

# Эффективность применения высокоэнергоемких поглощающих аппаратов на грузовых вагонах



**А. П. Болдырев,**  
докт. техн. наук, профессор  
Брянского государственного  
технического университета



**А. М. Гуров,**  
канд. техн. наук,  
технический директор  
ООО «НПП Дипром»

Проектирование грузовых вагонов нового поколения предусматривает применение поглощающих аппаратов как основного элемента снижения продольной нагруженности конструкций. Они должны обладать достаточной надежностью и прочностью, повышенной энергоемкостью, необходимой поглощающей способностью и оптимальной формой силовой характеристики. Их использование дает возможность снизить возникающие продольные силы в поездах, уменьшить повреждения вагонов и грузов в эксплуатации и избежать сходов с рельсов вагонов и крушений поездов.

Стратегия развития железнодорожного транспорта России до 2030 г. применительно к грузовым вагонам нового поколения предусматривает повышение скоростей движения и грузоподъемности вагонов, а также улучшение их технико-экономических характеристик.

Благодаря реализации этих направлений можно будет увеличить массу поездов, ускорить движение грузопотоков, повысить безопасность движения, обновить материально-техническую базу подвижного состава, а также сократить транспортные издержки в себестоимости перевозимой продукции.

Условия эксплуатации вагонов в ближайшее время будут характеризоваться увеличением интенсивности грузовых перевозок, веса грузовых поездов до 12 тыс. тс при длине состава 1200–1300 м, возрастанием числа вагонов с весом брутто до 176 тс, повышением средних скоростей вагонов при движении в составе поезда и при сортировочных операциях [1].

Так, с 2010 по 2012 г. интенсивность грузовых перевозок на железнодорожных путях общего пользования увеличилась с 16 до 26 млн т-км на 1 км длины путей, или на 62,5 %, а рабочий парк груженых железнодорожных вагонов (в среднем в сутки) — с 240 до 393 тыс. шт., или на 63,8 % [2].

За последние годы значительно возросли скорости движения грузовых поездов: данные роста скоростей приведены и подробно проанализированы в [3].

Наибольшие продольные усилия при переходных режимах движения, как правило, возникают в тяжеловесных и длинносоставных поездах. Продольные усилия в этом случае могут при неблагоприятных условиях привести к нанесению значительного ущерба подвижному составу и перевозимым грузам. Это связано с повреждениями элементов подвижного состава (разрывами автосцепок, недопустимыми пластическими деформациями рамы и кузова вагонов), следствием которых могут быть сход вагонов с рельсов и крушения поездов. Например, при экстренном торможении со скорости 40 км/ч поезда массой 8921 т (100 вагонов) произошел сход вагонов на участке Карасук-1 — Урлютюб Западно-Сибирской железной дороги.

Неблагоприятным фактором, влияющим на сохранность подвижного состава и перевозимого груза, также является невозможность соблюдения правил технической эксплуатации вагонов на сортировочных горках. Правила предусматривают скорости соударения вагонов, не превышающие 5 км/ч, в то время как по факту они значительно выше: количество соударений со скоростями, превышающими 5 км/ч, свыше 80 %, более 7,5 км/ч — свыше 17 %, более 10 км/ч — 11 % [4, 5]. Таким образом, как и в 1970-е годы [6], ограничения по максимальной скорости соударения не выполняются. Особенно неблагоприятно дело обстоит с соблюдением установленных норм соударения на механизированных и автоматизированных горках. Наибольшие скорости превышают 16 км/ч, при этом на механизированных горках со скоро-

Основные показатели поглощающих аппаратов

Тип аппарата	Конструктивный ход, мм	Номинальная энергоемкость, кДж
ПМК-110К-23	110	55–65
Ш-6-ТО-4	120	55–65
ПМКП-110	110	70
РТ-120	110	70
73ZW	90	110
АПЭ-95-УВЗ	95	108
ПМКЭ-110	110	110
АПЭ-120И	120	160
ЭПА-120	120	145
73ZW12М	120	135

стями более 8 км/ч происходит уже до 60 % соударений вагонов. По данным обследования, проведенного Уральским отделением ВНИИЖТ [7], максимально замеренные скорости составили 19 км/ч. Вероятность соударений с повышенными скоростями постоянно возрастает из-за увеличения осевых нагрузок, роста числа механизированных горок. Это приводит к росту продольной нагруженности вагонов и связанных с ним повреждений [8].

Анализ повреждаемости вагонов показал, что в 2012 г. было повреждено более 98 тыс. грузовых вагонов [9]. В числе основных видов повреждений – обрывы автосцепок. При этом 80,4 % случаев неисправностей носят технологический характер, 12,6 % – эксплуатационный, при обрывах в 7 % случаев автосцепки были повреждены при технологических операциях во время роспуска с горок. Характерно, что основной причиной неисправностей технологического характера является неисправность поглощающего аппарата (более 65 %).

Обрывы автосцепок эксплуатационного характера произошли в режиме торможения из-за возникновения продольно-динамических сил свыше 250 тс, превысивших прочностные характеристики автосцепок. Обрывы же технологического характера произошли при нормальной динамике в поезде, при нагрузках, не превышающих предельно допустимые, по причине низкой эксплуатационной надежности деталей автосцепок и поглощающих аппаратов [10].

Помимо обрывов автосцепок к негативными последствиям, вызываемым высокими продольными динамически-

ми нагрузками, относятся изломы ударных розеток, повреждения торцевых дверей и люков полувагонов, трещины шкворневых балок, обрывы дверной задки крытого вагона и др.

Таким образом, при проектировании вагонов нового поколения должны быть учтены следующие принципы [1]:

- повышение грузоподъемности и производительности вагонов за счет увеличенных нагрузок от колесных пар на рельсы;
- установка новых энергоемких поглощающих аппаратов, обеспечивающих повышение сохранности грузов и самих вагонов.

Поглощающие аппараты как основной элемент снижения продольной нагруженности вагонов должны обладать достаточной надежностью и прочностью, повышенной энергоемкостью, необходимой поглощающей способностью и оптимальной формой силовой характеристики.

Современные эластомерные и полимерные поглощающие аппараты

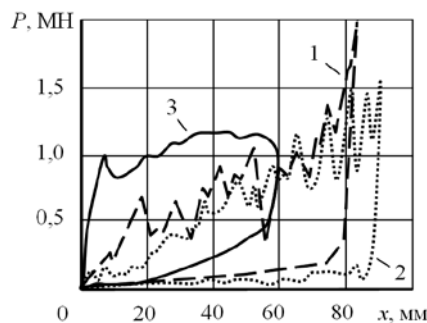


Рис. 1. Силовые характеристики поглощающих аппаратов: 1 – пружинно-фрикционный Ш-2-В класса Т0; 2 – полимерный ПМКП-110 класса Т1; 3 – эластомерный ЭПА-120 класса Т3

превосходят пружинно-фрикционные аппараты по энергоемкости в 2 и более раза (см. таблицу). Эти аппараты обладают высокой стабильностью силовой характеристики (рис. 1), надежностью, большим гарантийным сроком службы. Для большинства переходных режимов движения поезда (трогание и различные виды торможения) применение современных эластомерных и полимерных поглощающих аппаратов приводит к снижению продольных нагрузок по сравнению с серийными фрикционными амортизаторами (рис. 2).

Появление в 1990-х годах высокоэнергоемких эластомерных поглощающих аппаратов должно было обеспечить повышенную защиту вагонов, перевозящих опасные и ценные грузы, от продольных динамических нагрузок как на сортировочных горках, так и при переходных режимах движения поезда. В результате за последние 12 лет количество повреждений вагонов при маневровых столкновениях снизилось в 3,8 раза, число инцидентов с опасными груза-

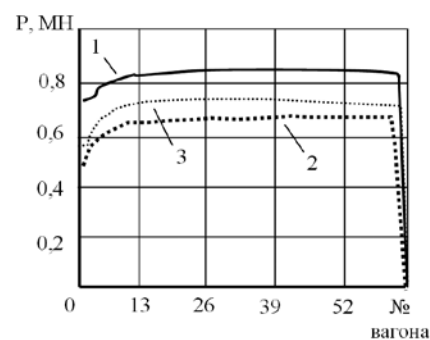


Рис. 2. Распределение продольных сил при пуске в ход однородного состава массой 5600 т: 1 – Ш-2-В; 2 – ПМКП-110; 3 – ЭПА-120

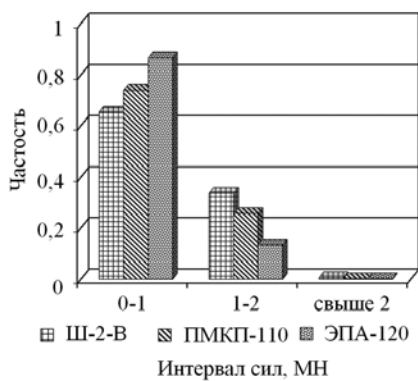


Рис. 3. Статистическое распределение экстремумов сжимающих сил:  
1 – Ш-2-В; 2 – ПМКП-110; 3 – ЭПА-120

ми по повреждению котла сократилось в 2,1 раза, а обрывов автосцепок стало меньше в 2,7 раза. Таким образом, анализ данных эксплуатации вагонов с высокоэнергоемкими аппаратами классов Т2 и Т3 показывает их положительное влияние на обеспечение безопасности железных дорог, особенно при перевозке опасных грузов.

Данные выводы подтверждаются расчетами статистического распределения продольных нагрузок, действующих на вагон, оснащенный различными поглощающими аппаратами. При построении статистического распределения продольных сил были рассмотрены все режимы эксплуатации грузового вагона. Результаты расчетов показали, что высокоэнергоемкие эластомерные и полимерные аппараты при маневровых соударениях работают

более эффективно, чем серийные пружинно-фрикционные. Большая часть сил, действующих на автосцепку, попадает в интервал 0,5–1,5 МН. Характерно снижение вероятности возникновения сил свыше 1,5 МН. Для переходных режимов движения поезда (трогание и различные режимы торможения) для высокоэнергоемких поглощающих аппаратов также наблюдается снижение вероятности возникновения сил свыше 1 МН. Статистическое распределение экстремумов сжимающих сил для всех эксплуатационных режимов представлено на рис. 3.

Итак, применение высокоэнергоемких аппаратов дает возможность снизить возникающие продольные силы в поездах, уменьшить повреждения вагонов и грузов в эксплуатации, а также избежать сходов с рельсов вагонов и крушений поездов. Необходимо насыщение вагонного парка такими высокоэнергоемкими аппаратами не только путем их установки на строящийся подвижной состав, но и на вагоны, проходящие плановые виды ремонта. ■

#### Литература

1. Васильев С. Г., Петров С. В., Сычев П. В. Инновационные грузовые вагоны: миф или реальность // Вагоны и вагонное хозяйство. 2013. № 1. С. 36–37.
2. Российский статистический ежегодник. 2013: Стат. сб. / Росстат. М., 2013. 717 с.

3. Мачерет Д. А. Анализ долгосрочной динамики скоростей в грузовом движении // Вагоны и вагонное хозяйство. 2012. № 5. С. 66–71.
4. Ковыршин В. М., Сендеров Г. К., Ступин А. П., Мазуров Е. А. Сохранность грузовых вагонов на железных дорогах России // Ж.-д. транспорт. Сер. Вагоны и вагонное хозяйство. Ремонт вагонов. 1994. Вып. 1. С. 8–32.
5. Сендеров Г. К., Поздина Е. А., Митюхин В. Б. и др. Анализ причин поступлений грузовых вагонов в текущий отцепочный ремонт // Ж.-д. транспорт. Сер. Вагоны и вагонное хозяйство. Ремонт вагонов. 1998. Вып. 3/4. С. 29–44.
6. Сендеров Г. К., Нетеса А. Г. Обеспечить сохранность вагонов на сортировочных станциях // Ж.-д. транспорт. 1973. № 9. С. 55–57.
7. Анализ отказов грузовых вагонов и сохранности вагонов при сортировке с горок: отчет по НИР / Уральское отд. ВНИИЖТ; рук. Г. К. Сендеров. № ГР 044/127-89. Свердловск, 1989.
8. Сендеров Г. К., Поздина Е. А., Ступин А. П. и др. Причины отцепок вагонов в текущий ремонт // Бюл. ОСЖД. 1999. № 4/5. С. 20–25.
9. Клавдиенко О. А. Сохранность вагонного парка: проблемы остаются // Вагоны и вагонное хозяйство. 2013. № 1. С. 23–25.
10. Зайцев В. В. Обрываю автосцепку – надежный заслон! // Вагоны и вагонное хозяйство. 2010. № 2. С. 2–3.

## Футеровка и подшипники скольжения в вагоностроении



Г. Бюхе,  
инженер,  
старший менеджер  
по вопросам футеровки  
Quadrant EPP AG

В последние десятилетия синтетические материалы находят все более широкое применение в производстве железнодорожных вагонов, так как они обеспечивают сокращение затрат на техническое обслуживание, снижение уровня шума и веса подвижного состава. Рассмотрены конкретные примеры использования синтетических материалов в вагоностроении.

### Футеровка вагонов для транспортировки сыпучих грузов

Мелкозернистый, влажный, липкий сыпучий груз в саморазгружающихся

вагонах имеет склонность к налипанию. Чтобы это предотвратить и одновременно обеспечить беспрепятственную разгрузку в полном объеме, вагоны футеруют System TIVAR®.