

вагона по таблице 6 [1], м/с,  $v = 33,75$  м/с;  $v_0$  – коэффициент, принимаемый  $v_0 = 15$  м/с;  $b$  – коэффициент, учитывающий влияние числа осей  $n$  в тележке,

$$b = \frac{n + 2}{2n};$$

$f_1$  – расчетный статический прогиб рессорного подвешивания вагона с максимальной расчетной массой, м;  $f_2$  – наибольший статический прогиб несущей конструкции вагона под действием силы тяжести груза, м;  $\beta$  – параметр распределения, принимается  $\beta = 1,13$ ;  $\psi$  – расчетная односторонняя вероятность, принимается  $\psi = 0,97$ .

Тогда  $K_d$  для вагона-хоппера модели 19-6943 при статическом прогибе рессорного подвешивания 60 мм и статическом прогибе рамы 4 мм равен: по Нормам – 0,299; по ГОСТ – 0,31;  
– для шкворневых узлов и шкворневых стоек: по Нормам – 0,3588; по ГОСТ – 0,372;  
– для рамы вагона: по Нормам – 0,299; по ГОСТ – 0,341.

В определении силы тяжести вагона брутто также есть изменения, но они незначительные. По Нормам в ее состав входила и одна треть массы рессорного подвешивания. В ГОСТ эта величина не учитывается, что дало разницу в массе брутто вагона всего 2,5 кН в меньшую сторону.

В Нормам вертикальные усилия, возникающие при нецентральной взаимоделии автосцепок двух вагонов и действующие на консоли кузовов следовало прикладывать на плече, определяемом в основном величиной полного хода поглощающего аппарата, по ГОСТ эта сила прикладывается к соответствующим упорам автосцепного устройства.

Серьезные изменения коснулись величины давления силы тяжести насыпного груза, действующего на стенки кузова, особенно для третьего режима. Величина по Нормам для первого режима для рассматриваемого вагона для боковых стен – 3,08у кПа (у – вертикальная координата), для торцевых стен – 9,68у кПа, по ГОСТ – для боковых стен – 2,8у кПа, для торцевых стен – 8,8у кПа. По Нормам значение больше, т.к. учитывался коэффициент вертикальной динамики, равный 0,1. Что касается третьего режима, по Нормам величина рассматриваемого давления составляет для боковых стен – 7,22у кПа, для торцевых стен – 16,03у кПа, по ГОСТ оно равно для боковых стен – 3,7у кПа, для торцевых стен – 11,5у кПа. Такая большая разница объясняется тем, что при расчете по Нормам принимается только пятая часть величины угла естественного откоса груза от его реального значения. Также стоит отметить, что в ГОСТ была упразднена упрощенная формула для определения статического давления распора насыпанного груза для вертикальных стен при загрузке без шапки и без учета трения груза о стенки кузова.

#### Список литературы

- 1 ГОСТ 33211–2014. Вагоны грузовые. Требования к прочности и динамическим качествам : межгос. стандарт. – Введ. 2016–17–01. – М. : Стандартинформ, 2014. – 53 с.
- 2 Нормы для расчета и проектирования вагонов железных дорог МПС колеи 1520 мм (несамоходных). – М. : ВНИИВ-ВНИИЖТ, 1996. – 319 с.

УДК 621.311:629.483/484

## ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ЭНЕРГОСБЕРЕГАЮЩЕГО ОБОРУДОВАНИЯ В ВАГОНРЕМОНТНОМ ПРОИЗВОДСТВЕ

*В. Ф. РАЗОН, Н. С. БИРИЛЛО*

*Белорусский государственный университет транспорта, г. Гомель*

Железнодорожный транспорт является одним из крупнейших потребителей энергоресурсов в стране, расходуя около 5 % электроэнергии и почти 11 % дизельного топлива. Энергетическая эффективность в современных условиях является важнейшим фактором повышения конкурентоспособности Белорусской железной дороги (БЖД) на внутреннем и международном рынке транспортных услуг.

БЖД является пионером в освоении многих энергосберегающих технологий. Среди таких технологий светодиодное освещение, которое сегодня повсеместно применяется при освещении депо,

железнодорожных станций, вокзалов, в пассажирских вагонах и системах железнодорожной сигнализации. Применение светодиодных источников света позволяет экономить до 40 % электроэнергии по сравнению с люминесцентными лампами, а при наличии интеллектуальных систем управления – еще до 30 %.

Нельзя сэкономить то, что не учтено. Поэтому большое внимание БЖД уделяет автоматизации учета энергоресурсов и развитию информационных технологий мониторинга, их использованию для решения задач по оперативному управлению энергопотреблением.

Снижение расхода энергии посредством совершенствования технологических процессов и оборудования относится к наиболее эффективным способам энергосбережения. Мировой опыт доказывает, что представлять экономию энергии только как регулировку отопления, своевременное отключение света в помещениях и т. д. – экономически не всегда оправдано. Данная статья расхода составляет в балансе общего потребления порядка 4–5 %, но приводит к значительным расходам на новую технику. Одновременно к существенному снижению энергопотребления приводят повышение КПД дизельного или электрического двигателя, механической части локомотива, лубрикация рельсов и гребней колес. Изменение структуры энергопотребления, в частности переход на полное или частичное использование природного газа или экологически чистого жидкого топлива, приводит к двукратному снижению выбросов вредных веществ в атмосферу, что значительно дешевле использования газоочистного оборудования. Экономия лишь 1 тонны условного топлива (т у.т.) обеспечивает перевозку 3000 т грузов примерно на 100 км.

Одним из эффективных путей экономии топливно-энергетических ресурсов является использование экологически чистых нетрадиционных возобновляемых источников энергии, в первую очередь солнечной энергии, аккумулированной в грунте, водоемах и воздухе. Однако периодичность действия и низкий температурный потенциал этих источников не позволяет непосредственно использовать их для получения тепловой энергии, без преобразования. В качестве преобразователей тепловой энергии от энергоносителя с низкой температурой к энергоносителю с более высокой температурой используются тепловые насосы, которые позволяют экономить до 70 % традиционных энергетических ресурсов. В качестве низкопотенциальных источников теплоты могут служить: теплота вентиляционных выбросов, теплота канализационных стоков, сбросная теплота технологических процессов, теплота грунтовых вод и др.

Основными видами ресурсов, потребляемых при ремонте и техническом обслуживании вагонов, являются:

- электрическая энергия: расходуется на генерацию сжатого воздуха, сушку древесины в деревообрабатывающих цехах, электрический привод станков, средств механизации и автоматизации производства, технологических установок, подъёмно-транспортного оборудования, аппараты электрической сварки и наплавки, электронагревательные элементы (печи, камеры, устройства электроподогрева моечного раствора), электромеханические прессы, установки для нанесения гальванических покрытий и дистилляции воды, контрольно-испытательное оборудование и другие цели;

- сжатый воздух, используемый в ручном пневмоинструменте, пневматическом приводе механизированных и автоматизированных технологических позиций и линий, обдувочных камерах, установках дробеструйной и пескоструйной очистки, оборудовании для нанесения защитных покрытий, испытания тормозной системы и приборов вагонов при ремонте и в составе поезда;

- техническая вода для наружной и внутренней мойки вагонов и их оборудования, очистки вагонов от остатков груза в ремонтных депо и пунктах подготовки вагонов к перевозкам;

- питьевая вода для экипировки пассажирских вагонов и социально-бытовых нужд;

- перегретая вода, насыщенный водяной пар для разогрева нефтепродуктов, горюче-смазочных материалов, подогрева до рабочей температуры раствора в моечных машинах, пропарки воздушных резервуаров, парового привода кузнечнопрессового оборудования;

- горючие газы и их смеси для резки и сварки металла при ремонте вагонов, разделки вагонов в металлолом;

- дизельное топливо для автономных дизель-генераторных установок, самоходных технологических комплексов для обслуживания и текущего ремонта вагонов;

- твёрдое и жидкое топливо для генерации пара, нагрева воды на технологические нужды (в первую очередь для моечных машин), кузнечнойковки металла.

Наиболее энергоёмкими технологическими процессами ремонта вагонов являются сварка, наплавка, технологический нагрев, сушка, вентиляция производственных участков. Вторую по зна-

чимости группу образуют металлообработка (станочное оборудование), грузоподъемные и транспортные операции, выполняемые с использованием мостовых кранов и вспомогательных грузоподъемных механизмов.

Основным показателем энергетической эффективности технологических процессов вагонного хозяйства является удельная энергоёмкость ремонта и технического обслуживания вагонов, которая рассчитывается для каждого конкретного вида ремонта и типа вагона по основным видам потребляемых топливно-энергетических ресурсов. Фактическая энергоёмкость технологических процессов ремонта и обслуживания вагонов определяется плановыми затратами ТЭР на выполнение основных и вспомогательных операций согласно установленной технологии производства и непроизводительными затратами (потерями), связанными с нарушениями в организации производства, логистикой, материально-техническим снабжением, системой качества. Потери могут составлять 15–20 % суммарных затрат.

Типичным для БЖД по выполняемой работе и применяемым технологическим процессам является Барановичское вагонное депо. Проведенный анализ показал, что в этом депо 64,1 % оборудования имеет фактический срок эксплуатации более 10 лет, из которых 29,5 % эксплуатируется более 20 лет. При этом оборудование, используемое 10 лет и более, имеет большой физический и моральный износ, что требует повышенных удельных энергозатрат на его эксплуатацию.

Основные затраты электроэнергии обусловлены работой насосного, вентиляционного и компрессорного оборудования (21,8 %), освещения (21,8 %), сварочного оборудования (15,9 %).

После анализа полученных результатов были предложены следующие мероприятия по экономии энергоресурсов.

– для экономии электрической энергии: замена осветительных установок на современные светодиодные, что дает экономию 65,9 тыс.кВт·ч/год при сроке окупаемости 4,6 года; замена имеющихся трансформаторных источников питания сварочного оборудования на современные инверторные, что дает экономию в размере 59,2 тыс.кВт·ч/год при сроке окупаемости 2,8 года; внедрение автоматизированной системы учета электроэнергии – дает экономию 36,68 тыс.кВт·ч/год при сроке окупаемости 5,3 года. Общие затраты на внедрение мероприятий по экономии электрической энергии составляют 153 тыс. рублей, средний срок окупаемости всех мероприятий 4,2 года;

– для экономии тепловой энергии и топлива: применение гелиоустановок для нужд горячего водоснабжения, что дает экономию 57,21 т у.т./год при сроке окупаемости 3,8 года; использование теплоты, выделяющейся при работе компрессоров, 37,7 т у.т./год при сроке окупаемости 0,2 года; термомодернизация (утепление) зданий и сооружений – 18,47 т у.т./год при сроке окупаемости 10,4 года; замена остекления – 12,8 т у.т./год при сроке окупаемости 3,5 года; прочие мероприятия – 16,41 т у.т./год при среднем сроке окупаемости 1,4 года. Общие затраты на внедрение мероприятий по экономии тепловой энергии составляют 233,4 тыс. руб., средний срок окупаемости всех мероприятий 4,8 года.

Внедрение разработанных мероприятий для экономии энергетических ресурсов в Барановичском вагонном депо приведет к снижению энергопотребления на 17,4 %, а экономический эффект в денежном выражении составит более 80 тыс. руб. в год.

Аналогичные мероприятия по экономии энергоресурсов могут быть реализованы и на других вагоноремонтных предприятиях Белорусской железной дороги.

УДК 339.543:629.4

## **СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ТАМОЖЕННОГО КОНТРОЛЯ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОГО ПОДВИЖНОГО СОСТАВА И ПЕРЕМЕЩАЕМЫХ ИМ ТОВАРОВ**

*В. Ф. РАЗОН, М. В. ФЁДОРОВА*

*Белорусский государственный университет транспорта, г. Гомель*

Республика Беларусь благодаря развитой инфраструктуре и привлекательности географического положения является интегрирующим звеном в торговле между странами Европейского союза и Азиатско-Тихоокеанского региона. В условиях роста объема перевозок через белорусский участок таможенной границы Евразийского экономического союза для таможенных органов особую важность приобретают вопросы, связанные с совершенствованием таможенного контроля.