

Показателем точности измерения толщины стенки является неопределенность измерений. Расширенную неопределенность измерения ( $U$ ) для уровня доверия 95 % определяют по формуле

$$U = k u_c(H), \quad (3)$$

где  $k$  – коэффициент охвата;  $u_c(H)$  – суммарная стандартная неопределенность.

При проведении измерений ультразвуковым толщиномером обеспеченная расширенная неопределенность измерения толщины в диапазоне от 0,5 до 10 мм в предположении, что шероховатость поверхности противоположной стороне ввода ультразвуковой волны  $Rz-320$  мкм, составляет не более  $\pm 0,2$  мм. Оценка расширенной неопределенности проведена в предположении нормального распределения при коэффициенте охвата  $k = 2,0$  для уровня доверия  $P = 95 \%$ .

Таблица 1 – Минимально допустимые значения толщин элементов стальных резервуаров, рассчитанные по [2] с учетом деградации материала

| Номинальное значение толщины | Минимально допустимое значение толщины |
|------------------------------|--|
| 2,5                          | 1,7                                    |
| 3,0                          | 2,2                                    |
| 3,9                          | 3,0                                    |
| 4,0                          | 3,1                                    |
| 5,0                          | 4,0                                    |
| 6,0                          | 4,9                                    |
| 8,0                          | 6,7                                    |

В миллиметрах

При вынесении заключения о возможности дальнейшей эксплуатации алюминиевого воздушно-го резервуара необходимо соблюдение условия

$$s_f + p_i \leq 0,1 s_n, \quad (4)$$

где  $s_f$  – глубина местного коррозионного повреждения, мм;  $p_i$  – погрешность измерения глубиномера, мм;  $s_n$  – номинальное значение толщины элемента, мм.

#### Список литературы

- 1 ГОСТ 1561–75. Резервуары воздушные для автотормозов вагонов железных дорог. Технические условия. – М. : Изд-во стандартов, 1988. – 8 с.
- 2 ГОСТ 14249–89. Сосуды и аппараты. Нормы и методы расчета на прочность. – М. : Изд-во стандартов, 1989. – 56 с.

УДК 629.424.004

### ТЕХНИЧЕСКОЕ СОСТОЯНИЕ ДИЗЕЛЬ-ПОЕЗДОВ ДДБ1 ПОСЛЕ ДЛИТЕЛЬНОЙ ЭКСПЛУАТАЦИИ

*П. М. АФАНАСЬКОВ, Р. И. ЧЕРНИН, И. А. ТИТОВИЧ*

*Белорусский государственный университет транспорта, г. Гомель*

В 1998 года ОАО «Демиховский машиностроительный завод» выпустил десять составов дизель-поезда на базе тепловозной тяги ДДБ1. Составы были выпущены по заказу Белорусской железной дороги и состояли из десяти промежуточных вагонов и двух тепловозных секций. Промежуточные вагоны модели 63-322 имеют высокую степень унификации с вагонами электропоездов семейства ЭД2Т/ЭД4. Тяговыми единицами изначально являлись 2 секции доработанного тепловоза 2М62У устанавливаемых по концам состава.

В связи с избыточностью количества вагонов на используемых маршрутах в 2005 году было решено каждый из десятивагонных поездов ДДБ1 разделить на две части, дополнив их головными вагонами по аналогии с дизель-поездами ДРБ1. У Рижского вагоностроительного завода были закуплены прицепные головные вагоны модели 63-550, вследствие чего были вновь сформированы поезда, состоящие из шести пассажирских вагонов и одной тепловозной секции. В периоды спада пассажиропотока (зимнее время) число пассажирских вагонов могло сокращаться до трёх. При эксплуатации допускается сокращение числа вагонов вплоть до одного с формированием по схемам тяговая секция – прицепной головной вагон или тяговая секция-прицепных промежуточных вагонов-тяговая секция.

Для упорядочения, повышения эффективности и качества процесса ремонта дизель-поездов ДДБ1 в условиях локомотивных депо Белорусской железной дороги возникла необходимость в раз-

работке методики технического контроля данных составов при выполнении текущих ТР-3 и капитальных КР-1, КР-2 ремонтов. Для разработки методики необходимо располагать картиной распределения напряжений в кузовах вагонов дизель-поезда.

Кузова головного и промежуточного вагонов дизель-поезда ДДБ1 имеют цельнонесущую конструкцию в виде замкнутой подкрепленной тонколистовой оболочки с вырезами. Оболочка выполнена из набора продольных и поперечных элементов жесткости, связанных обшивкой, поэтому расчетная схема кузова принималась в виде пластинчатой пространственной системы. Конечно-элементные модели головного и промежуточного вагонов представлены на рисунке 1.

Модель кузовов (рисунок 1) позволяют учитывать возможности приложения любого сочетания и вида эксплуатационных нагрузок. Они с достаточной точностью аппроксимирует металлоконструкцию кузовов и разработаны на основе конструкторской документации. Кинематические граничные условия включают в себя ограничение степеней свободы в местах крепления упоров автоцепного устройства, пятников и скользунов.

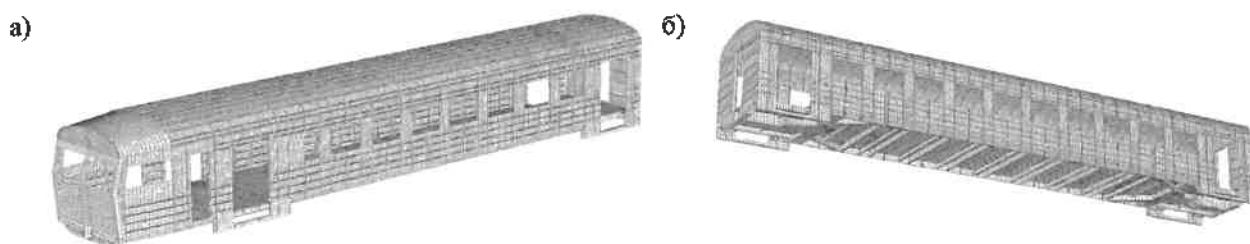


Рисунок 1 – Конечно-элементная модель кузова вагона дизель-поезда ДДБ1:  
а – головной вагон; б – промежуточный вагон

Для оценки прочности кузовов вагонов дизель-поезда ДДБ1 по допускаемым напряжениям по отношению к пределу текучести материала нормативной документацией [1] установлено три (I, II и IV) расчетных режима с силами, действующими статически, и один расчетный режим (III), учитывающий действие статических и динамических сил, оценка прочности по которому выполняется как по допускаемым напряжениям, так и на сопротивление усталости.

Режим I включает в себя режим Ia – учитывает действие максимальных продольных квазистатических сил и Ib – учитывает действие максимальных продольных ударных сил. Расчетный режим IIa учитывает силы, действующие при движении в кривых участках пути с максимальным разрешенным непогашенным ускорением. Режим III учитывает силы, действующие при движении с различными скоростями вплоть до конструкционной по прямому участку пути. Расчетный режим IV учитывает силы, обусловленные технологией ремонта и производством аварийно-восстановительных работ, включает режимы IVa (подъем кузова на трех домкратах) и IVб (подъем вагона за узел сцепного устройства).

Поля распределения эквивалентных напряжений в кузовах вагонов дизель-поезда ДДБ1 при расчетных режимах Ia и IVa представлены на рисунке 2.

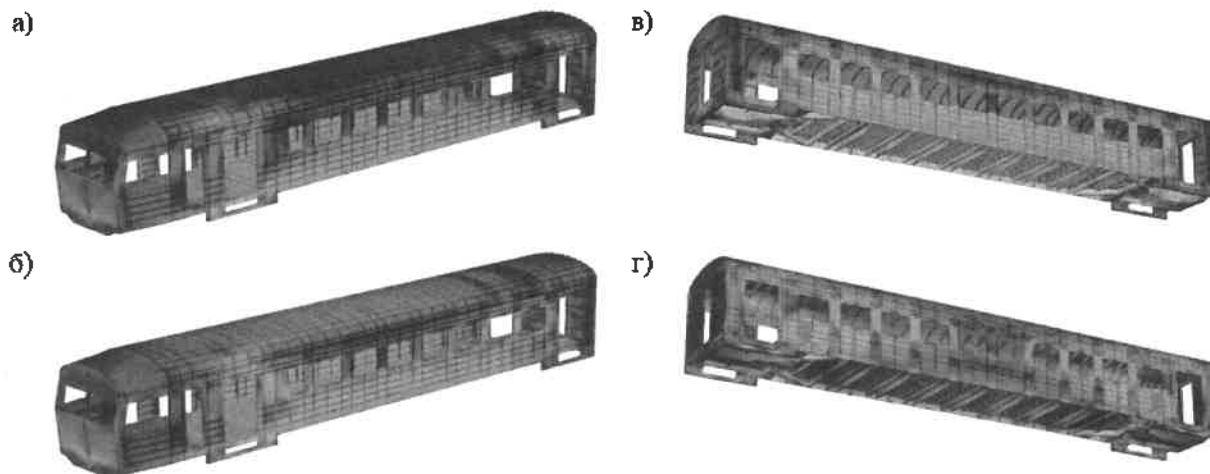


Рисунок 2 – Распределение напряжений в кузове вагона дизель-поезда ДДБ1:  
а – головной вагон, расчетный режим Ia (сжатие); б – головной вагон, расчетный режим IVa;  
в – промежуточный вагон, расчетный режим Ia (сжатие); г – промежуточный вагон, расчетный режим IVa

В результате проведенных расчетов на прочность кузовов вагонов дизель-поезда ДДБ 1, с учетом их реального физического состояния, установлено, что прочность при всех расчетных режимах удовлетворяет требованиям [1]. Полученные результаты приведены в таблице 1.

Таблица 1 – Значения максимальных напряжений, возникающих в несущей конструкции кузова

В миллиметрах

| Объект                      | Режим                   |                         |                         |                         |                         |                        |                        |
|-----------------------------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|------------------------|------------------------|
|                             | Ia (-)                  | Ia (+)                  | Iб                      | IIa                     | III                     | IVa                    | IVб                    |
| Кузов промежуточного вагона | 185,9<br>(70 % от доп.) | 169,9<br>(64 % от доп.) | 209,7<br>(79 % от доп.) | 104,4<br>(59 % от доп.) | 104,4<br>(59 % от доп.) | 42,5<br>(16 % от доп.) | 61,1<br>(23 % от доп.) |
| Кузов головного вагона      | 199,1<br>(75 % от доп.) | 196,5<br>(74 % от доп.) | 220,4<br>(83 % от доп.) | 104,4<br>(59 % от доп.) | 104,4<br>(59 % от доп.) | 45,1<br>(17 % от доп.) | 74,3<br>(28 % от доп.) |

Проведенные расчеты позволили установить ответственные зоны, где необходимо выполнять контроль толщины основного металла при проведении плановых видов ремонта, а также разработать диагностические карты для фиксации полученных результатов.

#### Список литературы

1 ГОСТ 33796–2016. Моторвагонный подвижной состав. Требования к прочности и динамическим качествам. – М.: Стандартинформ, 2017. – 40 с.

УДК 621.891

### ПОВЫШЕНИЕ ИЗНОСОСТОЙКОСТИ УЗЛОВ ТРЕНИЯ ЗВЕНЬЕВОГО ПУТЕУКЛАДЧИКА

*М. В. АНИКЕЕВА, В. И. ВРУБЛЕВСКАЯ*

*Белорусский государственный университет транспорта, г. Гомель*

В Республике Беларусь железнодорожный транспорт обеспечивает свыше 60 % общего объема грузооборота страны и 30 % пассажирооборота. Поэтому безопасность и надежность подвижного состава зависит от исправности путей [1].

При капитальном ремонте пути и строительстве железных дорог используют комплект машин и оборудования для транспортировки и укладки путевых звеньев (звеньевой путеукладчик). Роликовый транспортер звеньевой путеукладчика эксплуатируется на открытом воздухе, в условиях абразивно-агрессивных сред и при действии больших динамических нагрузок.

В течение всего периода эксплуатации узлы трения роликового транспортера выходят из строя по причине заклинивания шарикоподшипников и вследствие чего происходит поломка роликов. Замена шарикоподшипников на подшипники скольжения самосмазывающиеся торцово-прессового деформирования позволила повысить надежность и долговечность узла трения в 2–4 раза [2–4].

Повышение износостойкости узла трения роликоопоры возможно при замене материала и вида термообработки внутреннего кольца ПСС ТПД [5].

Проведены испытания пар трения «сталь – частичный вкладыш» на машине трения 2070 СМТ-1 при скорости скольжения  $v = 0,25$  м/с и давлениях  $p = 1 \dots 10$  МПа без абразива и с его наличием [6].

Стальные ролики были выполнены из марок 45, 45Х, которые подвергались объемной закалке и низкому отпуску. Стальные ролики из марки 18ХГТ обрабатывались цементацией, объемной закалкой и низким отпуском. В качестве агрессивной среды использовался песок.

Для определения износа вкладышей ТПД, испытываемых со стальными роликами, применяли аналитические весы ВЛТ-200.

Установлено, что при работе пар трения «частичный вкладыш – ролик из стали 45», «частичный вкладыш – ролик из стали 45Х», «частичный вкладыш – ролик из стали 18ХГТ» без абразива массовый износ вкладышей меньше, чем при их эксплуатации в среде абразива. Однако наилучшими триботехническими характеристиками в вышеуказанных условиях обладает пара трения «частич-