering)

E-mail: oma199595@mail.ru,
svorobev@list.ru

НЕСОВЕРШЕНСТВО ПРАВОВОЙ БАЗЫ ДЛЯ ВНЕДРЕНИЯ ТЕХНОЛОГИИ СПГ

IMPROVEMENT OF THE LEGAL FRAMEWORK FOR THE INTRODUCTION OF LNG TECHNOLOGY

В статье изложена перспектива развития и внедрения технологии сжиженного природного газа в качестве моторного топлива на автомобильном транспорте для основных потребителей: магистрального, коммунального и городского транспорта. Описано состояние соответствующей инфраструктуры: газовых заправочных станций и законодательной базы, регулирующей эксплуатацию газобаллонных автомобилей и газовых заправочных станций. Приведен список основных нормативных документов, регламентирующих операции, возникающие в процессе эксплуатации газобаллонных автомобилей и газовых заправочных станций. На основе анализа сделаны выводы о мероприятиях, которые необходимо осуществить, для успешного функционирования всей инфраструктуры.

Ключевые слова: ГМТ – газомоторное топливо, АГНКС – автомобильная газовая дополнительная компрессорная станция, КПГ – компримированный природный газ, СПГ – сжиженный природный газ, СНГ – сжиженный нефтяной газ, КриоАЗС – криогенная автомобильная заправочная станция.

The article outlines the prospects for the development and implementation of liquefied natural gas technology as a motor fuel in road transport for the main consumers: trunk, municipal and urban transport. The state of the relevant infrastructure is described: gas filling stations and the legislative framework governing the operation of gas-filled cars and gas filling stations. The list of basic regulatory documents governing the operations arising during the operation of gas-filled cars and gas filling stations is given. Based on the analysis, conclusions are drawn about the activities that need to be implemented for the successful functioning of the entire infrastructure.

Keywords: GMF – gas motor fuel, CNGS – Compressed Natural Gas Station, CNG – compressed natural gas, LNG – liquefied natural gas, LPG – liquefied petroleum gas, CryoAGS – cryogenic automobile gas station.

В современном мире крайне активно развивается автомобилестроение и автоперевозки. Этому способствует быстрый рост и развитие автомобильной промышленности за последние годы. Прослеживается огромный технологический скачок: карбюраторные автомобили на низкооктановом топливе уступили место инжекторным, с распределенным или центральным впрыском топлива, использующим высокооктановый бензин. На дизельных двигателях механические топливные насосы высокого давления уступили место системам аккумуляторного впрыска *common rail*.

Такое активное развитие одновременно устанавливает новые и все более жесткие рамки экологических стандартов для автопроизводителей. Разрабатываются и совершенствуются конструкции двигателя, призванные повысить эффективность и полноту сгорания топлива, снизить токсичность выхлопных газов и сократить выбросы вредных веществ. Для этой же цели автопроизводители оснащают выпускные системы автомобилей дорогостоящими каталитическими нейтрализаторами выхлопных газов, которые призваны превратить вредные и ядовитые вещества в безвредные или значительно снизить их количество.

Кроме этого актуальна не только проблема повышения экологичности, но и истощения запасов традиционного топлива для автомобильных двигателей. Это побуждает рассматривать в качестве топлива альтернативные источники энергии. Например такие, как природный газ метан.

Метан, как газомоторное топливо, является единственной альтернативой традиционным нефтяным топливам. Благодаря своему составу он обладает большей полнотой сгорания, по сравнению с традиционными топливами. Это намного снижает вредные выбросы автомобиля [1]. Природный газ стоит дешевле, чем бензин и дизельное топливо. Поэтому крайне выгодной выглядит идея перевода как минимум магистрального, коммунального и городского транспорта на метан [2],[3].

Технология применения сжиженного природного газа (СПГ) уже более-менее хорошо отработана, но технология сжиженного природного газа (СПГ) намного более выгодна в применении, так как сосуды для СПГ намного легче и вмещают больше газа, чем баллоны для КПП. СПГ технология быстрее окупается и обеспечивает больший пробег на одной заправке [4].

Но для использования СПГ технологии необходимо создать соответствующую инфраструктуру – на данный момент она явно слаборазвита и недостаточна. Если для КПП уже существует небольшое количество АГНКС, то КриоАЗС для заправки СПГ считанные единицы [5].

И, что является самым важным, необходимо создать законодательную базу, регулирующую процессы прохождения технического обслуживания, заправки емкостей с СПГ, дегазации автомобилей перед техническим обслуживанием, повышения квалификации водителей для работы на СПГ автомобилях; сертификации и поверки СПГ емкостей и т. д.

Если рассмотреть существующую законодательную базу, то для КПП существует большинство необходимых регулирующих документов. Например: постановление Ростехнадзора России от 11.06.03 № 91 «Об утверждении правил устройства и безопасной эксплуатации сосудов, работающих под давлением»; программа переподготовки водителей транспортных средств для работы на газобаллонных автомобилях утвержденная Управлением учебных заведений Минтранса РСФСР от 1 января 1995 г; распоряжение Минтранса Российской Федерации от 30.07.2012 г. № НА-96-р «Об утверждении методических рекомендаций по установке газобаллонного оборудования на колесные транспортные средства, находящиеся в эксплуатации в Российской Федерации»; распоряжение ОАО «Газпром» от 15.10.2003 г. № 237 «Об утверждении правил технической эксплуатации и безопасного обслуживания оборудования автомобильных газонаполнительных компрессорных станций» и т. д.

Но для СПГ законодательная база пока крайне скудна и не проработана. Она не обеспечивает должного уровня контроля и регулирования эксплуатации автомобилей на СПГ.

Она представлена следующими нормативными документами: приказ Ростехнадзора от 26.11.2018 N 588 «Об утверждении

Федеральных норм и правил в области промышленной безопасности «Правила безопасности объектов сжиженного природного газа»; «СП 326.1311500.2017. Свод правил. Объекты малотоннажного производства и потребления сжиженного природного газа. Требования пожарной безопасности» (утв. и введен в действие Приказом Приказом МЧС РФ от 27.12.2017 № 597). И некоторыми другими документами, которые не определяют нормы безопасной эксплуатации данного транспорта.

Документов регулирующих эксплуатацию автомобилей, использующих СПГ как моторное топливо, на данный момент не существует. Это создает большие трудности для внедрения и использования этого перспективного вида топлива, а так же неразбериху в правилах ТО и Р ГБО автомобилей на СПГ. Для КПП технологии на данный момент существует документ РД 03112194-1095-03 «Руководство по организации эксплуатации газобаллонных автомобилей, работающих на компримированном природном газе». Он описывает организацию и проведение работ по техническому обслуживанию, ремонту и ежедневному обслуживанию; устанавливает требования к постам, участкам, производственной базе, помещениям, в которых производится ремонт, и местам хранения опорожненных баллонов; регламентирует требования техники безопасности, процедуру освидетельствования газовых баллонов, испытания газовых систем питания, а так же нормы расхода и заправки КПП для ГБО автомобилей; описывает устройство стендов и постов, необходимых для проверки, обслуживания и ремонта газобаллонной аппаратуры и т.д.

Но для СПГ технологии все операции по техническому обслуживанию, ремонту и испытаниям не имеют регламентирующего документа. Например, не понятно, как организовывать процесс дегазации автомобилей работающих на СПГ, ведь метан находится в жидком состоянии, и при попытке дегазации способом, аналогичным КПП технологии, вся арматура обмерзнет в результате сильного падения температуры, что создаст ледяную пробку и сделает выпуск газа невозможным [6]. И еще множество технологических операций, для которых нет регламентирующих их документов.

Подводя итоги, считаю, что первоочередной задачей является решение следующих проблем:

1. Создание нормативно-правовой базы, регулирующей и контролирующей процессы эксплуатации, заправки, ТО и Р автомобилей на СПГ и газовых заправочных станций.

2. Создание развитой сети КриоАЗС и АГНКС с возможностью сжижения природного газа для обеспечения потребности транспорта в сжиженном природном газе, а так же обеспечении удобства подъездных путей к заправочным станциям и снижения холостых пробегов автомобилей.

Эти задачи являются первостепенными в данный момент времени, учитывая тенденции развития рынка газомоторного топлива и альтернативных видов топлива в целом.

Литература

1. ГОСТ 27577-2000 «Газ природный топливный компримированный для двигателей внутреннего сгорания. Технические условия» принят межгосударственным советом по стандартизации, метрологии и сертификации (протокол № 18 от 18 октября 2000 г.). [Электронный ресурс]: URL: <http://docs.cntd.ru/document/1200017921> (дата обращения 2.11.2019).

2. Постановление Правительства Санкт-Петербурга от 30.06.2014г. № 552 «О государственной программе Санкт-Петербурга «Развитие транспортной системы Санкт-Петербурга». [Электронный ресурс]: URL: <http://legrad.info/2014/06/postanovlenie6462.htm> (дата обращения 2.11.2019).

3. Евстифеев А. А. Модель прогнозирования потребления ГМТ в населенном пункте / А. А. Евстифеев // Транспорт на альтернативном топливе. – 2013. – №3. – С. 43–47.

4. Боксерман Ю. И., Чириков К. Ю. Перевод транспорта на газовое топливо. М: Недра; 1988. 220 с.

5. Глазков В. Ф. Анализ и принципы формирования системы заправочных станций газомоторных автомобилей Санкт-Петербурга / В. Ф. Глазков, А. А. Вельниковский // Вестник гражданских инженеров. – 2015. – № 3. – С. 225–228.

6. Певнев Н. Г., Елгин А. П., Бухаров Л. Н.. Техническая эксплуатация газобаллонных автомобилей: Учебное пособие – 2-е изд., переработанное и дополненное. Омск: СибАДИ; 2010. 202 с.

УДК 656.1/.5

Виталий Владимирович Орехов,
магистр
Игорь Олегович Черняев,
канд. техн. наук, доцент
Александра Николаевна Приходько,
канд. экон. наук, доцент
(Санкт-Петербургский государственный
архитектурно-строительный университет)
E-mail: vitalik.orehov95@mail.ru,
chernyaev@rambler.ru,
an_prihodko@mail.ru

Vitaly Vladimirovich Orekhov,
master
Igor Olegovich Chernyaev,
PhD in tech. Sci., Associate Professor
Alexandra Nikolaevna Prihodko,
PhD of Economics, Associate Professor
(Saint Petersburg State University
of Architecture and Civil Engineering)
E-mail: vitalik.orehov95@mail.ru,
chernyaev@rambler.ru,
an_prihodko@mail.ru

ЗАДАЧИ ОБЕСПЕЧЕНИЯ НОРМАТИВНЫХ УСЛОВИЙ ЭКСПЛУАТАЦИИ ШИН ГОРОДСКИХ АВТОБУСОВ

TASKS FOR ENSURING REGULATORY CONDITIONS FOR THE OPERATION OF CITY BUS TIRES

На основе оценки влияния отклонений давления воздуха в шинах от нормативных значений на экономические и экологические результаты эксплуатации транспортных средств показана актуальность темы. Проанализированы существующие методы экспресс-контроля давления воздуха в шинах, в том числе постоянного контроля. Выявлены их недостатки, ограничивающие практическое применение, показана необходимость разработки малозатратной технологии экспресс-контроля, простой для внедрения и постоянного использования. Данная тема предложена Санкт-Петербургским государственным унитарным предприятием пассажирского автомобильного транспорта (СПБ ГУП «ПАССАЖИРАВТОТРАНС»), однако полученные результаты могут быть актуальны не только для данного предприятия, но и для всех автотранспортных предприятий.

Ключевые слова: технологии, системы, средства, обеспечение контроля, давление в шинах, автотранспортные средства.

Abstract: based on the assessment of the effect of deviations of air pressure in tires from standard values on the economic and environmental results of vehicle operation, the relevance of the topic is shown. Existing methods of express control of air pressure in tires, including constant monitoring, are analyzed. Their disadvantages limiting practical application are revealed, the necessity of developing a low-

cost technology for express control, simple for implementation and continuous use, is shown. This topic was proposed by the St. Petersburg State Unitary Enterprise of Passenger Road Transport (SPB GUP PASSAZHIRAVTOTRANS), however, the results obtained may be relevant not only for this enterprise, but also for all motor transport enterprises.

Keywords: technology, systems, tools, procuring control, tire pressure, motor vehicles.

Автобусные перевозки –одни из основных видов городских регулярных перевозок пассажиров.

Например, СПб ГУП «Пассажиравтотранс» – осуществляет деятельность по перевозкам пассажиров автомобильным транспортом общего пользования, а также заказные и другие коммерческие перевозки автомобильным транспортом.

В комплексе мастерских Автобусных парков ведутся работы по техническому обслуживанию и ремонту подвижного состава.

На данный момент СПб ГУП «ПАССАЖИРАВТОТРАНС» располагает 6-ю автобусными парками, которые обеспечивают перевозку пассажиров по 169 маршрутам города, в том числе и пригорода. Подвижной состав предприятия состоит из 1931 автобуса.

Исходя от класса вместимости пассажиров зависит количество колес, установленных на автобусе. На предприятии используется автобусы с 6-ю классами вместимости пассажиров, а именно:

- 1БН – 1 класс большой вместимости, низкопольный (вместимость от 90–139 пассажиров) 1177 автобусов – 6 колес, 1 автобус – 10 колес;
- 2БВ – 2 класс большой вместимости, высокопольный (вместимость от 140–149 пассажиров) 9 автобусов – 8 колес;
- 2БН – 2 класс большой вместимости, низкопольный (вместимость от 140–149 пассажиров) 137 автобусов – 8 колес, 5 автобусов – 10 колес;
- БК – большой класс вместимости (вместимость до 90 пассажиров) 43 автобуса – 6 колес;
- ОБВ – особо большая вместимость, высокопольный (вместимость свыше 150 пассажиров) 15 автобусов – 10 колес;
- ОБН – особо большая вместимость, низкопольный (вместимость свыше 150 пассажиров) 544 автобуса – 10 колес.

Выполнив расчет, было выявлено что в эксплуатации находятся 14138 шин колес по всем автобусным паркам.

С 2016 года по настоящее время СПб ГУП «ПАССАЖИР-АВТОТРАНС» закупает шины бренда Tyrex и Cordiant, производства Ярославского шинного завода, наиболее используемые модели шин Tyrex All Steel VC-1 и Cordiant Professional VC-1.

Примерная стоимость шин в эксплуатации составляет 194 млн. рублей, исходя из данной части баланса предприятия, нарушение условий их эксплуатации, приводящее к сокращению ресурса шин даже на несколько процентов(%), будет выражаться в миллионных потерях.

Факторы влияющие на срок эксплуатации шин[1]:

- Давление воздуха внутри шины;
- Вес транспорта (с грузом);
- Текущее состояние протектора (повреждения, срок эксплуатации);
- Температурный режим во время вождения;
- Скорость движения транспортного средства;
- Квалификация и стиль вождения водителя
- Соответствие расположения колес на оси;
- Надежность заложена в самой конструкции шины.

Вывод: рассмотрев факторы влияющие на срок эксплуатации шин и разобрав дальнейшее последствия состояния шин, было выявлено, что основной фактор оказывающий наибольший ущерб сроку эксплуатации шин – это давление воздуха внутри шины (рис. 1).

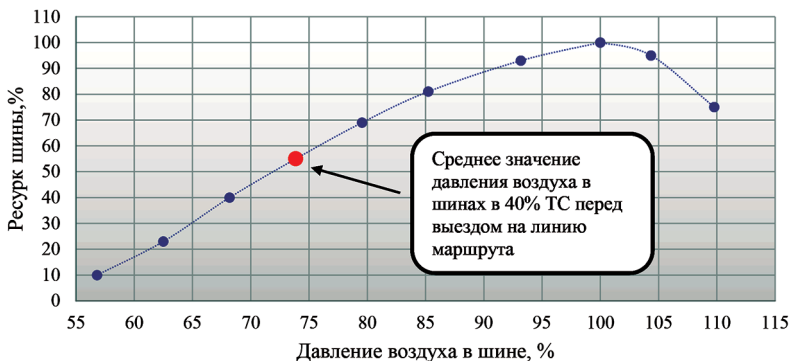


Рис. 1. Влияние давления воздуха в шине CordiantProfessional VC-1 и TyrexAllSteel VC-1 на ее ресурс

Анализ работы автобусных парков показал, что с соблюдением нормативных требований к давлению воздуха в шинах колес автобуса (подвижного состава) возникают проблемы.

Ни в одном парке не ведется статистика контроля давления в шинах перед выпуском автобуса (подвижного состава) на линию. Водители систематически не проверяют давление воздуха в шинах, особенно внутренние шины на двускатных колесах, в виду не удобства конструкции.

Вследствие чего, статистика заявок от водителей, на подкачку колес перед выходом автобуса на линию, очень мала, а также возникают и случаи обнаружения спущенных колес на линии, что приводит к потери линейного времени (простоям) подвижного состава и повышенному износу шин колес.

Не соблюдение нормативных требований к давлению воздуха в шинах автобусов(подвижного состава) приводит к негативным влиянием, а именно:

Первое негативное влияние – уменьшение ресурса ходимости шины до выбега, которое ведет к увеличению затрат на закупку новых шин и объемов хранения изношенных шин.

Второе негативное влияние – увеличение коэффициента сопротивления качению шины колеса, что приводит к дополнительным затратам предприятия на топливо (рис. 2).

Третье негативное влияние – увеличение выбросов из-за увеличения расхода топлива, что приводит к экологическому ущербу, который также выражается в денежных затратах предприятия. Это влияние находится в стадии оценивания.

Суммарные потери на топливо от эксплуатации шин с отклонением давления воздуха в колесе от нормативных требований, могут достичь 115,5 млн. рублей в год, не учитывая затрат на закупку новых шин из-за преждевременного выбега ресурса шин, а также её утилизацию.

Данные потери были рассчитаны через теплотворную способность используемых ДВС на автобусах предприятия, а именно[2]:

– Масса дополнительно сжигаемого топлива Δm , кг, определяется по формуле:

$$\Delta m = m_{cp.TC} \cdot g \cdot l \cdot \frac{f_2 - f_1}{q \cdot \eta} \quad (1)$$

где $m_{cp.TC}$ – средняя полная масса транспортного средства, кг; g – ускорение свободного падения, м/с²; l – среднесуточный пробег транспортного средства, км; f_1 – коэффициент сопротивления качению при нормативном давлении воздуха в шине колеса; f_2 – коэффициент сопротивления качению при отклонении от нормативного давления воздуха в шине колеса; q – теплотворная способность топлива; η – КПД используемого двигателя внутреннего сгорания на автотранспортном средстве.

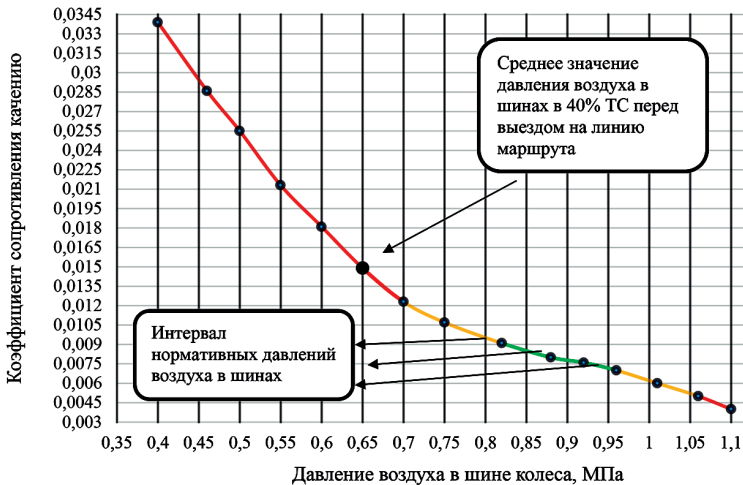


Рис. 2. Зависимость коэффициента сопротивления качению от давления воздуха в используемых шинах на городских автобусах

– Средняя полная масса транспортного средства $m_{cp.TC}$, кг, определяется по формуле:

$$m_{cp.TC} = m_{cp.снар.TC} + (n_{cp} \cdot m_{cp.чел.}) \quad (2)$$

где $m_{cp.снар.TC}$ – средняя масса транспортного средства в снаряженном состоянии, кг; n_{cp} – среднее количество пассажиров, чел.; $m_{cp.чел.}$ – средняя масса человека, кг.

– Объем дополнительно сжигаемого топлива $V_{\text{доп.сгор.}}$, л, определяется по формуле:

$$V_{\text{доп.сгор.}} = \frac{\Delta m}{\rho_{\text{топ.}}}, \quad (3)$$

где $\rho_{\text{топ.}}$ – удельная плотность топлива, кг/л.

– Суммарные потери от эксплуатации шин с отклонением давления воздуха в шине колеса за сутки $c_{\text{н.с.}}$, руб., определяются по формуле:

$$c_{\text{н.с.}} = V_{\text{доп.сгор.}} \cdot c_{\text{л.}} \cdot n_{\text{ТС}} \quad (4)$$

где $c_{\text{л.}}$ – цена 1 литра топлива, руб.; $n_{\text{ТС}}$ – количество транспортных средств с отклонением давления воздуха в шине колеса, ед.

Таким образом существует потребность в серьезном эксплуатационном контроле давления воздуха в шинах колес.

Эксплуатационный контроль давления воздуха в шинах подвижного состава должен соответствовать требованиям, а именно:

– автоматический контроль давления воздуха в шинах колес при ежедневном обслуживании подвижного состава перед выходом на линию;

– охват всех используемых транспортных средств в подвижном составе;

– возможность контроля внутренних шин на двускатных колесах

– малая трудоемкость (экспресс-контроль или онлайн), не приводящая к остановке транспортных средств;

– достоверность и точность измеряемых параметров (данных);

– привязывание результатом измеряемых параметров (данных) к конкретному транспортному средству;

– передачу полученной информации в базу данных парка.

Классификация эксплуатационного контроля давления воздуха в шинах для автотранспортных средств (рис. 3).

На данный момент на предприятии контроль давления воздуха в шинах осуществляется посредством установленных датчиков на каждом колесе транспортного средства, которые передают измеряемые показания давления воздуха в шинах на дисплей в кабину водителя.



Рис. 3. Классификация систем эксплуатационного контроля давления воздуха в шинах для автотранспортных средств

В реальной практике, данная система контроля, через датчики давления воздуха в шине колеса, не выполняет свою функцию, так как на транспортном средстве в среднем установлено шесть датчиков (зависит от количества колес на транспортном средстве) и если один датчик приходит в неисправное состояние, то вся система контроля давления полностью перестает работать и далее ее отключают, ввиду многократных поломок и высокой стоимости датчиков.

Рассмотрев варианты эксплуатационного контроля давления воздуха в шинах колес подвижного состава, для наиболее стабильного и надежного выполнения контроля рекомендуется установить стационарный стенд экспресс-контроля при выезде подвижного состава на линии.

Положительный эффект от использования стационарного стенда экспресс-контроля давления воздуха в шинах колес при выезде подвижного состава на линию, заключается в следующем:

- повышение экономии топлива;
- увеличение ресурса используемых шин;
- экономия времени проверки за счет автоматизации процессов;
- надежность исполнительного оборудования;
- обеспечение безопасности и предотвращение отказов на линии;

- планирование сервиса и расходов;
- снижение вредных выбросов в атмосферу.

Таким образом, для дальнейшего рассмотрения выбирается экспресс-контроль давления воздуха в шинах при выезде подвижного состава на линии маршрутов.

Одним из таких стендов экспресс-контроль давления воздуха в шинах, является зарубежный стенд PNEUSCAN AMT производителя Ventech (Германия)[3]. Стоимость данного стенда в 2017 году составляла 19 млн. рублей. Так как в структуре СПб ГУП «ПАССАЖИРАВТОТРАНС» 6 действующих автобусных парков с комплексами мастерских, то общие затраты на закупку и установку 6 стендов и их доставку могут быть оценены в 115 млн. рублей.

В настоящее время производитель Ventech не реализует свои технологии на внешний рынок.

И в связи с дороговизной стенда PNEUSCAN AMT, экономической целесообразностью его приобретения, отсутствием отечественных аналогов и существующей потребностью в данном стенде экспресс-контроля давления воздуха в шинах, принято решение разработать своё более экономичное оборудование для экспресс-контроля давления воздуха в шинах.

Итак, если обобщить, то целью статьи было показать актуальность решаемой задачи, систематизировать существующие методы ее решение и сформулировать научные задачи для дальнейшей разработки.

Научные задачи, решение которых могут помочь в разработке собственного стенда контроля давления воздуха в шинах:

- установление эмпирической зависимости площади пятна контакта от давления воздуха в шине (планируется провести компьютерное моделирование и натурный эксперимент);
- установление зависимости удельного давления в пятне контакта от давления воздуха в шине;
- разработка алгоритма оценки давления воздуха в шине по косвенным признакам.

Литература

1. Петрушов В. А. Автомобили и автопоезда: Новые технологии исследования сопротивлений качению и воздуха. — М.: ТОРУС ПРЕСС, 2008. — 352 с.: ил.
2. Бухин Б. Л. Введение в механику пневматических шин. — М.: Химия, 1988, 224 с.
3. Стендовое диагностическое оборудование компании VENTECHSystems URL: <http://www.ventech.de/en/products> (датаобращения: 20.09.2019)

УДК 621.8-1/-9

Роман Дмитриевич Попов,

магистр

(Санкт-Петербургский государственный
архитектурно-строительный университет)

E-mail: romashka111222@gmail.com

Roman Dmitrievich Popov,

master

(Saint Petersburg State University
of Architecture and Civil Engineering)

E-mail: romashka111222@gmail.com

МИНИМИЗАЦИЯ ЗАТРАТ ПО ВРЕМЕНИ НА ПРОЦЕСС СЛИВА КОНДЕНСАТА ИЗ ПНЕВМОСИСТЕМ ГОРОДСКИХ АВТОБУСОВ

MINIMIZATION OF THE TIME SPENT ON THE PROCESS OF DRAINING CONDENSATE FROM THE PNEUMATIC SYSTEMS OF CITY BUSES

В данной статье описывается рабочий процесс слива конденсата и предложение по уменьшению затрат на данный процесс для пневмосистем городских автобусов на базе крупного автотранспортного предприятия путем замены клапана ручного слива конденсата автоматическим, приведено время процесса и результаты опроса работников предприятия.

Ключевые слова: пневмосистемы, автоматический слив конденсата, автобусы, конденсат.

This article describes the working process of condensate drain and the proposal to reduce the cost of this process for the pneumatic systems of city buses on the basis of a large trucking company by replacing the manual condensate drain valve with an automatic one, the time of the process and the results of a survey of employees of the enterprise are given.

Keywords: pneumatic systems, automatic condensate drain, buses, condensate.

В наше время крупные автотранспортные предприятия проводят множество мероприятий по поддержанию подвижного состава в работоспособном исправном состоянии, таких как ремонт, техническое обслуживание, переоборудование и др. Условия климата считаются крайне важными при эксплуатации транспортных средств (далее – ТС), от них зависит количество неисправностей всех узлов, агрегатов и механизмов, так же их интенсивность и время обслуживания. В условиях крупного автотранспортного предприятия возможность

уменьшить трудоемкость работ на определенные технические процессы путем установки нового оборудования, не нуждающегося в серьезных изменениях в конструкции, является путем к повышению производительности предприятия.

Санкт-Петербургское государственное унитарное предприятие пассажирского автомобильного транспорта (СПб ГУП «Пассажиравтотранс») является одним из крупнейших пассажирских перевозчиков автобусным транспортом Северо-Западного региона России. Находится в ведении Комитета по транспорту.

СПб ГУП «Пассажиравтотранс» осуществляет в установленном порядке перевозки пассажиров автобусами. Предприятие обслуживает 150 городских и пригородных маршрутов. Ежедневно на линии курсируют 1400 автобусов большого и особо большого класса. Ежегодно автобусы перевозят более 300 млн. пассажиров.

В рамках исследований по поддержанию работоспособности пневмосистем городских был проявлен интерес к процессу слива конденсата. Конденсат – это влага из воздуха (рабочего тела), конденсируемая в элементах пневмосистемы, обычно конденсат образуется в местах более низких температур системы, с большим объемом и более низким давлением (например, ресивер).

Слив конденсата осуществляется путем выкручивания сливного клапана, находящегося в отверстии ресивера. Данный процесс, имеющий плановый характер, занимает 10 минут на один автобус, а при необходимости проведения этого процесса на линии требуется в 2–3 раза больше времени, так как ремонтная зона может быть занята другими операциями, следовательно, транспортное средство будет находиться в простое. Слив конденсата в зимний период времени проводится минимум один раз в неделю.

Предлагается решение заменить клапаны слива конденсата автоматическими аналогами. Определенные модели марки Волжанин Автобусного парка № 1 уже оборудованы таким элементами. Был проведен опрос специалистов снабжения, в ходе которого выявлено, что установка клапанов автоматического слива конденсата – это хорошее решение в условиях использования такого большого многомарочного парка подвижного состава, так как средний срок эксплу-

атации такого клапана при хорошей работе компрессора равняется одному году, что сократит трудоемкость работ по сливу конденсата. Особенно хорошо данное решение применимо к климатическим условиям эксплуатации в городе Санкт-Петербург, где уровень влажности всегда высокий.

Производимые на данный момент клапаны автоматического слива конденсата устанавливаются на ресиверы пневмотормозной системы грузовых автомобилей, автобусов, троллейбусов, тракторов и др. Данные устройства обеспечивают безотказную работу пневмотормозной системы транспортных средств за счёт автоматизации, удаляют конденсат, который скапливается в ресиверах. Клапан оснащен автоматическим подогревом, который исключает замерзание скапливающейся в нём влаги; совмещен с сепаратором с целью расширения функциональных возможностей.

На отечественном рынке существует два основных вида клапанов, один из которых производит слив конденсата при падении давления на 0,08 МПа (Рис. 1), а второй посредством пневмоуправления (Рис. 2). На мой взгляд, первый вариант будет более приемлемым из-за максимальной автономности. При работе клапан во время сброса не понижает давление системы.

Переоборудование автобуса не займет большого количества времени, так как замена клапана не требует внесения серьезных изменений в конструкцию пневмосистем.

По мнению специалистов Автобусных парков, такое изменение положительно скажется и на энергозатратах данного процесса, и на экономике предприятия в целом.

Пневматическая система автобуса – это самый экономически и надежно обоснованный вариант в технической эксплуатации транспортных средств и все изменения, которые будут проводиться для повышения характеристик работы пневмосистем, не будут колоссальными, а скорее будут иметь модифицирующий характер. Данная статья является частью исследовательской работы по направлению обеспечения работоспособности пневмосистем городских автобусов в зимний период.

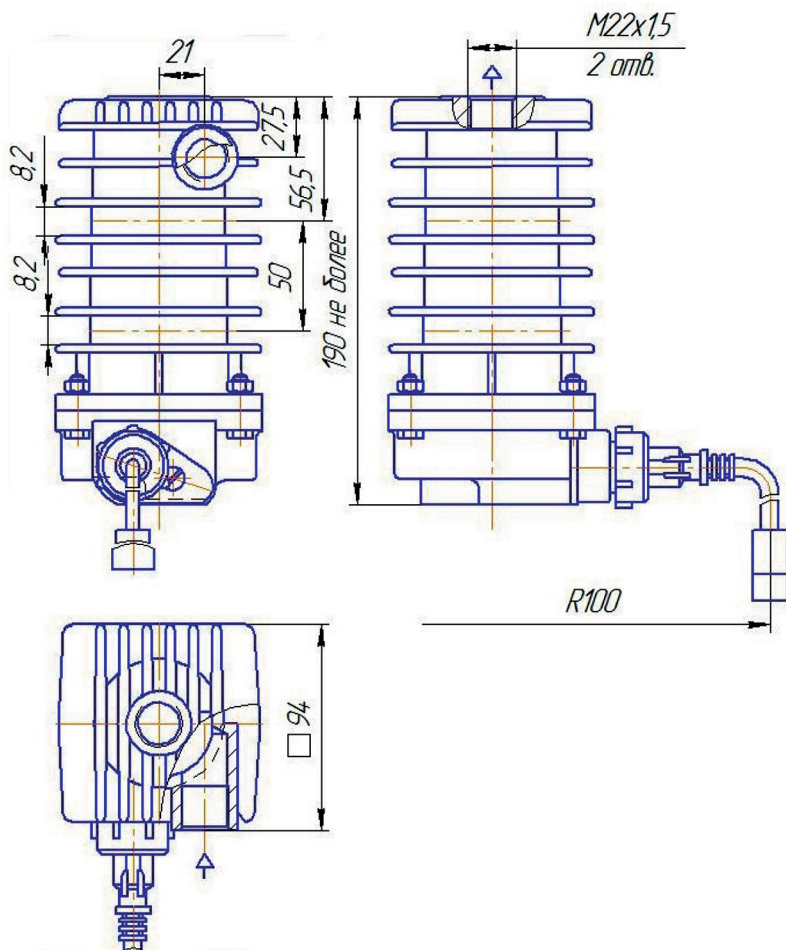


Рис.1. Клапан автоматического слива конденсата

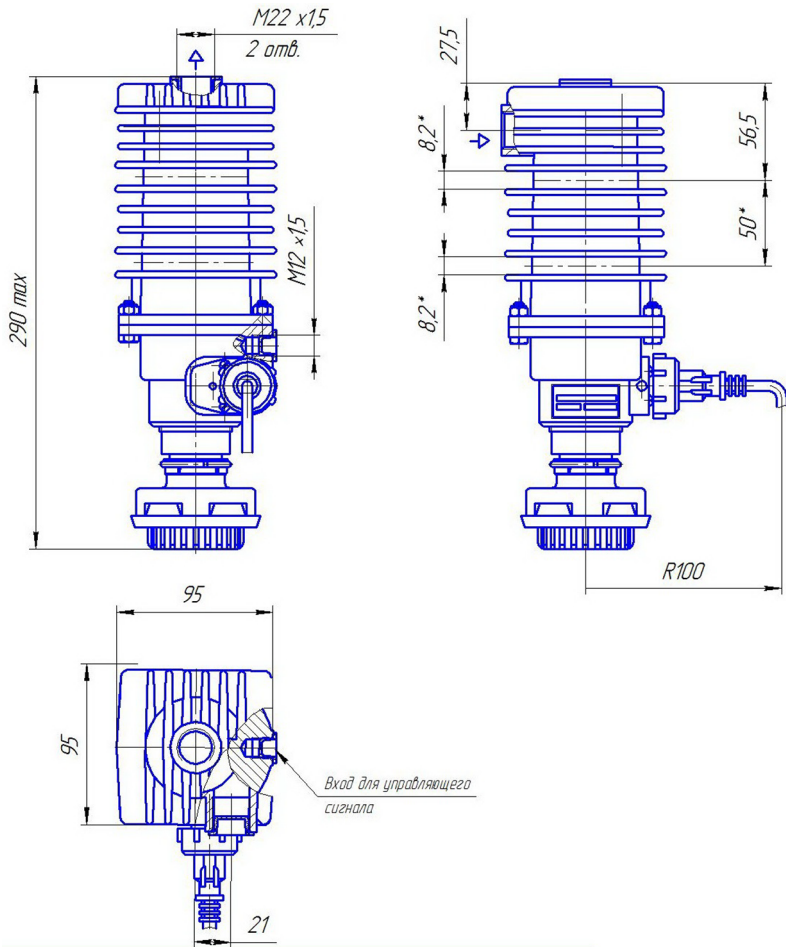


Рис.2. Клапан автоматического слива конденсата с пневмоуправлением

Литература

1. Лозовецкий В.В., Гидро – и пневмосистемы транспортно-технологических машин, СПб: Лань, 2012. – 555 стр.;
2. <https://avtobus.spb.ru>.

УДК 621.43.057.5

Семён Сергеевич Русанов,

магистр

(Санкт-Петербургский государственный

архитектурно-строительный университет)

E-mail: Rusanovss@yandex.ru

Semyon Sergeevich Rusanov,

master

(Saint Petersburg State University

of Architecture and Civil Engineering)

E-mail: Rusanovss@yandex.ru

ПОВЫШЕНИЕ ЭКОЛОГИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ ТС, ЗА СЧЁТ ПРИМЕНЕНИЯ ВОДОРОДНОГО ТОПЛИВА В ДВС, РАБОТАЮЩИХ ПО ГАЗОДИЗЕЛЬНОМУ ЦИКЛУ

ENHANCING THE ECOLOGICAL PARAMETERS OF THE HARDWARE, BY USING HYDROGEN FUEL IN ICE OPERATING ON A GAS-DIESEL CYCLE

В статье описана экологическая обстановка Санкт-Петербурга. Проведен анализ применения природного газа на автомобильном транспорте, а также описаны его недостатки. Изложен способ применения водородного топлива на ДВС, работающего по газодизельному циклу. Описан принцип работы водородной установки и применяемое оборудование. На основе данных, полученных экспериментальным способом, сделаны выводы о проведенной работе.

Ключевые слова: экология, альтернативное топливо, природный газ, водород.

In the article describes the environmental situation in St. Petersburg. The analysis of the use of natural gas in road transport. The method of using hydrogen fuel on an internal combustion engine operating on a gas-diesel cycle is described. The principle of operation of the hydrogen unit and the equipment used is described. Based on the data obtained experimentally, conclusions are drawn about the work done.

Keywords: ecology, alternative fuel, natural gas, hydrogen.

Большое значение в развитии современного характера расселения людей, в распространении туризма, в территориальном рассредоточении промышленности и сферы обслуживания сыграл автомобильный транспорт. В то же время он породил и многие негативные явления: каждый год с отработавшими газами в атмосферу поступают сотни миллионов тонн вредных веществ; автомобиль – один из главных факторов шумового загрязнения; дорожная сеть, особенно

вблизи городских агломераций, забирает важные земли для сельского хозяйства. Под влиянием вредного воздействия автомобильного транспорта регрессирует здоровье людей, вымываются почвы и водоёмы, страдает растительный и животный мир.

В связи с ростом парка автомобилей степень вредного воздействия автотранспорта на окружающую среду усиленно растет. Для городов и промышленных центров часть автотранспорта в совокупном объеме загрязнений доходит до 70 % и более, создавая основательную экологическую проблему. Загрязнение атмосферного воздуха города Санкт-Петербурга обусловлено преимущественно выбросами промышленных предприятий и автотранспорта. Наибольший вклад (84,5 %) в загрязнение атмосферного воздуха города Санкт-Петербурга вносит автомобильный транспорт.

Общий выброс загрязняющих веществ (В тысячах тонн) в воздух Санкт-Петербурга от стационарных и передвижных источников в 2016 году представлен на диаграмме 1.

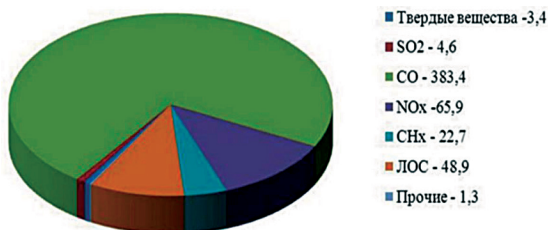


Диаграмма 1. Общий выброс загрязняющих веществ в воздух Санкт-Петербурга

Чем больше в мире производится автомобилей, тем выше растущая заинтересованность к альтернативным видам топлива для автомобилей. Рост вызван тремя существенными соображениями: альтернативные виды топлива, как правило, дают меньше выбросов, усиливающих смог, загрязнение атмосферы и глобальное потепление; большая часть альтернативных видов топлива изготавливается из неисчерпаемых запасов; применение альтернативных видов топлива предоставляет любому государству возможность повысить энергетическую независимость и безопасность.

Природный газ – одно из направлений альтернативного топлива, которое пока тоже не обзавелось широкой инфраструктурой. Но у него именно в России есть перспективы масштабной правительственной поддержки. Природный газ не только решает проблему вредных выбросов в атмосферу, но и значительно снижает расходы на топливо. 1 м³ газа по энергетической ценности примерно равен 1 л жидкого топлива, но стоит почти в 2,5–3 раза меньше. В 2016 году средняя розничная цена 1 м³ метана составила 14 рублей. В отличие от дизтоплива, газ можно использовать при низких температурах северных регионов России. Единственный недостаток природного газа – неразвитая сеть заправочной и сервисной инфраструктуры. Но у России второе место в мире по добыче природного газа. Поэтому в условиях прогнозирующегося снижения внешнего спроса на газ, развитие внутреннего потребления становится стратегически важным.

За последние два года дизельное топливо подорожало более чем в полтора раза. Неудивительно, что предприятия, использующие грузовую технику и автобусы, испытывают большой интерес к ГБО для дизельных двигателей. Газодизельная система питания двигателя – единственная эффективная возможность уменьшения расходов на дизельное топливо. Недостатки процесса газификации автомобиля:

- 1) уменьшение мощности двигателя – от 10 до 15 %;
- 2) снижение тягово – скоростных свойств транспортного средства (время разгона возрастает на 24–30 %, максимальная скорость движения снижается на 5–6 %, максимальный угол преодолеваемого подъема снижается на 30–40 %);
- 3) вероятно появление запаха газа в салоне автомобиля;
- 4) масса и объем баллона с газом;
- 5) подорожание обслуживания топливной аппаратуры.

Несмотря на то, что применение природного газа влечёт за собой уменьшение вредных выбросов в атмосферу, снижает материальные затраты, связанные с обслуживанием ТС и ряд других положительных факторов, стоит отметить, что вопросы, связанные с системой подачи газового топлива слабо изучены, а сама система несовершенна, что и наталкивает на мысль, о изучении иных способов повышения экологических параметров ТС.

Применению водорода в ДВС посвящено большое количество экспериментальных работ, выполненных как отечественными авторами, так и за рубежом. Однако, практически все работы имеют исследовательский характер и не доведены до практического применения. В связи с этим целью данной работы являлось получение достоверных данных о возможности снижения расхода топлива при добавке водорода, а также повышение экологических параметров ТС с оценкой возможности практического применения водорода в ДВС, работающие по газодизельному циклу.

Из большого количества существующих способов получения водорода рассматривается метод электролиза. Электролизом воды называется физико – химический процесс, при котором под действием постоянного электрического тока дистиллированная вода разлагается на кислород и водород. В результате разделения на части молекул воды, водорода по объему получается вдвое больше, чем кислорода. Эффективность электролиза такова, что из 500 мл воды получается около 1 м³ обоих газов с затратами около 4 квт/ч электрической энергии.

Устройство в большинстве случаев состоит из следующих элементов:

- 1) Электролизер (Рис. 1)
- 2) Патрубки, предназначенные для ввода электролита, а также вывода веществ, полученных в ходе реакции (Рис. 2)
- 3) Резервуар для хранения электролита (Рис. 3)
- 4) Блок управления (Рис. 4)

В электролизных устройствах электрический ток проводят лишь ионные соединения. Поэтому при опускании электродов в электролит и включении электрического тока, в нем начинает течь ионный ток. Положительные частицы в виде катионов направляются к катоду, к примеру, это водород и различные металлы. Анионы, то есть отрицательно заряженные ионы текут к аноду (кислород, хлор). При расщеплении воды образуется водород, которые поднимается вверх в виде пузырьков. Чтобы собрать этот газ над катодом сооружаются специальные патрубки. Через них водород поступает в необходимую емкость, после чего его можно будет использовать по назначению.

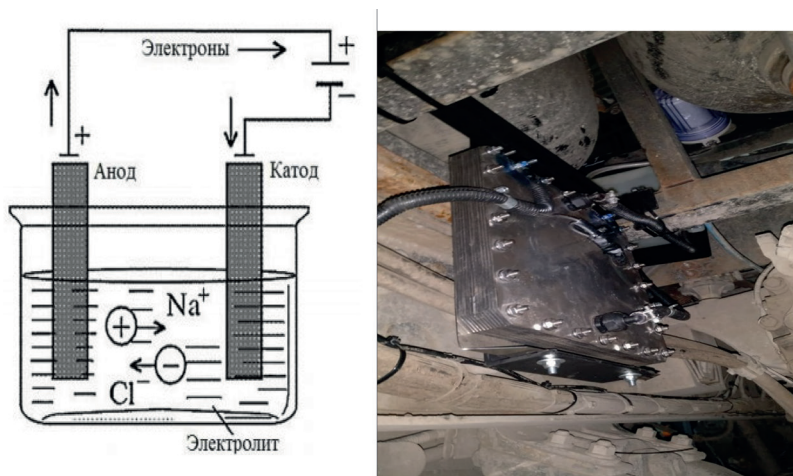


Рис. 1. Принципиальная схема работы электролизера и сам сухой электролизер, применяемый в эксперименте

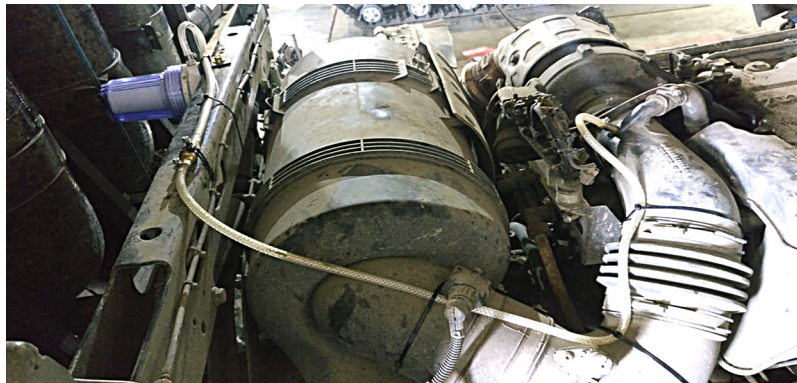


Рис. 2. Патрубки, предназначенные для ввода электролита, а также вывода веществ, полученных в ходе реакции



Рис. 3. Резервуар для хранения электролита, фильтр, а также газовые баллоны, в которых хранится метан



Рис. 4. Блок управления

Проведенный анализ экспериментальных данных по выявлению влияния добавки водорода на изменение расхода основного горючего, показал, что наибольший эффект от добавки водорода наблюдается в зоне низких нагрузок и холостого хода, что показывает нецелесообразность постоянной подачи водорода на всем диапазоне режимов работы двигателя.

При использовании добавки водорода в газовое топливо происходит значительная интенсификация процесса сгорания, что значительно сказывается на характеристиках работы ДВС, особенно это заметно при работе на режимах глубокого дросселирования, как самых неблагоприятных по экономическим и экологическим показателям.

Соответственно, применение газовых топливных композиций природного газа и водорода можно рассматривать как эффективное альтернативное топливо, в котором водород представлен в качестве активного компонента для регулирования процесса горения в условиях поршневого ДВС на газовом топливе.

Литература

1. Доклад об экологической ситуации в Санкт-Петербурге в 2016 году. URL: http://www.infoeco.ru/assets/files/Doklad/doklad_2016.pdf (Дата обращения 02.11.2019).
2. Дамаскин Б. Б., Петрий О. А., Цирлина Г. А. Электрохимия. [ред.] Л. И. Галицкая. 2-е издание. Москва: Химия, Колос, 2006. стр. 672

УДК 621.89.097.2

Анна Сергеевна Скерт, магистр
(Санкт-Петербургский государственный
архитектурно-строительный университет)
E-mail: annaskert20@gmail.com

Ann Sergeevna Skert, master
(Saint Petersburg State University
of Architecture and Civil Engineering)
E-mail: annaskert20@gmail.com

МЕТОДИКА ОБОСНОВАНИЯ ВЫБОРА МОТОРНОГО МАСЛА

METHODOLOGY FOR THE SELECTION OF ENGINE OIL

В статье рассмотрены программы испытаний моторных масел марок Shell Rimula R5 LE 10W-40 и Лукойл Авангард Ультра 10W-40 на примере самосвалов Volvo. По каждому испытанию составлены таблицы с типичными характеристиками моторного масла и результатами по наработанным моточасам. Проведён анализ отработанных масел и определены основные показатели качества, так же приведены данные ценовой политики обоих марок. На основе анализа сделаны выводы о целесообразности перевода техники на масло отечественного производителя.

Ключевые слова: моторное масло, проба, марки масел, показатели качества, износ, загрязнение, присадки.

The article reviews Shell Rimula R5 LE 10W-40 and Lukoil Avangard Ultra 10W-40 engine oil test programs using Volvo dump trucks as an example. For each test, tables are compiled with typical engine oil characteristics and results for operating hours. The analysis of used oils was carried out and the main quality indicators were determined, as well as data on pricing policy of both brands. Based on the analysis, conclusions are made about the advisability of transferring equipment to domestic oil.

Keywords: motor oil, sample, oil grade, quality indicators, wear, pollution, additives.

Изначально, функции моторного масла – вывод продуктов износа и тепла из зоны трения, смазка шеек коленчатого вала. В процессе совершенствования ДВС (двигателей внутреннего сгорания) и улучшение качества масел, добавились функции смазки цилиндров и деталей газораспределительного механизма. Сегодня, масла должны обладать целым рядом свойств, такими как:

- предотвращение осаждения на деталях двигателя загрязнений;
- охлаждение поршней;
- предотвращение износа (обеспечение прочной масляной плёнки);
- предотвращение появления коррозии;
- обеспечение холодного пуска и надёжного смазывания в экстремальных условиях;
- совместимость с материалами уплотнений;
- малая вспениваемость;
- малая летучесть;
- экологичность.

Важно изучить свою сервисную книжку, чтобы понять уровень требований к моторному маслу и выбрать правильные интервалы его замены. На примере самосвалов Volvo FM можно рассмотреть выбор режима эксплуатации автомобиля (табл. 1). При этом компания Volvo рекомендует уменьшать интервалы смены масла при следующих условиях:

- В условиях тяжелых нагрузок (выбирается исходя из расхода топлива)
- При использовании топлива с высоким содержанием серы
- При работе в запыленных условиях и во внедорожных условиях

Для проведения эксплуатационных испытаний с целью определения качественного состояния мотора, а также контроля расхода масла были выбраны самосвалы с пробегом до 40 000км, работающие в нормальном режиме.

Испытания масла проводились в г. Санкт-Петербург в АО «ВАД» в период с октября 2017 г. по декабрь 2017 г. Используемое топливо соответствовало ГОСТ Р 52368-2005. Со стороны АО «ВАД» назначался ответственный сотрудник, обеспечивающий бесперебойную работу машин и выполнение основных требований программы, включая самостоятельный отбор представительных проб. До начала эксплуатационных испытаний и отбора проб моторного масла была осуществлена промывка двигателей путем эксплуатации их на испытуемом масле в рабочих режимах не менее 1000 км. Техническое обслуживание автомобилей в период испытаний проводилось в соответствии с инструкциями фирмы-производителя и действующими правилами за исключением срока замены масла. Пробы масла отбирались предста-

вителем компании ООО «Реал» в присутствии представителя компании АО «ВАД» либо самостоятельно ответственным представителем компании АО «ВАД», печатавались и далее передавались представителем компании ООО «Реал» в независимую лабораторию МИЦ ГСМ для проведения анализа. Перед отбором проб проверялся уровень масла. После отбора проб осуществлялась корректировка уровня масла по мере необходимости. Объем доливки фиксировался в журнале испытаний для точного учета расхода масла в ходе реализации программы.

Таблица 1

Выбор режима работы автомобиля

Суровый режим работы	Тяжелый режим работы	Нормальный режим работы
<ul style="list-style-type: none"> – Среднее потребление топлива больше 4,7 литра на 10 км или более 5 mpg (миль на галлон) – Общий вес машины с грузом более 45,000 kg или 100,000 lb (GCW – Gross combined weight) – Время работы на холостом ходу 40 % – Автомобиль работает в городском режим 	<ul style="list-style-type: none"> – Среднее потребление топлива больше 4,7 литра на 10 км или более 5 mpg (миль на галлон) – Общий вес машины с грузом более 45,000 kg или 100,000 lb (GCW – Gross combined weight) – Автомобиль работает в городском режиме и на автомагистралях 	<ul style="list-style-type: none"> – Среднее потребление топлива больше 3,6 литра на 10 км или более 6,5 mpg (миль на галлон) – Общий вес машины с грузом более 36,000 kg или 80,00 lb (GCW – Gross combined weight) – Автомобиль работает только на автомагистралях

При проведении лабораторных анализов отработанных масел в лаборатории МИЦ ГСМ были определены следующие показатели качества по указанным методам (табл.2), (табл.3), (табл.4), (табл.5), (табл.6).

Таблица 2

Показатели качества образца 1

Номер образца	90014492	90018166	1028620	90017574
Состояние образца	Норма	Норма	Внимание	Внимание
Дата сбора образца	12/10/2017	01/11/2017	19/12/2017	27/12/2017
Наработка оборудования	310879 км	330185 км	355101 км	360232 км
Наработка смазочного материала	0 км	0 км	25000 часов	30000 км
Объем двигателя	-	-	-	0 литров
Слив масла	Нет	Нет	Нет	Нет
Кинематическая вязкость при 100°С				
Кинемат. вязкость при 100°С cSt	12.2	12.0	11.1	11.4
Кислотное число (D 664)				
Кислотное число (D 664) мг КОН/г	2.54	2.69	2.14	2.16
Щелочное число (D 4739)				
Щелоч. число (D 4739) мг КОН/г	8.51	8.58	4.31	4.32
Содержание воды (акватест)				
Содержание воды (акватест) %	-	-	0.15	-
Температура вспышки (удовлетворит/ не удовл.)				
Темп. вспышки (удовл./ не уд.) °С	Удовлетв.	Удовлетв.	Удовлетв.	Удовлетв.
ИК-спектроscopy с Фурье преобразованием				
Окисление (FTIR) A(cm ⁻¹)/0.1mm	11.00	11.00	-	14.00
Нитрация (FTIR) A(cm ⁻¹)/0.1mm	5.00	5.00	-	8.00
Содержание сажи % (FTIR) %	0.00	0.00	0.00	0.00
Глицоль (FTIR) %	0.00	0.00	0.00	0.00
Содержание воды (FTIR) %	0.00	0.00	-	0.00
Сульфатация (FTIR) A(cm ⁻¹)/0.1mm	17.00	16.00	-	17.00
Топливо (FTIR) %	0.00	0.00	-	0.10
Металлы смазочного материала				
Железо (Fe) ppm	0	2	5	6
Хром (Cr) ppm	0	0	0	0
Никель (Ni) ppm	0	0	0	0
Алюминий (Al) ppm	0	0	2	2
Медь (Cu) ppm	0	0	0	1
Свинец (Pb) ppm	0	0	0	1
Олово (Sn) ppm	0	0	0	0
Серебро (Ag) ppm	0	0	0	0
Титан (Ti) ppm	0	0	0	0
Ванadium (V) ppm	0	0	0	0
Кремний (Si) ppm	4	6	2	2
Натрий (Na) ppm	5	4	1	3
Калий (K) ppm	0	0	3	4
Молибден (Mo) ppm	62	63	70	66
Марганец (Mn) ppm	0	0	0	0
Бор (B) ppm	213	212	128	110
Магний (Mg) ppm	463	511	512	529
Кальций (Ca) ppm	1805	1774	1828	1719
Барий (Ba) ppm	0	0	0	0
Фосфор (P) ppm	1179	1163	1067	1006
Цинк (Zn) ppm	1330	1292	1296	1243

Таблица 3

Показатели качества образца 2

Номер образца	90017600	1028612	1028603	90017673
Состояние образца	Норма	Внимание	Внимание	Внимание
Дата отбора образца	01/11/2017	07/12/2017	18/12/2017	29/12/2017
Наработка оборудования	240851 км	264595 км	269688 км	274727 км
Наработка связочного материала	1000 км	26000 км	29849 км	30000 км
Объем топлива	-	0 литров	-	4 литров
Служба масла	Нет	Нет	Нет	Нет
Кинематическая вязкость при 100оС				
Кинемат. вязкость при 100°С сСт	11.7	11.0	11.0	10.9
Кислотное число (D 664)				
Кислотное число (D 664) мг КОН/г	2.64	1.67	-	2.44
Щелочное число (D 4739)				
Щелоч. число (D 4739) мг КОН/г	8.38	4.08	4.17	3.00
Содержание воды (аквистет)				
Содержание воды (аквистет) %	-	0.00	0.00	-
Температура вспышки (удовлетворен/ не удовл.)				
Темп. вспышки (удовл./ не уд.) °С	Удовлетв.	Удовлетв.	Не удовлетв.	Удовлетв.
ИК-спектрометрия с Фурье преобразованием				
Окисление (FTIR) A(см ⁻¹)/0.1mm	11.00	-	-	12.00
Нитрация (FTIR) A(см ⁻¹)/0.1mm	5.00	-	-	8.00
Содержание сажи % (FTIR) %	0.00	0.00	0.00	0.00
Глицоль (FTIR) %	0.00	0.00	0.00	0.00
Содержание воды (FTIR) %	0.00	-	-	0.00
Сульфатация (FTIR) A(см ⁻¹)/0.1mm	16.00	-	-	18.00
Топливо (FTIR) %	0.20	-	-	0.40
Металлы связочного материала				
Железо (Fe) ppm	1	4	5	8
Хром (Cr) ppm	0	0	0	0
Никель (Ni) ppm	0	0	0	0
Алюминий (Al) ppm	0	4	3	4
Медь (Cu) ppm	0	0	0	0
Свинец (Pb) ppm	0	2	0	1
Олово (Sn) ppm	0	0	0	0
Серебро (Ag) ppm	0	0	0	0
Титан (Ti) ppm	0	0	0	0
Ванадий (V) ppm	0	0	0	0
Кремний (Si) ppm	3	2	3	4
Натрий (Na) ppm	3	4	0	2
Калий (K) ppm	0	8	3	7
Молибден (Mo) ppm	62	64	68	67
Марганец (Mn) ppm	0	0	0	0
Бор (B) ppm	198	124	127	120
Магний (Mg) ppm	507	465	511	480
Кальций (Ca) ppm	1753	1739	1802	1843
Барий (Ba) ppm	0	0	0	0
Фосфор (P) ppm	1151	1024	1042	1022
Цинк (Zn) ppm	1280	1256	1271	1234

Таблица 4

Показатели качества образца 3

Номер образца	90014492	90018166	1028620	90017574	90017721
Состояние образца	Норма	Норма	Внимание	Внимание	Действие
Дата отбора образца	12/10/2017	01/11/2017	19/12/2017	27/12/2017	10/01/2018
Наработка оборудования	310879 км	330185 км	355101 км	360232 км	362961 км
Наработка смазочного материала	0 км	0 км	25000 часов	30000 км	32719 км
Объем двигателя	-	-	-	0 литров	-
Смазка масла	Нет	Нет	Нет	Нет	Нет
Кинематическая вязкость при 100°C					
Кинемат. вязкость при 100°C сСт	12.2	12.0	11.1	11.4	11.3
Кислотное число (D 664)					
Кислотное число (D 664) мг КОН/г	2.54	2.69	2.14	2.16	3.56
Щелочное число (D 4739)					
Щелоч. число (D 4739) мг КОН/г	8.51	8.58	4.31	4.32	3.32
Содержание воды (эквивалент)					
Содержание воды (эквивалент) %	-	-	0.15	-	-
Температура вспышки (удовлетворит/ не удовлет.)					
Темп. вспышки (удовл/ не уд.) °С	Удовлетв.	Удовлетв.	Удовлетв.	Удовлетв.	Удовлетв.
ИК-спектрометрия с Фурье преобразованием					
Окисление (FTIR) A(cm ⁻¹)/0.1mm	11.00	11.00	-	14.00	14.00
Нитрация (FTIR) A(cm ⁻¹)/0.1mm	5.00	5.00	-	8.00	8.00
Содержание сажи % (FTIR) %	0.00	0.00	0.00	0.00	0.10
Гликоль (FTIR) %	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Содержание воды (FTIR) %	0.00	0.00	-	0.00	0.00
Сульфатация (FTIR) A(cm ⁻¹)/0.1mm	17.00	16.00	-	17.00	20.00
Топливо (FTIR) %	0.00	0.00	-	0.10	0.20
Металлы смазочного материала					
Железо (Fe) ppm	0	2	5	6	7
Хром (Cr) ppm	0	0	0	0	0
Никель (Ni) ppm	0	0	0	0	0
Алюминий (Al) ppm	0	0	2	2	2
Медь (Cu) ppm	0	0	0	1	0
Свинец (Pb) ppm	0	0	0	1	1
Олово (Sn) ppm	0	0	0	0	0
Серебро (Ag) ppm	0	0	0	0	0
Титан (Ti) ppm	0	0	0	0	0
Ванадий (V) ppm	0	0	0	0	0
Кремний (Si) ppm	4	6	2	2	3
Натрий (Na) ppm	5	4	1	3	2
Калий (K) ppm	0	0	3	4	3
Молибден (Mo) ppm	62	63	70	66	67
Марганец (Mn) ppm	0	0	0	0	0
Бор (B) ppm	213	212	128	110	116
Магний (Mg) ppm	463	511	512	529	477
Кальций (Ca) ppm	1805	1774	1828	1719	1782
Барий (Ba) ppm	0	0	0	0	0
Фосфор (P) ppm	1179	1163	1067	1006	1014
Цинк (Zn) ppm	1330	1292	1296	1243	1203

Таблица 5

Показатели качества образца 4

Номер образца	90017600	1028612	1028603	90017573	90017727
Состояние образца	Норма	Внимание	Внимание	Внимание	Внимание
Дата отбора образца	01/11/2017	07/12/2017	18/12/2017	29/12/2017	15/01/2018
Наработка оборудования	240851 км	264595 км	269688 км	274727 км	277290 км
Наработка смазочного материала	1000 км	25000 км	29849 км	35000 км	37600 км
Объем двигателя	-	0 литров	-	4 литров	4 литров
Слив масла	Нет	Нет	Нет	Нет	Нет
Кинематическая вязкость при 100°С					
Кинемат. вязкость при 100°С сСт	11.7	11.0	11.0	10.9	11.3
Кислотное число (D 664)					
Кислотное число (D 664) мг КОН/г	2.64	1.67	-	2.44	1.88
Щелочное число (D 4739)					
Щелоч. число (D 4739) мг КОН/г	8.38	4.08	4.17	3.90	3.73
Содержание воды (акватест)					
Содержание воды (акватест) %	-	0.00	0.00	-	-
Температура вспышки (удвоитель/не удоев.)					
Темп. вспышки (удоев./не уд.) °С	Удовлетв.	Удовлетв.	Не удовлетв.	Удовлетв.	Удовлетв.
ИК-спектроскопия с Фурье преобразованием					
Окисление (FTIR) A(cm ⁻¹)/0.1mm	11.00	-	-	12.00	14.00
Нитрация (FTIR) A(cm ⁻¹)/0.1mm	5.00	-	-	8.00	8.00
Содержание сажи % (FTIR) %	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Гликоль (FTIR) %	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Содержание воды (FTIR) %	0.00	-	-	0.00	0.00
Сульфатация (FTIR) A(cm ⁻¹)/0.1mm	16.00	-	-	18.00	21.00
Топливо (FTIR) %	0.20	-	-	0.40	0.20
Металлы смазочного материала					
Железо (Fe) ppm	1	4	5	6	6
Хром (Cr) ppm	0	0	0	0	0
Никель (Ni) ppm	0	0	0	0	0
Алюминий (Al) ppm	0	4	3	4	4
Медь (Cu) ppm	0	0	0	0	0
Свинец (Pb) ppm	0	2	0	1	3
Олово (Sn) ppm	0	0	0	0	0
Серебро (Ag) ppm	0	0	0	0	0
Титан (Ti) ppm	0	0	0	0	0
Ванадий (V) ppm	0	0	0	0	0
Кремний (Si) ppm	3	2	3	4	4
Натрий (Na) ppm	3	4	0	2	1
Калий (K) ppm	0	8	3	7	8
Молибден (Mo) ppm	62	64	68	67	66
Марганец (Mn) ppm	0	0	0	0	0
Бор (B) ppm	198	124	127	120	104
Магний (Mg) ppm	507	465	511	490	630
Кальций (Ca) ppm	1753	1739	1802	1843	1763
Барий (Ba) ppm	0	0	0	0	0
Фосфор (P) ppm	1151	1024	1042	1022	1006
Цинк (Zn) ppm	1280	1256	1271	1234	1236

Таблица 6

Показатели качества образца 5

Лукойл Авангард Ультра 10W40

№ п/п	Наименование показателей	Типичные характеристики	Результат		
			250м/ч	500м/ч	600м/ч
1	Кинематическая вязкость при 40 гр С, мм. Кв./С	93,3	88,68	89,64	90,53
2	Кинематическая вязкость при 100 гр С, мм. Кв./С	14,3	14,22	14,27	14,23
3	Индекс вязкости	162	166	165	163
4	Щелочное число, мг КОН/г	10,8	10,04	10,14	9,9
5	Кислотное число,мг/КОН/г масла		3,6	3,9	3,9
6	Определение содержания продуктов износа в маслах, мг/кг				
	Алюминий		8	8	8
	Железо		4	5	5
	Медь		менее 2	менее 2	менее 2
	Свинец		менее 10	менее 10	менее 10
	Молибден		14	20	23
	Кремний		15	15	10
	Вагнадий		менее 1	менее 1	менее 1
	Никель		менее 5	менее 5	менее 5
	Натрий		менее 7	менее 7	менее 7
	Олово		менее 10	менее 10	менее 10
	Хром		менее 1	менее 1	менее 1
	Калий		менее 40	менее 40	менее 40
	Магний		368	365	365
	Барий		менее 0,5	менее 0,5	менее 0,5
	Титан		менее 5	менее 5	менее 5
	Марганец		менее 5	менее 5	менее 5
7	Массовая доля активных элементов,(мг/кг)				
	Кальция		0,14(1406)	0,13(1328)	0,13(1330)
	Цинка		0,11(1023)	0,095(948)	0,095(953)
	Фосфора		0,11(1135)	0,11(1060)	0,11(1062)
8	ИК-спектрометрия с Фурье преобразованием				
	нагар, А/0,1мм		0,02	0,03	0,03
	продукты окисления, А/0,1мм		0,03	0,05	0,06
	продукты ингибирования, А/0,1мм		0,03	0,05	0,06
	продукты сульфатации, А/0,1мм		0,02	0,04	0,05
	деградация антифрикционной присадки, А/0,1 мм		0,04	0,05	0,05
	присутствия топлива или легких топочных фракций,%		отсутствие	отсутствие	отсутствие
	присутствие воды,%		отсутствие	отсутствие	отсутствие
	присутствие этиленгликоля (антифриза) %		отсутствие	отсутствие	отсутствие
9	Температура всыпания в открытом тигле, грС	216	224	228	220

По данным Яндекс.Маркета моторное масло Shell Rimula R5 LE 10W-40 в объёме 209л можно приобрести по цене 51-63 т.р., а Лукойл Авангард Ультра 10W-40 – 35-41 т.р.

Проанализировав результаты данных испытаний можно сделать вывод, что у образцов марки Shell наблюдается снижение общего щелочного числа по сравнению со значениями свежего масла. Все остальные результаты находятся в пределах нормы и не требуют дополнительных комментариев. Не обнаружено следов повышенного износа за прошедший период использования масла. У образцов

марки Лукойл – по основным характеристикам значительных изменений нет. Увеличение содержания кремния и железа говорит о необходимости произвести замену воздушного фильтра.

Так же учитывая ценовую политику будет целесообразно перевести технику на масло Лукойл.

Литература

1. Губко М. В. Математические модели оптимизации иерархических структур. – М.: ЛЕНАНД, 2006.
2. Губанов Д. А., Новиков Д. А., Чхартишвили А. Г. Социальные сети: модели информационного влияния, управления и противоборства. – М.: Физмалит, 2010.

УДК 656.137

Дмитрий Викторович Львов,

магистр

Руслан Магомедович Румянцев,

магистр

(Санкт-Петербургский государственный

архитектурно-строительный университет)

E-mail: dmitriy.lvov96@mail.ru,

ruslan_96_20@mail.ru

Dmitry Viktorovich Lvov,

master

Ruslan Magomedovich Rumiantsev,

master

(Saint Petersburg State University

of Architecture and Civil Engineering)

E-mail: dmitriy.lvov96@mail.ru,

ruslan_96_20@mail.ru

**ПЕРСПЕКТИВА ПОВЫШЕНИЯ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ
БЕЗОПАСНОСТИ ТС ПУТЕМ ДОБАВКИ
СЖИЖЕННОГО МЕТАНА**

**THE PROSPECT OF IMPROVING THE ENVIRONMENTAL
SAFETY OF VEHICLES
BY ADDING LIQUEFIED METHANE**

В данной статье рассматривается возможная перспектива развития добавки альтернативного вида топлива, такого как сжиженный метан, в дизельный двигатель внутреннего сгорания. Рассмотрены преимущества и недостатки использования на автомобильном транспорте сжиженного природного газа, а так же его получение и хранение. На диаграмме представлено время удержания для бака с LNG при различных давлениях. Рассмотрено устройство топливной системы автомобиля, работающего на сжиженном природном газе. Указаны проблемы внедрения данного вида топлива на сегодняшний день.

Ключевые слова: автомобильный транспорт, альтернативное топливо, сжиженный метан, экология, вредные выбросы.

This article discusses the possible prospect of developing an alternative type of fuel additive, such as liquefied methane, into a diesel internal combustion engine. The advantages and disadvantages of using liquefied natural gas in automobile transport, as well as its production and storage, are considered. The diagram shows the retention time for an LNG tank at various pressures. The device of the fuel system of a car operating on liquefied natural gas is considered. The problems of introducing this type of fuel to date are indicated.

Keywords: automobile transport, alternative fuel, liquefied methane, ecology, harmful emissions.

Автомобильный транспорт, является одним из самых основных загрязнителей атмосферы. Количество выбросов от автотранспорта составляет 60 % от общего числа выбросов в атмосферу. В процессе функционирования автомобиля выделяются с отработавшими газами токсичные вещества, такие как окись углерода, углеводороды, окислы азота, формальдегид, альдегиды, бензапирен (CO, NOX, SO₂, C_nH_m), что также способствует образованию пыли и других вредных веществ, оказывающих неблагоприятное воздействие на природную среду и непосредственно на человека [1].

Сжиженный природный газ (СПГ) (англ. Liquefied Natural Gas) – это природный газ, охлажденный до температуры сжижения. СПГ представляет собой бесцветную жидкость без запаха, которая не токсична и не вызывает коррозии. Кроме того, это не самовозгорающийся газ, что выгодно отличает его в плане безопасности.

Преимущества метана, а правильнее сказать природного газа – его экологическая чистота, дешевизна, обширная и разнообразная ресурсная база, высокая безопасность, возобновляемость, универсальность применения – дополняются также тем, что его можно транспортировать и хранить как в газообразном, так и в сжиженном состоянии. Правда, при сверхнизких, криогенных температурах.

Данное сочетание дизельного топлива и СПГ имеет свои плюсы по сравнению с газовыми двигателями. Первое – не пришлось тратить на создание отдельного газового мотора, достаточно было лишь слегка переделать существующий дизель. Второе – если газ в емкостях закончится или испарится в атмосферу после долгой стоянки, можно будет ехать на солярке. Заявлено, что в отличие от чисто газовых версий характеристики такого двигателя аналогичны «дизельным».

Компримирование (сжатие) и сжижение природного газа применяются для уменьшения физических объемов хранилища. В сосуд вместимостью 1000 литров при нормальных условиях (давление 1 атмосфера и температура 0 °C) войдет один кубический метр природного газа (нормальный – нм³), при давлении 200 атмосфер – примерно 220 нм³, а при температуре минус 162 °C – 600 нм³. Другими словами: при одинаковой вместимости топливных резервуаров автомобиль на СПГ проедет расстояние почти в 2,5 раза больше чем автомобиль на КПГ с топливной ёмкостью аналогичной вместимости.

Для транспорта, выполняющего рейсы на большие расстояния, это имеет решающее значение [2].

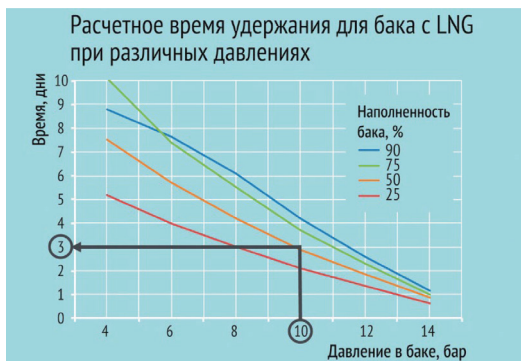


Рис. 1. Расчетное время удержания для бака с LNG при различных давлениях

Модернизация коснулась головки блока цилиндров и топливной аппаратуры. Система питания сложнее топливной системы автомобиля на компримированном природном газе. Сжиженный метан забирается из криобака встроенным гидронасосом и подается в испаритель, где под воздействием тепла от системы охлаждения двигателя переводится в газообразное состояние. Миновал испаритель, углеводороды под давлением примерно 300 бар поступают в аккумулятор емкостью до 5 л — (он призван сглаживать пульсации газовой среды при изменении расхода). Также в системе присутствует газовый редуктор, который регулирует давление метана в соответствии с режимом дизельной аппаратуры. А вот с дизелем здесь все как обычно: подкачивающий насос забирает топливо из бака, прокачивает через фильтры и подает в ТНВД, который нагнетает давление (до 2000 бар) в топливной рампе [3].

Одним из главных преимуществ СПГ является снижение выбросов CO₂ и других парниковых газов (до 30% по сравнению с бензином и дизтопливом). Это делает его весьма востребованным в контексте общей тенденции к более экологичным энергетическим решениям. Применение СПГ также позволяет укладываться в строгие совре-

менные нормы выбросов, чего не удастся достичь с другими видами топлив.

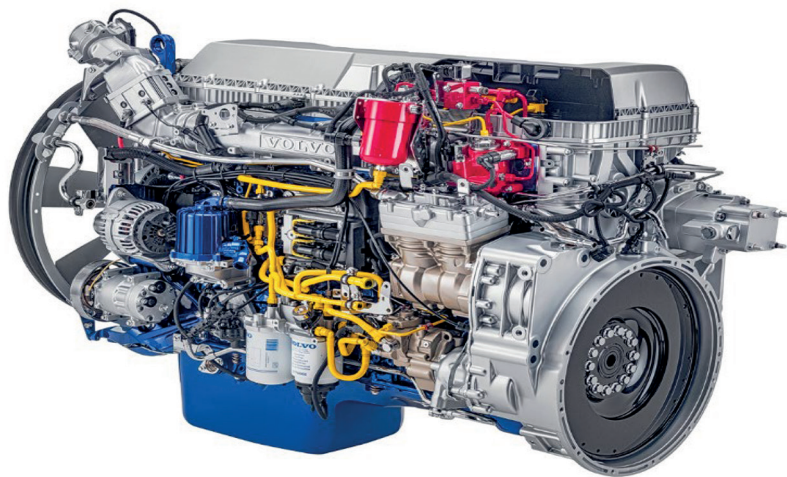


Рис. 2. Желтым выделены коммуникации для подачи дизтоплива, красным для газа

Сжиженный природный газ (как и сжатый газ) существенно снижает коррозию и износ частей двигателя по сравнению с бензином. Это связано с тем, что газ не смывает масляную пленку со стенок цилиндра при холодном пуске. Дизельные моторы, работающие на природном газе, зачастую проходят свыше 800 000 км без капремонта. Молекула метана обладает высокой стойкостью, поэтому октановое число природного газа составляет от 105 до 120 единиц, что является причиной его высокой антидетонационной стойкости. Выбросы двигателей, работающих на газе, чище, с меньшим содержанием углерода и твердых частиц (сажи). Объемная плотность энергии СПГ примерно в 2,4 раза выше, чем у сжатого природного газа. Плотность энергии сжиженного природного газа сравнима с пропаном и этанолом, но составляет лишь 60% плотности энергии дизтоплива, и 70% бензина [2].

Основным выводом настоящей работы является то, что переход автомобильного транспорта от бензина к сжиженному углеводородному газу является экологически эффективным мероприятием в решении экологической проблемы в РФ.

Литература

1. Зайкин О. А. особенности применения альтернативной энергетики и современных газобаллонных систем на автомобильном транспорте: учебное пособие / О. А. Зайкин; Астрахан. гос. тех. ун-т. – Астрахань: Изд-во АГТУ, 2014. — 340с.
2. Сжиженный природный газ как автомобильное топливо <https://avtonov.info/szizennj-prirodnj-gaz-lng>
3. Сжиженный метан и дизельное топливо.
<https://autoreview.ru/articles/gruzoviki-i-avtobusy/gazodiezel-volvo>
4. Экологическая эффективность применения газа на автомобильном транспорте <https://moluch.ru/conf/tech/archive/324/14802/>

УДК 656.13

Алексей Александрович Матвеев,

магистр

Руслан Магомедович Румянцев,

магистр

(Санкт-Петербургский государственный

архитектурно-строительный университет)

E-mail: matt357@yandex.ru,

ruslan_96_20@mail.ru

Alexey Alexandrovich Matveev,

master

Ruslan Magomedovich Rumiantsev,

master

(Saint Petersburg State University

of Architecture and Civil Engineering)

E-mail: matt357@yandex.ru,

ruslan_96_20@mail.ru

ННО СИСТЕМЫ НА АВТОТРАНСПОРТЕ

ННО SYSTEMS ON VEHICLES

В данной статье рассматривается возможная перспектива развития добавки альтернативного вида топлива, такого как оксигород (ННО), в бензиновый двигатель внутреннего сгорания. Рассмотрены преимущества и недостатки использования на автомобильном транспорте бортовых систем получения ННО, а также влияние добавки водорода на эксплуатационные свойства. Рассмотрено устройство топливной системы автомобиля, работающего бензиновом топливе с добавлением водорода. Указаны проблемы внедрения данного вида топлива на сегодняшний день.

Ключевые слова: автомобильный транспорт, альтернативное топливо, водород, экология, вредные выбросы.

This article discusses the possible future development of an additive of an alternative type of fuel, such as oxyhydrogen (ННО), into a gasoline internal combustion engine. The advantages and disadvantages of using on-board vehicles for obtaining ННОs, as well as the effect of water-borne additives on operational properties are considered. Considered the device of the fuel system of the car, operating gasoline fuel with the addition of hydrogen. The problems of the introduction of this type of fuel to date.

Keywords: automobile transport, alternative fuel, hydrogen, ecology, harmful emissions.

Автомобильный транспорт — один из основных загрязнителей атмосферы. Количество выбросов от автотранспорта составляет око-

ло 60 % от общего числа выбросов. В ходе эксплуатации автомобиля, с отработавшими газами в атмосферу попадает множество токсичных веществ, таких как окись углерода, углеводороды, окислы азота, формальдегид, альдегиды, бензапирен (CO, NOX, SO₂, CnHm), что также способствует образованию пыли и других вредных веществ, оказывающих неблагоприятное воздействие на природную среду и непосредственно на человека [1].

Автомобильное топливо — это, как правило, смесь жидких или газообразных углеводородов и других химических веществ. Топливо в двигателе автомобиля смешивается с воздухом различными способами, после чего, уже как топливо – воздушная смесь, сжигается.

Сгорание топлива в двигателях внутреннего сгорания в автомобилях – не оптимально. От 50 % до 60 % топливо – воздушной смеси безвозвратно теряется в выпускном коллекторе, где она не полностью сгорает с образованием угарного газа (CO₂) и окисей азота (NOx). Токсичность выхлопных газов возрастает. Но, как оказалось, добавка небольшого количества водорода к топливно – воздушной смеси значительно улучшает процессы сгорания.

Водородный ННО генератор работает по принципу электролиза воды в среде специального катализатора. При работе современных водородных генераторов выделяется, так называемый газ Брауна, называемый еще водородом, оксидом водорода, водяным или гремучим газом. Он имеет формулу ННО.

Данные системы активизируются только при вождении и используют электричество от бортовой сети автомобиля для генерирования водорода из воды. При этом, в ННО системе отсутствует резервуар накопления произведенного газа. Полученный ННО-газ немедленно подается в двигатель, где смешивается с традиционным топливом (бензин, дизтопливо или газ).

Смесь бензинового топлива и ННО-газа горит более эффективно, снижая расход горючего и количество выпускаемых в воздух загрязняющих веществ. Эта технология позволяет снизить расход топлива от 10 до 20 % и обеспечивает значительное снижение выбросов NOx, CO, CO₂.

ННО система водорода состоит из электролизера и резервуара для циркуляции водного раствора и ННО-газа. Процесс генерации

газа Брауна контролируется модулятором тока, а для двигателей с электронной системой впрыска топлива предусмотрен оптимизатор, который регулирует соотношение топливоздушной смеси и газа Брауна, поступающей в цилиндры двигателя. Все процессы автоматизированы и управляются ЭБУ, интегрированным в систему управления автомобилем.

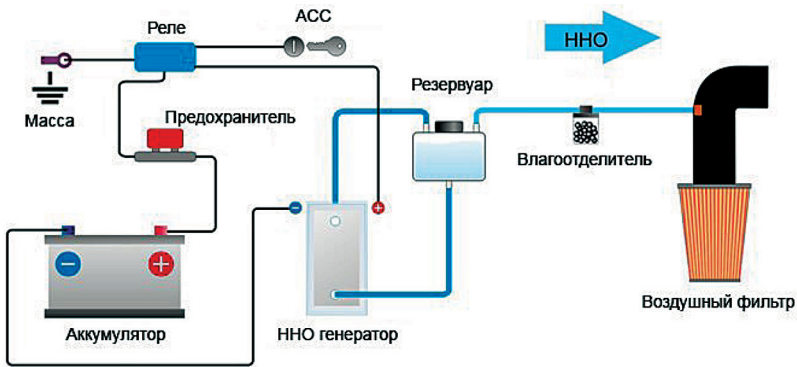


Рис. 1. Схема подключения ННО системы

Данная технология была разработана ещё 1974 году Джоном Хоусманом (John Houseman) и его коллегами из Лаборатории реактивного движения (Jet Propulsion Lab). «Бортовой генератор водорода и частично водородный впрыск в ДВС» – так назывался проект, который они представили обществу автомобильных инженеров Соединённых штатов Америки. Учёными было выяснено, что мельчайшая добавка водорода в ДВС, работающий на традиционном топливе, существенно повышает технические показатели этих двигателей. При этом было заявлено о технической возможности получать необходимый для работы ДВС водород из обычной дистиллированной воды прямо на борту автомобиля.

Именно так родилась запатентованная система впрыска водорода во впускной коллектор двигателя внутреннего сгорания» «ННГ» (Hydrogen Fuel Injection). Монопольным правом на реализацию этой технологии обладает канадская компания (Canadian Hydrogen Energy) – она же и разработчик. Компания гарантирует, что установка ННО ге-

нератора позволяет реализовать 10-процентную экономию топлива и значительное сокращение выброса вредных веществ в атмосферу. Также, благодаря улучшению процессов сгорания, увеличивает ресурс двигателя.

Данная система получила широчайшее применение на территории Канады. Большинство канадских автомобилей, как легковых, так и грузовых, оборудованы ННО системой и беспрепятственно эксплуатируются. Крупные американские компании, занимающиеся грузоперевозками, оптом закупают у канадцев комплекты оборудования. Генераторы ННО начинают обретать популярность и в других странах.

Причин этому несколько:

Во-первых, не нужны какие-либо специализированные заправокные комплексы. Газ генерируется в компактной установке на борту самого автомобиля.

Во-вторых, владельцы установок избавлены от необходимости хранения топливных элементов, тяжёлых баллонов с газообразным водородом или теплоизолированных – с жидким на борту автомобиля, так как весь объем вырабатываемого газа тут же потребляется двигателем.

В-третьих, ощутимая экономия на ГСМ. И наконец, повышение экологичности автомобиля. Что в современных реалиях является довольно весомым аргументом для того, чтобы рассмотреть возможность массового использования данной технологии на транспорте России.

Литература

1. Зайкин О. А. особенности применения альтернативной энергетики и современных газобаллонных систем на автомобильном транспорте: учебное пособие / О. А. Зайкин; Астрахан. гос. тех. ун-т. – Астрахань: Изд-во АГТУ, 2014. — 340 с.
2. Генераторы водорода ННО <https://www.hho-plus.ru/>
3. Исследования в области водородной энергетики <https://hho-gas.jimdo.com>

СОДЕРЖАНИЕ

СЕКЦИЯ АВТОМОБИЛЬНЫХ ДОРОГ, МОСТОВ И ТОННЕЛЕЙ

<i>Алимова Н. Ю., Халенко Р. С., Суражеская Е. Н.</i> Нормативные требования к зимнему содержанию автомобильных дорог	3
<i>Барышников М. В., Жутаев И. В., Волокитина А. В., Еремин А. В.</i> Вторичное применение бывших в употреблении магистральных трубопроводов в качестве свайного фундамента	9
<i>Костин П. С., Бончева Е. А., Субботина Е. В., Гладышева О. В.</i> Моделирование процесса снегонакопления во время метелей в программном комплексе FLOWVISION	14
<i>Самодурова Т. В., Болдырева Я. Ю., Соврасова А. В.</i> Безопасность движения на автомобильных дорогах в зимний период	19
<i>Черней И. В., Супонин В. А., Гладышева О. В.</i> Визуализация проектных решений на основе ифровой модели проекта, выполненной в программе CREDO дороги	27
<i>Гавриленко Т. В., Котлова С. С.</i> Исследование факторов, влияющих на безопасность движения, методом анкетирования водителей	31
<i>Гроховский А. Д., Нижегородцев Д. В.</i> Проблемы оценки качества и применения стеклопластиковой композитной арматуры в строительстве	37
<i>Копров Р. О.</i> Расчёт собственных колебаний вант методом явного интегрирования уравнений движения	43
<i>Кривцов И. Е., Рехов С. В.</i> Освещение автомобильных дорог: Концепция Glowing Lines и технология SolarLite	49
<i>Мионов Н. Д.</i> Проектирование дорожного покрытия с использованием пьезоэлектрических материалов	52

<i>Никитенко О. В.</i> К вопросу расчета пластин и оболочек с нарушениями регулярности	58
<i>Николаева О. Р.</i> Основные технологии ремонта водопропускных труб с использованием композиционных материалов	64
<i>Пеклина П. Л.</i> Современные конструктивные элементы дорог, обеспечивающие безопасность пешеходов	70
<i>Радков А. С.</i> Анализ дефектов дорожного покрытия на скоростных автомагистралях, влияющих на скорость и безопасность движения. . .	77
<i>Скобликов М. Б., Рехов С. В.</i> Виртуальная стена – инновация в области безопасного дорожного движения	84
<i>Сумятина В. О.</i> Технологии сооружения подводных тоннелей: опыт применения в Норвегии	90

СЕКЦИЯ ДОРОЖНЫЕ И СТРОИТЕЛЬНЫЕ МАШИНЫ

<i>Кутузов В. В., Абаров Р. А.</i> Моделирование оценки прибыльности эксплуатации строительных и дорожных машин	96
<i>Прокотьев А. П., Андреев Н. Ю.</i> Моделирование динамики строительных манипуляторов	101
<i>Баротзода П.</i> Модуль управления башенным краном	108
<i>Бурцев Р. В., Манухин А. В.</i> Программный комплекс Midas GTS NX в расчете напряженно- деформированного состояния системы основание – сооружение	117
<i>Ворожейкин И. В., Карапетян А. А., Селицкий Д. В.</i> Использование видеотехники в работе наземных транспортно- технологических средств	124

<i>Габидулин В. Д., Андреева Ю. Д., Филиппов В. С.</i> Исследование путей повышения эффективности производительности бульдозера	130
<i>Гезин Л. В., Бодрунов К. А., Седельникова Ю. А.</i> Грузозахватное устройство для контейнеров с угловыми фитингами	134
<i>Дунаева М. С., Титарева Д. Д., Антошкин В. В.</i> Применение геоинформационных систем в нтгм для паспортизации дорог	141
<i>Зубрилин В. П., Сабиров А. М., Пауткин Е. А.</i> Рабочие процессы и принципы применения погрузчиков	147
<i>Карелина Е. А., Игнатьев Д. О., Костюков С. В.</i> Проблемы применения торфоуборочных машин	152
<i>Князев М. В., Андроненков П. Р., Чернышов И. В.</i> Эффективная и безопасная работа кранов – новых и модернизированных	157
<i>Кондаков Б. И.</i> Обеспечение безопасности сооружений, возводимых в цунамиопасных районах	162
<i>Кузнецов А. А., Белякаев С. А., Таланова И. Н.</i> Совершенствование конструкции рабочего оборудования коммунальной машины для содержания дорог	170
<i>Куковьякина Е. М., Мышинский В. Д., Московкин В. А.</i> Грузоподъемная траверса с изменяющимся расстоянием между грузовыми крюками	176
<i>Махматкулов А., Бовкун Е. А., Сидоров Б. Б.</i> Тяговая рама автогрейдера	180
<i>Микулан Е. Я., Дмитриев А. А., Серебряков А. В.</i> Основные направления повышения производительности экскаваторов	184
<i>Образцов Н. А., Образцова В. А., Поляченко В. Э.</i> Способы утилизации автомобильных масляных фильтров	190
<i>Склярова А. А., Скляров Р. А., Щербаков А. П.</i> Комплексная система оценки эффективности нтгм при бестраншейной разработке грунта	198

<i>Степанов А. П., Алёхин А. А., Иванова А. А.</i> Совершенствование конструкции рабочего органа бульдозера	205
<i>Фыков А. В., Пустохин Е. Н., Орлов С. Б.</i> Исследование триботехнических свойств трансмиссионных масел, представленных в розничной сети Ленинградской области.	211
<i>Янгуразов А. А., Глушкова Д. А., Сиволобов Д. Ю.</i> Реконструкция эксплуатационной базы коммунальных машин для содержания и ремонта дорог.	215

СЕКЦИЯ ТЕХНИЧЕСКАЯ ЭКСПЛУАТАЦИЯ
АВТОТРАНСПОРТНЫХ СРЕДСТВ

<i>Артемьева П. А.</i> Совершенствование инфраструктуры автомобильного транспорта для создания условий внедрения коммерческих автомобилей на электротяге.	219
<i>Афанасьев А. С., Рыбаков А. С.</i> Диагностирование пневматического тормозного управления автобусов	222
<i>Булатов С. В., Вяхирева Я. В.</i> Влияние условий эксплуатации на работоспособность автобусов паз	229
<i>Васьков Т. И., Воробьев А. А.</i> К вопросу об обеспечении безопасности на железнодорожных переездах посредством использования системы GPS/ГЛОНАСС	234
<i>Горбов К.Б.</i> Разработка методики диагностирования автоматических трансмиссий городских автобусов	240
<i>Гордеев Н. Л.</i> Исследование возможностей применения технологий 3D печати в области то и р. факторы, определяющие дальнейшее развитие технологий.	245
<i>Горчаков Ю. Н., Птицын О. С., Шевелев И. И.</i> Особенности применения газового топлива на бензиновых автомобильных двигателях	248

<i>Афанасьев А. С., Гостициков Д. А.</i> Диагностирование аккумуляторных систем питания COMMON RAIL	255
<i>Жеребцов О. И., Кондратенко В. Г.</i> Современные материалы и средства их нанесения для обеспечения качественной защиты автомобилей от коррозии . . .	269
<i>Жеребцов О. И., Будюкин А. М.</i> Оценка эффективности перехода автомобилей на газомоторное топливо в свете решений государственной программы	276
<i>Зайцев В. В.</i> Разработка технологий технической эксплуатации в сервисе краткосрочной аренды автомобилей – каршеринге	286
<i>Овсянников М. А., Воробьев С. А.</i> Несовершенство правовой базы для внедрения технологии СПГ . . .	293
<i>Орехов В. В., Черняев И. О., Приходько А. Н.</i> Задачи обеспечения нормативных условий эксплуатации шин городских автобусов	298
<i>Попов Р. Д.</i> Минимизация затрат по времени на процесс слива конденсата из пневмосистем городских автобусов	306
<i>Русанов С. С.</i> Повышение экологических параметров ТС, за счёт применения водородного топлива в ДВС, работающих по газодизельному циклу	311
<i>Скерт А. С.</i> Методика обоснования выбора моторного масла	318
<i>Львов Д. В., Румянцев Р. М.</i> Перспектива повышения экологической безопасности ТС путем добавки сжиженного метана	327
<i>Матвеев А. А., Румянцев Р. М.</i> ННО системы на автотранспорте	332

Научное издание

МАГИСТРАТУРА – АВТОТРАНСПОРТНОЙ ОТРАСЛИ

Материалы IV Всероссийской межвузовской конференции
«Магистерские слушания»

Часть I

24–25 октября 2019 года

Компьютерная верстка О. Н. Комиссаровой

Подписано к печати 29.05.2020. Формат 60×84 $\frac{1}{16}$. Бум. офсетная.

Усл. печ. л. 19,88. Тираж 300 экз. Заказ 48. «С» 27.

Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет.
190005, Санкт-Петербург, 2-я Красноармейская ул., д. 4.

Отпечатано на ризографе. 198095, Санкт-Петербург, ул. Розенштейна, д. 32, лит. А.

ДЛЯ ЗАПИСЕЙ