

На правах рукописи



Герасимов Кирилл Вячеславович

**НАГРУЖЕННОСТЬ КУЗОВА ПОЛУВАГОНА ГЛУХОГО ТИПА
ПРИ ПАДЕНИИ ГЛЫБЫ ГРУЗА**

05.22.07 – Подвижной состав железных дорог, тяга поездов
и электрификация

Автореферат
диссертации на соискание ученой степени
кандидата технических наук

Москва – 2017

Работа выполнена в федеральном государственном бюджетном образовательном учреждении высшего образования «Брянский государственный технический университет» (БГТУ)

Научный руководитель: доктор технических наук, профессор
Кобищанов Владимир Владимирович

Официальные оппоненты: **Овечников Михаил Николаевич**, доктор технических наук, доцент, Открытое акционерное общества «Научно-исследовательский и конструкторско-технологический институт подвижного состава», отделение «Динамика и прочность подвижного состава и инфраструктуры», лаборатория прочностных расчетов, заведующий лабораторией,

Козлов Михаил Петрович, кандидат технических наук, доцент, федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Московский государственный университет путей сообщения Императора Николая II», кафедра «Вагоны и вагонное хозяйство», доцент.

Ведущая организация Закрытое акционерное общество Научная организация «Тверской институт вагоностроения»
ЗАО НО «ТИВ»

Защита состоится 4 октября 2017 г., в 13.00 на заседании диссертационного совета Д 218.005.01 на базе федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Московский государственный университет путей сообщения Императора Николая II» МГУПС (МИИТ) по адресу: 127994, г. Москва, ул. Образцова, д. 9, стр. 9, ауд. 2505.

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке и на сайте МГУПС (МИИТ), www.miiit.ru.

Автореферат разослан «___» августа 2017 г.

Ученый секретарь
диссертационного совета

Воронин Николай Николаевич

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность темы исследования. В настоящее время спад производства в вагоностроительной отрасли усилил конкурентную борьбу за покупателя. На рынке повысился спрос на вагоны высокого качества с новыми характеристиками и функциями.

Для грузовых вагонов важным показателем эффективности является суточная доходность, которая зависит от периода обращения единицы подвижного состава. Сократить этот период можно, уменьшив время на погрузочно-разгрузочные, маневровые работы и нахождение вагона на маршруте. Изменить последние два фактора производителю вагонов трудно, но на первый можно оказать влияние, создав конструкцию, способную выдерживать значительные нагрузки и высокий уровень интенсивности процесса погрузки-разгрузки.

Рассмотрим вопрос уменьшения продолжительности погрузочных работ за счет упразднения подсыпного слоя из мелких фракций. Он обладает значительными амортизационными свойствами, но на его создание требуются значительные затраты рабочего времени операторов высокой квалификации и наличие специальной техники. В то же время не стоит забывать о трудоемкости контроля веса глыбы перед погрузкой ее в кузов.

Несмотря на наличие ГОСТа 22235 – 2010 «Вагоны грузовые магистральных железных дорог колеи 1520 мм. Общие требования по обеспечению сохранности при производстве погрузочно-разгрузочных и маневровых работ», «Норм...» и других нормативных документов, определяющих проведение погрузочно-разгрузочных работ, уровень повреждаемости вагонов высок.

Степень разработанности темы. Большой вклад в развитие вагоностроения внесли ученые из МИИТ, ПГУПС, РГУПС, БИТМ(БГТУ), УрГУПС, СамГУПС, СГУПС и других организаций: Е. Н. Никольский, Л. А. Шадур, В. В. Лукин, В. В. Кобищанов, П. С. Анисимов, С. В.

Вершинский, Ю. П. Бороненко, В. П. Лозбинева, Д. Я. Антипин, Ф. Ю. Лозбинева, В. И. Сенько, В. И. Сакало, Д. Ю. Погорелов, И. Н. Серпик.

Исследованию полувагонов посвящены труды В.Н. Котуранова, В.Д. Хусидова и А.А. Битютского, В.Н. Филиппова, Н.Н. Воронина; нагруженности кузова – Е. И. Мироненко, В.М. Складорова, Д. Г. Бейна; рамы полувагона – В.Д. Хусидова, В. К. Красникова, И.Г. Стулишайко, Р.И. Зайнетдинова; разгрузочных крышек – В. Г. Дубровина и А. В. Путятю.

Целью данного исследования является обоснование конструкции рамы кузова полувагона глухого типа, способной воспринимать удар падающего груза без подсыпного слоя.

Задачи исследования:

- моделировать процесс протекания удара несколькими методиками;
- создать пространственные схемы МКЭ различных типов несущих систем кузовов полувагонов;
- определить зависимости распространения напряжений в кузове полувагона и установить слабые элементы его конструкции;
- предложить конструктивные улучшения рамы кузова полувагона, направленные на снижение неблагоприятных последствий удара падающего груза.

Научная новизна работы заключается в следующем:

- 1) определено напряженно-деформированное состояние кузова полувагона на основании результатов его расчета на ударную нагрузку с приведением массы кузова к точке удара и вычисления коэффициента динамичности;
- 2) выявлены границы применения эмпирической зависимости для расчета времени ударного взаимодействия тел в зависимости от их характерных размеров;
- 3) в качестве эталонных значений напряжений принят динамический предел текучести стали 09Г2С;
- 4) выполнен анализ способности различных типов несущих систем

кузовов амортизировать удар падающего груза без подсыпного слоя из мелких фракций;

5) исследованы конструкции подкрепления настила пола кузовов двумя двутаврами, четырьмя двутаврами № 12, шестью двутаврами № 10 и шестью гнутыми швеллерами 100х60х5 мм;

6) предложены два варианта конструкции рамы полувагона: с двухслойным настилом пола и с составными упругими балками.

Теоретическая и практическая значимость исследований можно выразить в следующих положениях:

1) созданы пространственные пластинчато-стержневые и пластинчатая модели кузовов полувагонов с различными типами несущих систем;

2) получены картины напряженно-деформированных состояний кузовов полувагонов при падении в них глыб груза без подсыпного слоя на раме;

3) реализована методика расчета на ударную нагрузку пластинчато-стержневых схем МКЭ кузовов полувагонов приведением массы кузова к точке удара и вычислением коэффициентов динамичности;

4) определены границы применения эмпирической зависимости для расчета времени ударного воздействия тел в зависимости от их характерных размеров при уточненном расчете напряжений, возникающих при падении груза на раму полувагона;

5) предложено несколько новых вариантов конструкций подкрепления настила рамы кузова.

Объектами исследования приняты полувагоны глухого типа модели 12-1592 и для сравнения – модель с разгрузочными люками 12-783; при изучении вариантов подкрепления настила пола рассмотрены конструкции рам грузовых крытых вагонов моделей 11-260 и 11-217.

Методология и методы исследования, примененные в диссертационной работе:

– метод конечных элементов;

– расчет кузовов на ударную нагрузку с приведением массы кузова к

точке удара и вычислением коэффициента динамичности;

- численное неявное нелинейное динамическое решение контактной задачи падения глыбы груза на балки рамы кузова полувагона глухого типа;
- расчет элементов на устойчивость с помощью зависимостей Эйлера.

При исследовании приняты следующие ограничения: процесс погрузки глыбы груза рассматривается в пределах упруго-пластического деформирования стали, из которой изготовлены детали кузова полувагона; глыба груза принимается абсолютно жесткой.

Достоверность полученных результатов проверена многоуровневой верификацией:

- на первом этапе сопоставлялись напряжения, возникающие в элементах, расположенных в середине пластинчато-стержневых схем МКЭ и плоских моделей кузовов полувагонов при нагружении их по режимам, прописанным в ГОСТ 33211–2014 «Вагоны грузовые. Требования к прочности и динамическим качествам»;
- на втором этапе сопоставлялись напряжения в элементах, расположенных в середине кузова полувагона глухого типа, полученные при нагружении по I и III режимам конечноэлементных пластинчато-стержневой и пластинчатой моделей;
- на третьем этапе напряжения, вычисленные в рамках конечноэлементных пластинчато-стержневой и пластинчатой моделей, сопоставлялись с результатами статических испытаний.

На защиту вынесены следующие положения:

- 1) исследования конечноэлементных моделей различных типов несущих систем кузовов полувагонов;
- 2) картины напряженно-деформированных состояний и амортизационные свойства рам кузовов полувагонов при падении в них глыбы груза;
- 3) две новые конструкции подкрепления рамы: составными упругими балками и гофрированным листом (двухслойным настилом).

Апробация результатов. Основные положения диссертационной работы доложены на двух всероссийских научно-практических конференциях «Проблемы и перспективы вагоностроения» V в 2014 и VII в 2016 годах, на VII международной научно-практической конференции «Достижения молодых ученых в развитии инновационных процессов в экономике, науке, образовании», на заседаниях кафедр «Подвижной состав железных дорог» БГТУ и «вагоны и вагонное хозяйство» МИИТ.

Публикации. Основные положения исследований опубликованы в 9 печатных работах, 4 из которых – в изданиях, входящих в перечень, рекомендуемый ВАК, 1 – в сборнике, цитируемом в базе данных Scopus. Получены 2 патента на полезные модели конструкций настилов пола кузова полувагона глухого типа № 162477, № 116817.

Структура и объем работы. Диссертация включает введение, пять разделов, заключение, список литературы и приложения. Общий объем диссертации составляет 129 страниц машинописного текста, содержит 13 таблиц и 80 рисунков, список литературы включает 101 наименование.

Во **введении** приведены сведения о структуре и составе диссертационной работе и обосновывается актуальность научных изысканий.

В **первом разделе** проведен анализ состояния вопроса исследования: приведена краткая история создания полувагонов в России, рассмотрены модели полувагонов нового поколения и динамика их производства. Также исследован вопрос повреждаемости кузовов при выполнении погрузочно-разгрузочных работ.

Помимо этого приведен обзор работ, в которых опубликованы результаты исследований полувагонов, проведенных в МИИТ, ПГУПС, РГУПС, БИТМ(БГТУ), УрГУПС, СамГУПС, СГУПС и других организаций.

Во **втором разделе** раскрыто первичное исследование нагруженности кузова полувагона глухого типа при падении глыбы груза. Проведено восемь численных экспериментов на основе пластинчато-стержневой схемы МКЭ кузова, верификация которой осуществлена сравнением напряжений в верхней

обвязке и хребтовой балке по среднему сечению кузова, при нагружении ее и плоской модели по I и III режимам по ГОСТ 33211–2014 «Вагоны грузовые. Требования к прочности и динамическим качествам».

При расчете кузовов на ударную нагрузку с приведением массы кузова к точке удара и вычислением коэффициента динамичности сила веса груза прикладывалась к трем узлам балки, тем самым, выполнялись требования «Норм..» к проверке прочности рамы и учитывались рекомендации проведенных тестовых расчетов с целью подбора оптимальной схемы приложения усилий.

Расчетная формула коэффициента динамичности получена на основе существующей методики, разработанной В. И. Сакало:

$$K_d = \sqrt{1 + \frac{2 \cdot H \cdot Q_{гр}}{\delta_0 (Q_{кр} + k \cdot Q_{куз})}}, \quad (1)$$

где $Q_{куз}$ – веса кузова;

$Q_{гр}$ – веса груза;

H – высота падения груза;

k – коэффициент приведения к точке удара массы кузова полувагона;

δ_0 в соответствии с учебником – «перемещение точки удара от статически приложенной силы, равной весу груза, направленный по вектору скорости груза»

Коэффициент приведения к точке удара массы кузова полувагона определяется по формуле:

$$k = \frac{\int \delta^2(y) \cdot dV}{\delta_0^2 \cdot \int dV}, \quad (2)$$

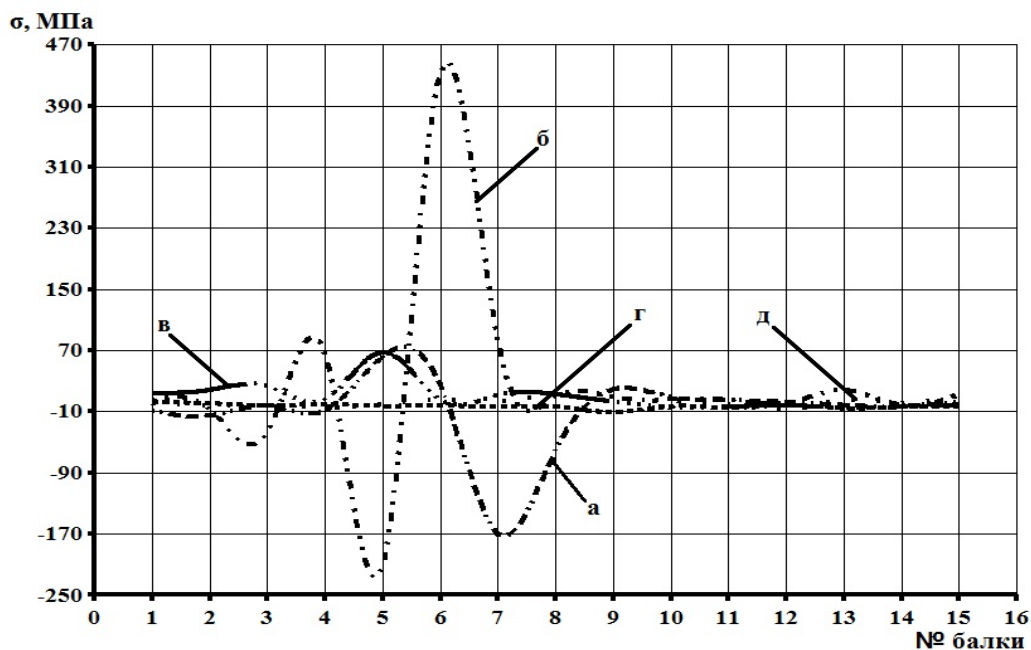
где δ – перемещение конечных элементов от статически относительно оси y ;

dV – объем конечного элемента.

Примером, представленных в графической форме результатов расчетов, служит рисунок 1, на котором представлены эпюры напряжений, возникающих

при падении глыбы груза на участок продольной поддерживающей настил пола балки между первой и второй от шкворневой промежуточными балками.

На оси абсцисс эпюр напряжений четными цифрами от 2 до 14 обозначены поперечные балки рамы, а нечетными от 1 до 15, кроме 9 (середина кузова), – участки продольных поддерживающих настил рамы балок. Нумерация балок начинается с участка продольной поддерживающей настил пола балки, расположенной между концевой и шкворневой балками.



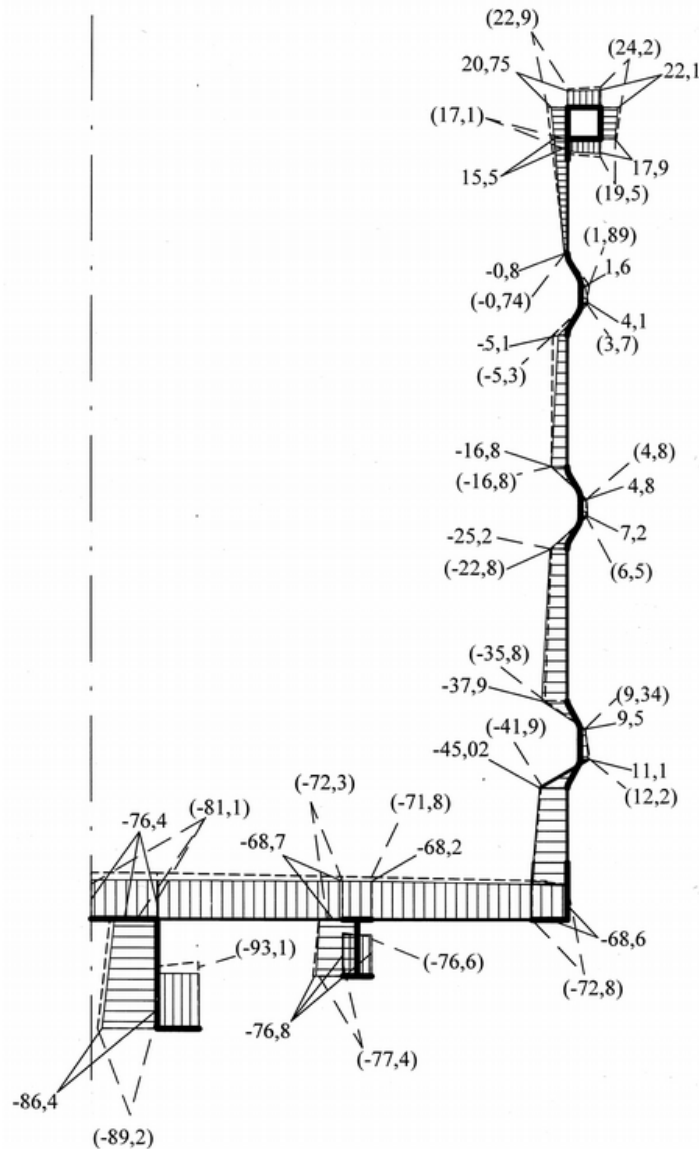
а – с

хребтовой балкой; б – с ударяемой продольной поддерживающей балкой, в – с ударяемой нижней обвязкой; г – с неударяемой продольной поддерживающей балкой; д – с неударяемой нижней обвязкой

Рисунок 1 – Эпюры максимальных динамических напряжений в сечениях узлов соединения поперечных балок рамы при падении глыбы на продольную поддерживающую балку между первой и второй от шкворневой промежуточными балками

Таким образом, наибольшие напряжения при ударах глыбами грузов балок рамы возникают в продольных поддерживающих настил рамы балках, они выше статического предела текучести стали, но ниже динамического, а в поперечных балках – напряжения в несколько раз меньше.

В третьем разделе при расчетах применялась пластинчатая конечно элементная модель кузова полувагона глухого типа. Проведена успешная двухуровневая верификация пластинчато-стержневой и пластинчатой моделей. На первом уровне сопоставлялись напряжения, возникающие в среднем сечении кузова вагона в обеих моделях при нагружении их по расчетным режимам (рисунок 2).



сплошной линией отображены данные для пластинчато-стержневой модели, а пунктирной и цифрами в скобках – для пластинчатой

Рисунок 2 – Напряжения, возникающие в среднем сечении моделей кузова полувагона глухого типа при нагружении его сжимающей силой по I расчетному режиму

На втором уровне проверки сопоставлялись напряжения, возникающие в их хребтовых и шкворневых балках, с напряжениями, полученными при натурных испытаниях.

Целью проведенного уточненного расчета является проверка достоверности результатов первичных исследований с помощью нелинейного неявного динамического решения контактной задачи удара глыбой груза на раму кузова полувагона глухого типа.

Важным параметром при расчетах является время ударного воздействия, определяемое с помощью характерных размеров тел, назначаемых для каждого эксперимента назначались индивидуально, в зависимости от расположения в кузове полувагона эпицентра удара.

Условие контакта представляет собой следующую зависимость:

$$t_n \cdot p = 0, \quad (3)$$

при $t_n > 0$ — контактное давление,

$p < 0$ — нулевое взаимодействие.

Протекание процесса удара, описывалась следующей системой динамических уравнений, записанных в матричной форме:

$$[M] \cdot \ddot{u}(t) + [K] \cdot u(t) = [P](t) + [N](t) + [N](t - \Delta \cdot t), \quad (4)$$

где $[M]$ — глобальная матрица массы кузова полувагона глухого типа;

$[K]$ — глобальная матрица жесткости;

$[P]$ — матрица всех внешних нагрузок;

$[N]$ — дополнительная сила, учитывающая все нелинейности контакта, свойств стали 09Г2С;

$\ddot{u}$, $\dot{u}$, u — ускорение, скорость и перемещение соответственно.

Решение уравнений (4) выполняется методом Ньютона-Рафсона, при интегрирование по времени по методу Ньюмарка.

Полученные при первичных и уточненных исследованиях результаты сведены в таблицу 1.

Таблица 1 – Напряжения в эпицентре удара, в МПа

Наименование балки	Первичный расчет	Уточненный расчет
Продольная поддерживающая, расположенная между концевой и шкворневой	768	Не рассчитывались
Шкворневая	25	21
Продольная поддерживающая, расположенная между шкворневой и первой от нее промежуточной	658	623
Первая от шкворневой промежуточная	65	68
Продольная поддерживающая, расположенная между первой и второй от шкворневой промежуточными	428	Не рассчитывались
Вторая от шкворневой промежуточная	63	Не рассчитывались
Продольная поддерживающая, расположенная между второй и третьей от шкворневой промежуточными	292	271
Середина хребтовой	48	45

Результаты уточненного и первичного расчетов позволяют выдвинуть предположение, что наиболее нагруженными элементами рамы кузова полувагона являются продольные поддерживающие настил пола балки.

Полученные напряжения в эпицентре удара велики по сравнению с динамическим и статическим пределами текучести стали 09Г2С и их необходимо снизить.

В четвертом разделе рассматривается падение груза, имеющего уступ, обращенный вниз к балкам рамы полувагона.

В исследовании применялись две пластинчато-стержневые конечноэлементные модели кузовов полувагонов глухого типа и с разгрузочными люками: первая прошла проверку еще при первичных исследованиях, а вторая — сопоставлением напряжений, возникающих в хребтовой балки и верхней обвязки пластинчато-стержневой схемы МКЭ кузова полувагона с разгрузочными люками и в плоской модели, при нагружении их по I и III режимам.

Было проведено четыре расчета кузова с разгрузочными люками на ударную нагрузку с приведением его массы к точке удара (2) и вычислением коэффициента динамичности (1) и восемь — модели кузова глухого типа. Результаты расчетов представлены в таблице 2.

Таблица 2 – Напряжения в эпицентре удара для различных кузовов, МПа

Наименование балки	Кузов глухого типа	Кузов с люками
Продольная поддерживающая, расположенная между концевой и шкворневой	998	-
Шкворневая	25	19
Продольная поддерживающая, расположенная между шкворневой и первой от нее промежуточной	908	-
Первая от шкворневой промежуточная	78	364
Продольная поддерживающая, расположенная между первой и второй от шкворневой промежуточными	523	-
Вторая от шкворневой промежуточная	74	284
Продольная поддерживающая, расположенная между второй и третьей от шкворневой промежуточными	462	-
Середина хребтовой	54	84

Таким образом, наибольшие напряжения при ударах глыбой груза рамы полувагона с разгрузочными люками возникают в первой от шкворневой промежуточной балке, а у полувагона с кузовом глухого типа в продольных поддерживающих настил пола балках.

Пятый раздел посвящен расчету кузовов, с различными вариантами подкрепления настила рамы, на ударную нагрузку с приведением массы кузова к точке удара (2) и вычислением коэффициента динамичности (1): шестью двутаврами № 10 (как у крытого вагона модели 11-217), шестью гнутыми швеллерами 100x80x5 мм (как у крытого вагона модели 11-260), четырьмя двутаврами № 12, составными упругими балками, двутавром № 16 с резиновой накладкой 60 мм (рисунок 3) или двухслойным настилом пола (верхний лист гладкий, а нижний гофрированный, как у боковой стены полувагона (рисунок 4)).

При исследованиях проверка конечноэлементных пластинчато-стержневых моделей кузовов полувагона глухого типа с различными вариантами подкрепления настила пола не проводилась, так как в их основе лежит модель кузова полувагона глухого типа, примененная при первичных исследованиях, и у нее изменилась только конструкция настила и система его подкрепления.

С целью получения картин напряженно-деформированного состояния кузовов полувагонов глухого типа с различными конструкциями подкрепления настила

пола проведем исследования ударов грузов по следующим балкам рамы: середине хребтовой; продольной поддерживающей настил пола балке, расположенной между второй и третьей от шкворневой промежуточными балками; продольной поддерживающей настил пола балке, расположенной между шкворневой и первой от нее промежуточной балками; первой от шкворневой промежуточной балке, одной из самых нагруженных поперечных балок у полувагонов обоих типов.

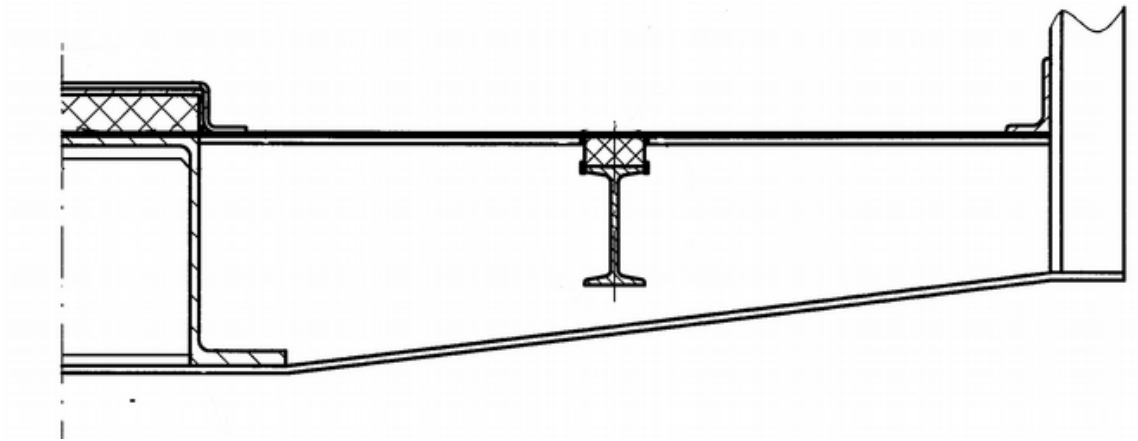


Рисунок 3 — Подкрепление настила пола упругими балками

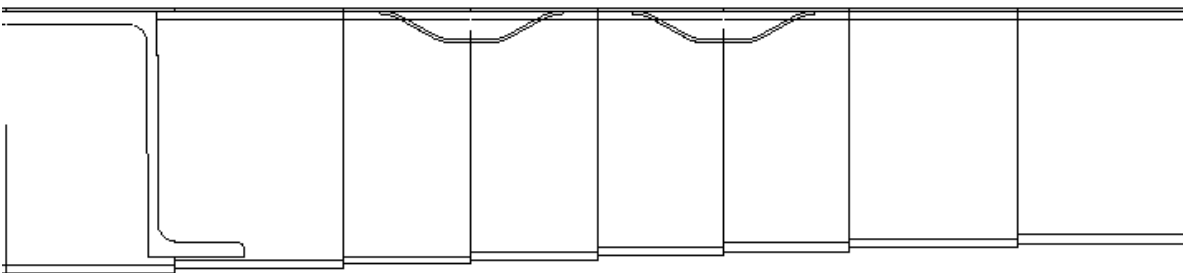


Рисунок 4 — Двухслойный настил пола

Результаты расчетов сведены в таблицу 3.

Таблица 3 – Напряжения в эпицентре ударов по балкам рамы кузова, в МПа

Варианты подкрепления настила рамы полувагона глухого типа	Балка, к которой приложена ударная нагрузка			
	первая от шкворневой промежуточная	продольная поддерживающая настил пола, расположенная между шкворневой и первой от нее промежуточной	продольная поддерживающая настил пола, расположенная между второй и третьей от шкворневой промежуточными	середина хребтовой
модели 12-1592	65	684	292	48
шестью швеллерами 100х60х5	45	223	137	37,6

Варианты подкрепления настила рамы полувагона глухого типа	Балка, к которой приложена ударная нагрузка			
	первая от шкворневой промежуточная	продольная поддерживающая настил пола, расположенная между шкворневой и первой от нее промежуточной	продольная поддерживающая настил пола, расположенная между второй и третьей от шкворневой промежуточными	середина хребтовой
шестью двутаврами № 10	58	201,3	128,9	38,8
четырьмя двутаврами №12	43	297	161,2	41,5
составными упругими балками	52	327,3	176,5	39,1
двухслойным настилом пола	112,5	308,52	187,4	39,8

Дополнительно с помощью аналитических зависимостей Эйлера проверили устойчивость панелей различных вариантов подкрепления настила пола, все прошли успешно. Минимальный коэффициент запаса устойчивости выявлен у полувагона с подкреплением настила пола одним двутавром и составил 1,3 при минимуме 1,2.

Таким образом, в новых вариантах подкрепления настила пола напряжения ниже статического и динамического пределов текучести стали 09Г2С.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

1 Применение пластинчато-стержневых пространственных схем МКЭ кузовов полувагонов не утратило своей актуальности, так как позволяет их использовать при моделировании сложных динамических задач и расхождение

результатами расчетов пластинчатой модели, признанных практикой более точными, чем результаты, не превысило 10 %.

2 Достоверность результатов, полученных при расчетах, проверена сопоставлением напряжений, возникающих в пластинчато-стержневой модели кузова полувагона и в пластинчатой модели с данными натурных испытаний. Расхождение не превысило 12 %.

3 В качестве основных методик исследования применен расчет на ударную нагрузку кузовов полувагонов с приведением их массы к точке удара и вычислением коэффициента динамичности и численный неявный нелинейный динамический анализ контактной задачи падения глыбы груза в кузов полувагона глухого типа с подкреплением настила рамы двумя продольными двутаврами. При сопоставлении напряжений, возникающих после удара, за эталонные значения был принят динамический предел текучести стали 09Г2С.

4 Для кузова полувагона глухого типа выявлены следующие закономерности:

- чем ближе удар в продольной поддерживающей балке к концу кузова, тем напряжения в ней выше: максимальные напряжения зафиксированы в консольной части кузова, а минимальные в его середине;
- напряжения в промежуточных балках в 10–15 раз меньше, чем в серединах продольных поддерживающих настил пола балках, так как удар в них приходится на крестовину, образованную ими и продольными балками рамы;
- максимальные напряжения не выходят за область радиусом три метра с центром в точке приложения ударной нагрузки;
- наибольшие изгибы балок рамы возникают при падении груза на участки, расположенные между концевой и шкворневой балками, продольных поддерживающих балок.

5 Особенности напряженно-деформированного состояния кузова полувагона с разгрузочными люками:

- максимальные напряжения возникают в первой от шкворневой промежуточной балке составляют 364 МПа, а минимальные в шкворневой балке 19 МПа;
- максимальные напряжения при ударах по первой и второй промежуточным балкам полувагона с разгрузочными люками выше в 4–5 раз, чем кузова глухого типа;
- каркас рамы кузова полувагона глухого типа более восприимчив к ударам падающей глыбы.

6 Наиболее прочными являются узлы соединения хребтовых и промежуточных балок для обоих типов кузовов полувагонов и узлы соединения поперечных и продольных балок кузова глухого типа.

7 Напряжения в поперечных балках полувагона с двухслойным настилом пола больше в два раза, чем у вагона модели 12-1592, из-за того что гофр нижнего листа не доходит на 70 мм до них.

8 Во всех предложенных вариантах подкрепления настила пола рамы кузова необходимость учета прогиба упругих элементов тележек не подтвердилась, так при ударе в шкворневую балку перемещения не превышают 9 мм и не возникнет реакции в скользунах, которая могла бы повернуть кузов полувагона.

9 Перемещения в предложенных вариантах поддерживающих элементах выросли по отношению к базовому на 21,4 %, но при этом они сохраняют свою устойчивость.

10 Максимальные напряжения во всех элементах предлагаемого подкрепления настила пола ниже динамического и статического пределов текучести стали 09Г2С. При этом увеличивается вес одного продольного элемента рамы на 30 %, что приведет к увеличению тары вагона на 250–340 кг.

11 Применение двухслойного настила пола и составных балок возможно не только при изготовлении нового полувагона, но и при модернизации и капитальном ремонте старых вагонов.

12 Закономерности распространения напряжений в несущих элементах кузова полувагона при ударе глыбой справедливы при погрузке не только каменного угля, но и кусков металлолома, контейнеров и других габаритных грузов.

Основное содержание диссертации опубликовано в следующих работах.

Публикации в печатных изданиях, рекомендованных ВАК РФ

1 Герасимов, К. В. Анализ нагруженно-деформированного состояния кузова полувагона с люками при падении в него глыбы груза/ К.В. Герасимов, В.В. Кобищанов, Д.Ю. Расин // Вестник Брянского государственного технического университета . – 2014. – №4(44). – С. 8 – 11.

2 Герасимов, К. В. Нагруженность полувагона с настилом при погрузочно-разгрузочных работах/ К. В. Герасимов, В.В. Кобищанов, Д.Ю. Расин // Вестник Брянского государственного технического университета. – 2015.– №4(48). – С. 45– 49.

3 Герасимов, К. В. Особенности нагруженности рам кузовов полувагонов при ударе грузом/ Вестник Ростовского государственного университета путей сообщения. – Ростов-на-Дону. – 2016. – №2 (62). – С. 19–23.

4 Герасимов, К. В. О нагруженности кузова полувагона/ К.В. Герасимов, Д.Ю. Расин// Железнодорожный транспорт России. – М., 2016– №7. – С. 67

Публикации в прочих изданиях

5 Пат. полз. модель 162477 РФ. МПК В61D3/00 В61D17/10 В 61 F1/14 Полувагон с составными упругими балками рамы/ В. П. Лозбинец, К. В. Герасимов; заявитель и патентообладатель ФГБОУ ВПО БГТУ. – № 2015146276/11; заявл. 27.10.15; опубл. 10.06.16, Бюл. № 16.– 3 с.

6 Пат. полз. модель 116817 РФ МПК В 61 В 3/00. Кузов полувагона с металлическим настилом пола/ В.П. Лозбинец, К.В. Герасимов, Б.А. Лисичкин, Д.С. Петрачкова. – № 2012103877/11; заявл. 03.02.2012; опубл. 10.06.2012, Бюл. № 16.– 4 с.

7 Gerasimov, K.V. Modeling cargo block falling into the body of blind open-top wagon\ K.V. Gerasimov, V.V. Kobischanov\\IX International Conference on Mechanical Engineering, Automation and Control Systems, «MEANS-2015». – Tomsk, 2015. – 4 с. – Режим доступа: <http://ieeexplore.ieee.org/document/7414940/> (дата обращения: 23.10.2015).

8 Герасимов, К.В. Нагруженность рам кузовов полувагонов при падении в них глыбы груза/ К.В. Герасимов, Кобищанов В.В., Расин Д.Ю. //Материалы V всероссийской научно-практической конференции «Проблемы и перспективы вагоностроения»– Брянск, БГТУ.– 2014.– С. 80–81.

9 Герасимов, К.В. Методика расчета кузова полувагона глухого типа при падении в него глыбы груза на основе пластинчатой модели МКЭ/ К.В. Герасимов, Д.Ю. Расин //Материалы VII всероссийской научно-практической конференции «Проблемы и перспективы вагоностроения» – Брянск, БГТУ.– 2016.– С. 44–45.

Герасимов Кирилл Вячеславович

НАГРУЖЕННОСТЬ КУЗОВА ПОЛУВАГОНА ГЛУХОГО ТИПА ПРИ ПАДЕНИИ ГЛЫБЫ ГРУЗА

05.22.07 – Подвижной состав железных дорог, тяга поездов и электрификация

Автореферат
диссертации на соискание ученой степени
кандидата технических наук

Подписано в печать 30.06.2017

Формат 60х90/16

Заказ №

Усл. печ. л. – 1,25

Тираж 80 экз.

127994, Москва, ул. Образцова, д. 9, стр. 9, УПЦ ГИ МГУПС (МИИТ)