

Таблица 2. Расчет предела выносливости полученного экспериментальным путем

Наименование параметра	Зона полурамы вагона-платформы в средней части		
	Верхний лист хребтовой балки	Нижний лист хребтовой балки	Вертикальный лист хребтовой балки
Предел выносливости конструкции, определяемый в соответствии с [4], $\sigma_{a, N_{исп}}$, МПа	42,31	45,83	45,83
Значение амплитуды напряжений, полученное при испытании $\sigma_{a, \text{исп}}$, МПа	42	36	38
Предел выносливости конструкции, определяемый по результатам испытаний, $\sigma_{a, N_{исп}}$, МПа	17,65	15,13	15,97
Значение амплитуды напряжений, полученное при расчете $\sigma_{a, \text{расч}}$, МПа	11,51	9,92	9,47
Коэффициент запаса сопротивления усталости $n_{исп}$	1,53	1,53	1,69

возникающих в зонах полурамы вагона-платформы в средней части при теоретической и экспериментальной оценке.

Для уточненного расчета усталости была проведена оценка предела выносливости по данным натурного эксперимента. Оценка производилась для зоны, в которой обнаружилась трещина. Предел выносливости определялся по формуле

$$\sigma_{a, N_{исп}} = \sqrt[m]{\frac{N_{исп}}{N_0} \cdot \sigma_{a, \text{исп}}^m}$$

где m – показатель степени в уравнении кривой усталости в амплитудах, $m = 4$;

$N_{исп}$ – суммарное число циклов динамических напряжений при проведении эксперимента, $N_{исп} = 312000$;

N_0 – базовое число циклов, согласно [4] рекомендуется для стальных конструкций принимать $N_0 = 10^7$;

$\sigma_{a, \text{исп}}$ – значение амплитуды напряжений, полученное при испытании.

Результаты расчета сведены в табл. 2.

Таким образом, видно, что значение предела выносливости, полученного расчетным путем в соответствии с [4], значительно выше предела выносливости, определенного в результате стендовых испытаний в связи с особенностями технологии изготовления конструкции. Расчет на сопротивление усталости усиленной конструкции рамы с учетом экспериментального предела выносливости показал, что коэффициенты запаса сопротивления усталости наиболее напряженных зон вагона больше допустимого $[n] = 1,5$. Следовательно, необходимый срок службы вагона-платформы обеспечен. ■

Работа выполнена при поддержке Министерства образования и науки РФ.

Литература

1. Бороненко Ю. П. Инновационный грузовой подвижной состав железных дорог и его высокотехнологичное производство // Наука и транспорт. 2012. №3.
2. Титова Т. С., Бороненко Ю. П., Мишин В. Н. Создание высокотехнологичного производства и инновационного грузового подвижного состава железных дорог // Тезисы докл. VII Междунар. науч.-технич. конф. «Подвижной состав XXI века: идеи, требования, проекты». СПб., 2011.
3. Кожокарь К. В. Особенности разработки скоростного сочлененного вагона-платформы для перевозки контейнеров // Транспорт РФ. 2013. №3 (46).
4. Нормы для расчета и проектирования вагонов железных дорог МПС колеи 1520 мм (несамоходных). М.: ГосНИИВ-ВНИИЖТ, 1996.



Е. А. Жарова,
канд. техн. наук, доцент
кафедры «Вагоны и вагонное хозяйство» Петербургского государственного университета путей сообщения Императора Александра I (ПГУПС)



Д. А. Мойкин,
старший преподаватель
кафедры «Вагоны и вагонное хозяйство» ПГУПС



В. А. Белгородцев,
аспирант кафедры
«Вагоны и вагонное хозяйство» ПГУПС

Совершенствование вагонов-самосвалов для повышения их надежности в эксплуатации

С целью совершенствования вагонов-самосвалов (думпкаров) разработан проект усиления основных элементов конструкции. Благодаря новым конструктивным решениям можно существенно повысить надежность кузова и безопасность эксплуатации, увеличить грузоподъемность, обеспечить сохранность перевозимых грузов.

Парк железнодорожного подвижного состава СНГ насчитывает свыше 27 тыс. вагонов-самосвалов (думпкаргов). Из них свыше 20 тыс. единиц находятся у частных российских операторов подвижного состава.

подавляющее большинство вагонов-думпкаргов представляют собой модели с истекающим или истекшим сроком службы (такие как 5BC-60, 31-638, 31-656, 31-661, 31-673, 31-674, 31-675, 31-676). Возрастная структура парка вагонов-самосвалов РФ представлена на диаграмме (рис. 1).

Как видно из диаграммы, процент износа парка думпкаргов составляет свыше 80 %, так как нормативный срок службы думпкара – 22 года. В настоящий момент требуется срочное обновление парка, а также поддержание имеющегося в технически исправном состоянии.

Основные производители вагонов-самосвалов сегодня изготавливают четырех- и шестисосные думпкары. В России в 2013 г. всего было выпущено 483 думпкара такими производителями,

как Горнотранспортная компания, МеД-Пром, г. Кривой Рог (модели 33-9035, 2BC-105, 33-980), Калининградский вагоностроительный завод (модели 31-675, 33-682), Уралвагонзавод, г. Нижний Тагил (модель 33-9908), Новозыбковский машиностроительный завод (модель 31-1556), Стахановский вагоностроительный завод (модель 31-945), Завод металлоконструкций, г. Энгельс (модель 33-1157). Данные показатели производства не перекрывают число списываемых вагонов (к примеру, в 2014 г. около 1 тыс. думпкаргов подлежит списанию в связи с истекающим сроком службы) и вынуждают операторов подвижного состава прибегать к продлению срока службы или сокращать эксплуатируемый парк.

Обзор и анализ неисправностей, возникающих в процессе эксплуатации вагонов-самосвалов, связанных с их конструктивными особенностями

Специалисты ПГУПС провели обследование и сформировали перечень ос-

новных неисправностей вагонов-думпкаргов, которые должны быть устранены при выполнении ремонта.

Результаты осмотра вагонов-самосвалов показаны на рис. 2. Все номера неисправностей соответствуют тем, что приведены в таблице. Некоторые дефекты показаны на фото (рис. 3–6).

Существенной особенностью вагонов-думпкаргов является крепление кузова на нижней раме. Крепление выполнено в виде односторонних или двусторонних упоров (рис. 7).

Односторонние упоры отрываются или деформируются под воздействием продольных сил, возникающих в процессе эксплуатации. Требуется тщательная проработка вопроса, связанного с модернизацией данного узла.

Саморазгрузка думпкаргов

При эксплуатации вагонов-самосвалов периодически случаются саморазгрузка во время движения (рис. 8) и переворачивание при разгрузке. Это связано, в первую очередь, с неисправностями механизма разгрузки (рис. 9) и конструктивными особенностями думпкаргов.

Саморазгрузка или опрокидывание думпкаргов могут произойти при переходе двухплечевого рычага через «мертвую точку». Причиной тому являются:

- увеличенные зазоры в скользунах, способствующие смещению груза;
- деформация продольных бортов с отклонением от плоскости прилегания к торцевому борту;
- наличие пропеллерности верхней рамы, в результате которой между первым опорным валиком шкворневой опоры верхней рамы и литой опорой на шкворневом кронштейне нижней рамы образуется зазор, а передние торцевые балки нижней и верхней рамы образуют угол;
- «приоткрытое» состояние борта и «предоткрытое» положение механизма разгрузки;
- наращивание бортов, увеличивающие высоту центра тяжести и площадь приложения распорной нагрузки;
- прогибы в полу и бортах, приводящие к смещению груза;
- неравномерное распределение грузов;
- обрыв стоек продольных бортов;
- излом ребер жесткости торцевых стен.

Чтобы повысить эффективность перевозок и безопасность разгрузки,

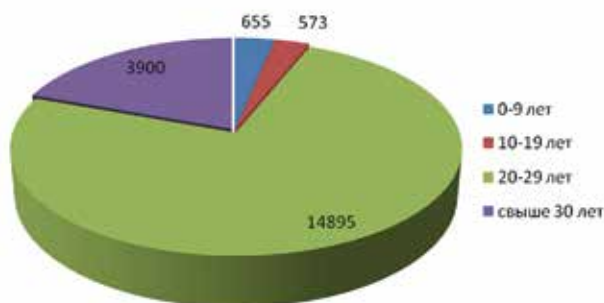


Рис. 1. Возрастная структура парка вагонов-самосвалов РФ

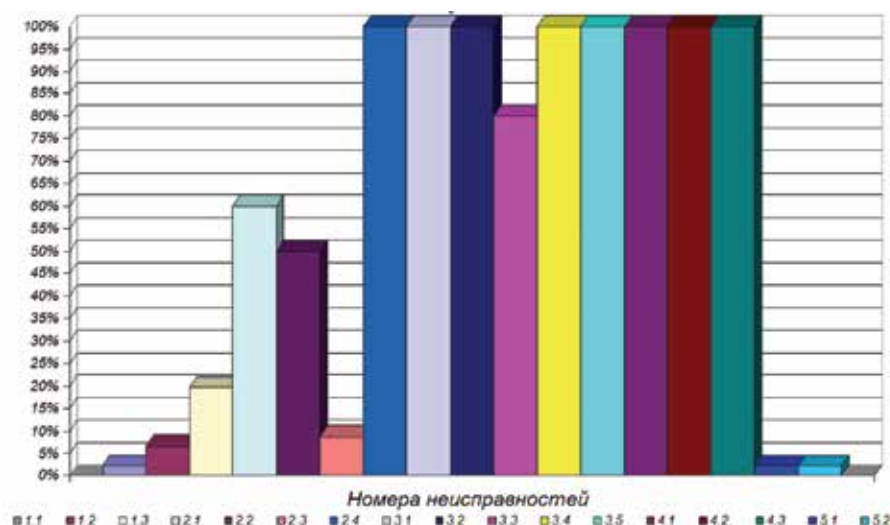


Рис. 2. Диаграмма неисправностей, составленная по результатам осмотра

Основные неисправности вагонов-думпкаров

Наименование узла	Характеристика отказа или предельного состояния
Рама вагона (нижняя рама)	1.1. Трещины в узлах сопряжения хребтовой и шкворневой балок. 1.2. Обрыв или трещина верхнего пояса цилиндрического кронштейна. 1.3. Трещины концевой балки.
Рама кузова (верхняя рама)	2.1. Износ поверхности шкворневых и цилиндрических опор. 2.2. Износ отверстий петель крепления штоков цилиндров опрокидывания. 2.3. Трещины в местах соединения поперечных и продольных балок. 2.4. Трещины в местах соединения поперечных и боковых балок.
Борт продольный	3.1. Вмятины на внутренней поверхности борта. 3.2. Зазор между полом кузова и бортом в закрытом положении. 3.3. Зазор между лобовой стенкой и продольным бортом в закрытом положении. 3.4. Трещины в деталях и сварных швах. 3.5. Погибы элементов продольного борта.
Лобовая балка нижней рамы	4.1. Трещины в деталях и сварных швах. 4.2. Погибы элементов лобовой балки. 4.3. Вмятины на внутренней поверхности.
Система разгрузки	5.1. Отсутствие вала цилиндра. 5.2. Обрыв кронштейна магистрального воздухопровода системы разгрузки.

необходимо усовершенствовать конструкцию вагонов. Требуется найти решения, позволяющие повысить ремонтпригодность элементов кузова, снизить массу тары вагона, увеличить грузоподъемность. В первую очередь, необходима разработка новых механизмов разгрузки, которые позволят повысить устойчивость вагона.

Выявление основных неисправностей разгрузочных механизмов, методы их устранения

Наибольшее число неисправностей у вагонов-самосвалов возникает в процессе их загрузки экскаваторами, когда думпкар испытывает значительные динамические нагрузки от воздействия падающего груза (вес отдельных кусков до 50–90 кН).

При эксплуатации вагонов-самосвалов наибольшее число неисправностей возникает в цилиндрах разгрузки. К таким неисправностям относятся: задиры и коррозия рабочей поверхности цилиндров; овальность и износ по внутреннему диаметру; механические повреждения элементов (трещины, вмятины, отколы); обрыв, изгиб штоков поршней цилиндров; слабое крепление валиков штоков цилиндров с кузовом; обрыв резьбы соединения гайки со штоком цилиндра; износ, разрыв манжет и уплотнительной прокладки поршня. В результате внешнего механического воздействия могут возникать трещины, изломы трубопроводов.

Характерные неисправности в приборах разгрузки: заклинивание поршня прибора; разрыв манжеты нижнего поршня; засорение прибора. Их появ-



Рис. 3. Зазор между полом кузова и продольным бортом



Рис. 4. Обрыв штампованных стоек продольного борта



Рис. 5. Деформация петель верхней рамы разгрузочного цилиндра



Рис. 6. Обрыв подвесного тормозного оборудования



Рис. 7. Двусторонний пятиреберный упор



Рис. 8. Саморазгрузка думпкара в связи с неисправностями кузова

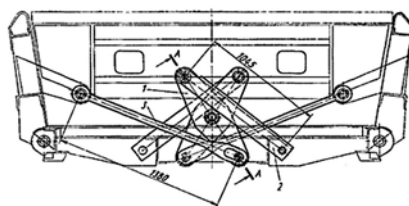


Рис. 9. Механизм разгрузки думпкара типа 5ВС-60

ление может привести к невозможности опрокидывания кузова вагона-самосвала при разгрузке.

Основными неисправностями кранов управления разгрузкой являются их засорение, а также те, которые появляются в результате механических повреждений (трещины, изгибы, изломы).

Следует заметить, что неисправности кузова, связанные с деформацией его элементов, неизбежно ведут к сбоям в работе разгрузочных механизмов. Это связано с тем, что кузов вагона-думпкара является неотъемлемой частью механизма разгрузки. Его деформация ведет к нарушению работы тяг открывания бортов и перекосу штока разгрузочного цилиндра.

Повышенные износы опор и кронштейнов разгрузочных пневмоцилин-

дров говорят о том, что вагоны плохо приспособлены к порожнему режиму. На кронштейны подвески из-за большого веса разгрузочных пневмоцилиндров действует большая сила инерции, которая компенсируется весом груза в грузе состоянии вагона.

В процессе диагностирования были выявлены факты подачи под погрузку вагонов-самосвалов с вышеупомянутыми неисправностями, что указывает на недостаточную подготовленность линейных работников вагонного хозяйства (осмотрщиков) по вопросу неисправностей думпкаров.

Кроме того, выявлены разночтения в инструкциях и руководящих документах относительно неисправностей вагонов-самосвалов, в частности по вопросу зазоров в скользунах. Считаем целесоо-

бразным дополнить и актуализировать эксплуатационную нормативно-техническую документацию, а также повысить квалификацию осмотрщиков вагонов по сети железных дорог Российской Федерации.

При исследовании вопросов модернизации думпкаров с продлением срока службы кафедры «Вагоны и вагонное хозяйство» ПГУПС совместно с ОАО «НВЦ „Вагоны“» разработала проект 4783-11.00.00.000, предусматривающий усиление основных элементов думпкара при проведении капитального ремонта с продлением срока службы. Необходимо рассмотреть возможность модернизации на основе данного проекта и при плановых видах ремонта думпкаров с истекшим сроком службы, чтобы усилить элементы, которые повреждаются в процессе эксплуатации. Это существенно повысит надежность конструкции, положительно скажется на безопасности перевозок и сохранности перевозимых грузов. **Т**

Литература

1. Логинов А. И., Афанаскин Н. Е. Вагоны-самосвалы. М., 1975.
2. Васильев А. В., Борисов С. В., Белгородцев В. А. Отчет по обследованию технического состояния вагонов-самосвалов (думпкаров). СПб., НВЦ «Вагоны», 2012.
3. Мойкин Д. А., Борисов С. В. Экспертиза технического состояния вагона-самосвала (думпкара) и установление причин его разгрузки и схода. СПб.: НВЦ «Вагоны», 2014.
4. Романова А. А., Жарова Е. А., Решетов В. А., Хохлов С. В. Инновационный грузовой подвижной состав: технико-экономические параметры // Транспорт РФ. 2011. № 3. С. 16–20.
5. Яшкин М. С., Кузнецов А. Б., Цыганская Л. В. Вагон-самосвал с новой конструкцией механизма разгрузки // Тез. докл. СПб.: НВЦ «Вагоны», 2013. С. 168–169.
6. Левчук Т. Инновационный вагон – брать или не брать? // Транспорт России. 30.12.2013–12.01 2014. № 1/2. С. 4.
7. Кукушина Н. А., Смирнов Н. В., Цыганская Л. В. Проект 4783-11.00.00.000 «Модернизация четырехосных вагонов самосвалов (думпкаров) с продлением срока службы (КРП)». СПб.: НВЦ «Вагоны», 2011.