

– для корпуса буксы с отверстиями под ПАЭ в ребрах жесткости и рядом с ними деформация не превышает допустимого значения 0,200 мм (максимальное значение – 0,065 мм).

– нормальные напряжения в корпусе буксы не превышают допустимого значения 450 МПа (максимальное значение  $\approx 72$  МПа).

– нормальные напряжения в корпусе буксы с отверстиями под ПАЭ в ребрах жесткости не превышают допустимого значения 450 МПа (максимальное значение  $\approx 202$  МПа), рядом с ребрами жесткости составляет  $\approx 109$  МПа.

#### **Заключение**

Анализ НДС подшипника и корпуса буксы показал, что нормальные напряжения и деформации не превышают допустимых значений (0,2 мм и 450 МПа), однако вследствие меньших напряжений (109 МПа) в буксовом узле с отверстиями под ПАЭ около ребер жесткости рекомендуется использовать данное место для расположения преобразователей.

#### **Список литературы**

1 Сыч, Т. В. Совершенствование технологии АЭ-контроля на основе конечно-элементного анализа акустического тракта : дис. ... канд. техн. наук: 05.11.13 : защищена 13.10.16 : утв. 02.11.16 / Сыч Татьяна Викторовна. – Томский политехн. ун-т. – Новосибирск, 2016. – 149 с.

2 Беляев, Г. Я. Численное исследование напряженно-деформируемого состояния деталей подшипников качения / Г. Я. Беляев, С. Ю. Котов, А. В. Шмелев // Вестник Гомельского гос. техн. ун-та им. П. О. Сухого, 2017. – № 1. – С. 27–33.

3 Основы работы в ANSYS 16 / Н. Н. Федорова [и др.] // ДМК Пресс, 2017. – 210 с.

4 Шимановский, А. О. Применение метода конечных элементов в решении задач прикладной механики : учеб.-метод. пособие / А. О. Шимановский, А. В. Путьято. – Гомель : БелГУТ, 2008. – 61 с.

УДК 656.073

## **ОСОБЕННОСТИ КРЕПЛЕНИЯ ГРУЗОВ НА СОЧЛЕНЕННЫХ ВАГОНАХ-ПЛАТФОРМАХ**

*О. С. ЧАГАНОВА, Т. И. БЫСТРЕНКОВА, Е. В. МЕНЬШОВА*  
*Белорусский государственный университет транспорта, г. Гомель*

В современном мире обеспечение сохранности и своевременности доставки грузов представляет собой один из важнейших факторов при перевозке железнодорожным транспортом. В Республике Беларусь производится большое число длинномерных строительных конструкций и изделий, которые требуется доставлять от места производства к месту установки. Одним из способов достижения этих целей является использование вагонов сочлененного типа [1]. Так, для перевозки крупнотоннажных контейнеров используется 6-осный вагон-платформа модели 13-470-01 грузоподъемностью 87 тонн и нагрузкой на рельсы от колесной пары 230,5 кН [2]. У модели 13-9994 увеличена грузоподъемность до 116 тонн нагрузкой на рельсы 245,25 кН. Для перевозки сжиженных углеводородных газов используется вагон-цистерна модели 15-9541-01, отличающийся повышенной грузоподъемностью до 90 тонн. Применяются вагоны-хопперы открытые и закрытые для сыпучих грузов, не требующих или требующих защиты от атмосферных явлений. Также используются полувагоны универсальные и специализированные и крытые вагоны для различных грузов.

Всё большую актуальность приобретает использование различных типов контейнеров, обеспечивающих лучшую сохранность грузов, облегчающих погрузочно-разгрузочные операции и перегрузку грузов между различными видами транспорта. В связи с этим возникает потребность уменьшения массы тары вагона и увеличения грузоподъемности.

Различные строительные конструкции, трубы, лесоматериалы, пиломатериалы, крупнотоннажные контейнеры, колесная техника и другие длинномерные грузы перевозятся на открытом подвижном составе, и для их крепления используются как специализированные, так и универсальные средства [3, 4]. В частности для стеновых железобетонных панелей используются специальные пирамиды, перевозка длинномерных крупногабаритных изделий осуществляется на сцепках платформ с применением турникетных опор. Допускается незначительное смещение относительно продольной и поперечной плоскостей симметрии вагона [2].

На сети железных дорог колеи 1520 мм действуют Технические условия размещения и крепления грузов (Приложение 3 к Соглашению о международном железнодорожном грузовом сообщении (СМГС)) [2], для грузов, перевозимых на открытом подвижном составе и в крытых вагонах. В Технических условиях приведены общие требования к перевозке контейнеров и длинномерных грузов на открытом подвижном составе. Перевозку длинномерных грузов предлагается осуществлять с применением турникетных опор. Однако в указанных Технических условиях отсутствуют сведения об особенностях применении сочлененных вагонов и в каком месте устанавливать турникетные опоры на вагонах такого типа. Также в соответствии с [2] разница в загрузке тележек не должна превышать для обычных 4-осных вагонов 10 т; 6-осных – 15 т; 8-осных – 20 т. При этом нагрузка, приходящаяся на каждую из тележек, должна быть не более половины грузоподъемности вагона. В соответствии с рекомендациями [2] центр тяжести груза, как правило, должен располагаться на линии пересечения продольной и поперечной плоскостей симметрии вагона.

Всё более широко применяемые в настоящее время вагоны сочлененного типа, т. е. вагоны, соседние секции которых опираются на одну общую тележку. Шарнирное соединительное устройство грузовых вагонов сочлененного типа представляет собой составную несъемную часть несущей конструкции вагона, предназначенную для соединения и передачи нагрузок между двумя секциями вагона и для опоры двух секций вагона на общую тележку.

Например, для перевозки строительных железобетонных конструкций большой длины можно применить шестиосный вагон сочлененного типа модели 13-470-01, переоборудованный из двух вагонов-платформ модели 13-470 (рисунок 1). При этом для закрепления железобетонной конструкции будут использоваться турникетно-крепёжные устройства [1]. Однако в нормативной литературе отсутствуют рекомендации о выборе места установки турникетных опор для таких вагонов, при котором обеспечивается одинаковая нагрузка на тележки вагона.

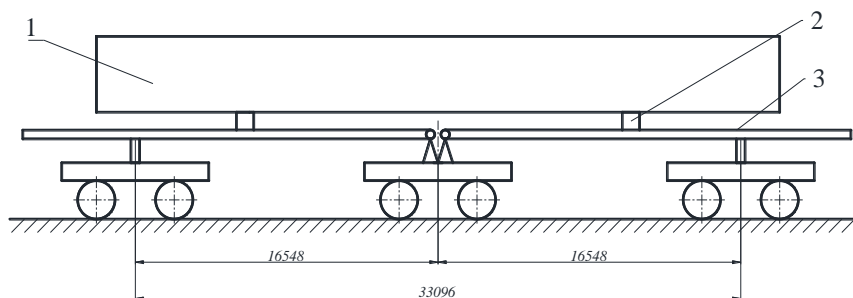


Рисунок 1 – Расчетная схема вагона-платформы сочлененного типа модели 13-470-01 с грузом:  
1 – железобетонное изделие; 2 – турникетные опоры; 3 – сочлененная платформа

В качестве примера рассмотрим транспортировку железобетонной строительной конструкции на вагоне-платформе сочлененного типа (см. рисунок 1). Исходя из условия максимального использования грузоподъемности данного вагона определялось место установки турникетных опор для перевозки длинномерного груза. В соответствии с размерами вагона-платформы модели 13-470-01 [2] получена расчетная схема. Было принято, что расчетные нагрузки на рельсы от каждой тележки, включающей две колесные пары, должны быть одинаковыми. Определена зависимость величины воздействия груза на турникетные опоры при учете этого условия. Получено, что при использовании для транспортировки длинномерных грузов вагонов-платформ сочлененного типа нагрузка на рельсы от каждой тележки вагона будет одинаковой, если турникетно-крепёжные устройства будут расположены на расстоянии 5,5 м от оси крайней тележки. Это составляет 1/3 расстояния между осями крайней и средней тележек. Применение этого условия обеспечит сохранность вагона и безопасность движения поездов.

Изначально вагон-платформа сочлененного типа предназначался для перевозки крупнотоннажных 40-футовых контейнеров. В этом случае при равномерной загрузке контейнеров нагрузки на тележки сочлененного вагона будут разными. Самая большая нагрузка будет приходиться на среднюю тележку, меньшие нагрузки – на крайние тележки. Это приведет к серьезному износу элементов ходовой части вагона и создаст угрозу безопасности движения поездов.

В соответствии с [2, таблица 2] величина максимально допускаемого смещения центра тяжести груза в крупнотоннажном контейнере в продольном направлении не должна превышать 1200 мм. Использование этого условия при погрузке контейнеров с грузом на вагоны-платформы сочлененного типа позволит более равномерно распределить нагрузку на тележки такого вагона и улучшить ходовые характеристики и сохранности элементов вагона.

Установка крепёжных устройств с применением условий, описанных выше, не всегда возможна, поэтому работа по определению оптимальных параметров размещения креплений будет продолжена.

#### Список литературы

1 **Васильев, С. М.** Совершенствование подвижных турникетно-крепёжных устройств с целью установки на современные типы грузовых вагонов / С. М. Васильев, А. А. Железняков, Л. П. Целковикова // Механика. Исследования и инновации : междунар. сб. науч. тр. Вып. 12. – Гомель : БелГУТ, 2019. – С. 29–34.

2 Технические условия размещения и крепления грузов. Приложение 3 к Соглашению о международном железнодорожном грузовом сообщении (СМГС) : по состоянию на 1 июля 2020 г. [Электронный ресурс]. – 2020. – Режим доступа : [https://www.rw.by/upload/iblock/fec/Pril-3-SMGS\\_Tom-2\\_2020.pdf](https://www.rw.by/upload/iblock/fec/Pril-3-SMGS_Tom-2_2020.pdf). – Дата доступа : 15.09.2020.

3 **Чаганова, О. С.** Анализ методов крепления штучных грузов в кузове вагона / О. С. Чаганова // Транспорт. Наука, техника, управление. – 2011. – № 5. – С. 51–56.

4 **Коломникова, О. С.** Механические особенности крепления штучных и тарно-упаковочных грузов в кузове транспортного средства / О. С. Коломникова // Механика. Научные исследования и учебно-методические разработки : междунар. сб. науч. тр. – Гомель, 2007. – Вып. 1. – С. 26–34.

УДК 629.4.003

## СИСТЕМА ОБСЛУЖИВАНИЯ ЛОКОМОТИВОВ ПО ФАКТИЧЕСКОМУ ТЕХНИЧЕСКОМУ СОСТОЯНИЮ

*В. М. ЧУМАКОВ*

*Конструкторско-технический центр Белорусской железной дороги, г. Минск*

*В. В. НЕВЗОРОВ*

*Белорусский государственный университет транспорта, г. Гомель*

В последние годы жесткая экономическая необходимость вынуждает Белорусскую железную дорогу активно искать пути повышения эффективности системы технического обслуживания и снижения затрат на содержание тягового подвижного состава (ТПС) в технически исправном состоянии. Для реализации возможности снижения расходов на планово-предупредительный ремонт (ППР) и техническое обслуживание локомотивов за счет учета их фактического технического состояния (ФТС) многие локомотивные депо оснащаются техническими средствами контроля и прогнозирования изменения технического состояния различных узлов локомотивов [1]. Это дает возможность повысить объективность и глубину дефектации тяговых единиц при их поступлении на ТО и ТР, полноту и достоверность оценки технического состояния каждого локомотива для приведенного объема работ по ТО и ТР в соответствии с действительным состоянием локомотива.

**Цель работы** – обосновать предпосылки для поэтапного перехода к системе обслуживания локомотивов по фактическому техническому состоянию.

На первом этапе срок постановки тяговой единицы на очередной ТР или ТО первоначально планируется в соответствии с установленными нормами межремонтных периодов; далее он может корректироваться в соответствии с прогнозируемой загрузкой ремонтных цехов, а также с учетом результатов оценки ФТС данного тепловоза. Информационная основа для такой оценки: сведения о наработке; остаточный ресурс и вероятность отказа основных лимитирующих узлов; надежность работы данного тепловоза в предшествующий период; данные об уровне удельных энергозатрат локомотива на тягу поездов, хранящиеся в единой базе данных локомотивного депо БЖД.

С учетом указанных сведений предварительно формируется перечень работ, которые необходимо выполнить при производстве данного ТО или ТР. Приемка тепловоза из ТО и ремонта