



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®.

Рассмотрим примеры оптимизации железнодорожных перевозок сыпучих грузов с помощью футеровки (рис. 1, 2).

Поставщик энергии Basin Electric много лет использовал быстро разгружающийся вагон для сыпучих грузов, чтобы транспортировать бурый уголь. В зимние месяцы большой проблемой было то, что в вагоне после разгрузки еще оставалось немало угля — до 50 т, если вагон был загружен полностью, учитывая, что грузместимость составляла 100 т. Остатки груза чрезвычайно снижали провозоспособность, что существенно увеличивало транспортные расходы. Кроме того, прилипший материал затруднял процесс разгрузки так, что его фактическое время значительно превышало первоначально запланированное. Оператор диспетчерского движения погрузо-разгрузочных работ использовал механический вибратор, чтобы улучшить результаты разгрузки. Это неизбежно вело к повреждению вагонов и, соответственно, к увеличению затрат на техническое обслуживание и ремонт.

Остатки бурого угля в вагонах сохраняются прежде всего потому, что этот материал от природы обладает большим содержанием влаги, которая составляет примерно 50% от его общего веса. Даже высушенный при температуре 100 °С бурый уголь может иметь еще 20% влаги.

Высокая влажность угля приводит к намерзанию сыпучего груза на металлическом днище и металлических боковых стенках вагона. В таких случаях система вибрации не даст результата.

Принципиальное решение проблемы заключается в футеровке из материала, к которому не может примерз-

нуть влажный уголь. Для этого подходят термопластические синтетические материалы, обладающие низкой поверхностной энергией, чтобы вода не могла распределяться по поверхности. Материал для футеровки также должен отвечать еще ряду требований. Во-первых, необходимы низкий коэффициент трения скольжения и низкий коэффициент сцепления, чтобы хорошо соскальзывал тот сыпучий груз, который еще не примерз. Во-вторых, материал для футеровки должен быть водоотталкивающим и не набухать. В-третьих, он должен сохранять свои значимые свойства также ниже точки замерзания воды. В-четвертых, угол трения стенки между футеровкой и сыпучим грузом должен быть таким, чтобы при заданной геометрии вагона этот груз легко ссыпался.

Наряду с данными необходимыми свойствами есть другие, которые также важно учитывать. Только в таком случае футеровка может стать долгосрочным решением, которое будет работать на протяжении многих лет даже в суровых условиях. Перечислим основные из них:

- высокая стойкость к истиранию увеличивает срок службы и предотвращает быстрое истирание облицовочных пластин во время разгрузки;
- высокая ударная вязкость защищает материал от повреждений, особенно во время загрузки, когда сыпучий груз попадает на футеровку;
- устойчивость материала к ультрафиолету, чтобы предотвратить появление хрупкости, так как вагоны в основном находятся на открытом воздухе;
- высокая химическая стойкость, чтобы она могла противостоять не рН-нейтральным сыпучим материалам.

Сера, содержащаяся в угле, может привести к кислому водородному показателю. Кроме того, необходимо учитывать влияние смазочных материалов и средств для химической чистки, таких как масла и консистентные смазки.

Усовершенствованным термопластическим синтетическим материалом, который был специально разработан для футеровки и предназначен для улучшения текучести сыпучих грузов, является TIVAR®88. Он соответствует всем описанным требованиям и уже нашел тысячи успешных применений по всему миру для футеровки бункеров, силосов, спускных лотков и железнодорожных вагонов. TIVAR®88 применяется для бесчисленного количества сыпучих грузов, в числе которых не только строительные материалы (например, известняк, глина), энергоносители (например, уголь), но и такие вещества, как удобрения, соли и оксиды металла.

В качестве пробы данного материала футеровка из TIVAR®88 сначала была использована только частично: для наклонной передней стенки. Результатом стало заметное улучшение процесса разгрузки угля — вместо 50 т прилипшего сыпучего груза осталось лишь 2–3 т на вагон на поперечных балках.

При дальнейшем совершенствовании процесса два вагона с разгрузочными отверстиями были полностью облицованы с нижней стороны. Для разгрузочных откидных крышек и защитных компонентов структуры, таких как поперечные балки и хребтовая балка, были использованы предварительно изготовленные элементы футеровки TIVAR®88 («Система TIVAR®»). Под Системой TIVAR® мы понимаем комплексное решение: материал, дизайн и предварительно изготовленные элементы футеровки.

Вагоны тестировались в течение года в разных условиях (на солнце, при дожде и при снеге). Результатом такого эксперимента стало существенное сокращение налипших остатков груза. Общая продолжительность работы у приемных бункеров разгрузочных станций была сокращена на 50%, вагоны могли разгружаться эффективно, без постоянного использования вибратора или станции дефростации. Полностью были облицованы 50 вагонов. Они успешно эксплуатируются с 1999 г.

Последующий монтаж футеровки в вагонах при определенных обстоятельствах может быть сложным рискованным предприятием, если вагон был



Рис. 1. Вагоны, полностью облицованные TIVAR®88



Рис. 2. Вагоны с частичной облицовкой

спланирован без ориентации на футеровку.

Дизайн вагона и футеровка оказывают большое влияние на работоспособность. Тесное сотрудничество между поставщиком материала, дизайнером и производителем помогает предотвратить проблемы уже в самом начале и предложить конечному потребителю функциональное решение.

Пластины скольжения и прокладки для подпятников

В вагоностроении часто используются детали, взаимодействие которых происходит в режиме скольжения. Для их изготовления до сего дня используется металл или дерево. И тот, и другой материал имеют свои недостатки. Металлы, например, требуют регулярной смазки и обслуживания. Кроме того, консистентная смазка обычно смешивается с песком, что приводит к быстрому износу металлических деталей. Дерево сильно впитывает влагу. В связи с последующим увеличением его объема нельзя гарантировать допустимое отклонение от норм зазора. К тому же дерево имеет склонность гнить, в связи с чем требует регулярной замены. Это также повышает затраты на техническое обслуживание.

Синтетические материалы выигрывают на этом фоне. Во всех ниже приведенных примерах применения синтетических материалов TIVAR® сокращены расходы на техническое обслуживание, увеличен срок службы вагона, уменьшены общие расходы (рис. 3, 4).

Подпятники в тележках

Подпятники находятся в подвижной части между кузовом и тележкой. Это экстремальная зона износа, которая требует постоянного обслуживания. Часто между верхней и нижней частью



Рис. 3. Пример прокладки подпятника из TIVAR®1000

находится изнашиваемая пластина из стали. Чтобы гарантировать безукоризненное вращение, у стальной пластины постоянно должна быть консистентная смазка в поддоне. Со временем жировой слой в результате постоянного трения все же стирается. Отсюда вытекают две проблемы. Во-первых, стальная пластина должна регулярно смазываться и обслуживаться. Это увеличивает расходы на содержание вагонов (рис. 5). Во-вторых, жировое вещество попадает в окружающую среду и засоряет ее.

Подпятники, которые были изготовлены из синтетического материала TIVAR®, не нуждаются в дополнительной смазке консистентным смазочным веществом или маслом, так как обладают отличными самосмазывающимися свойствами. Очень высокая стойкость к истиранию в отличие от других самосмазывающихся материалов, таких как ПТФЭ, ведет к тому же к увеличению срока службы (5–7 лет). Так как пластины из синтетических материалов заменяют тяжелые металлы (желтую медь, брон-

зу или марганцевую сталь), постоянное использование синтетических материалов ведет к значительному сокращению массы. В связи с тем, что максимально допустимая нагрузка на ось ограничена, в данном случае может быть увеличена рабочая нагрузка вагона, что является явным конкурентным преимуществом для вагоностроителей (рис. 6).

Пластины скольжения

Примерами деталей, работающих в режиме скольжения, являются боковые опоры, направляющие тягового крюка, скользун для фиксатора оси.

Боковые опоры необходимы вагону прежде всего для того, чтобы поддерживать кузов при движении на повороте. Хорошее скольжение необходимо, так как наряду с опорой кузова одновременно достигается движение тележки. По этой причине между опорой и кузовом вагона необходимы пластины скольжения. Эти боковые пластины скольжения могут применяться к тележке или к нижней части кузова (рис. 7а, б).



Рис. 4. Пример прокладки подпятника из TIVAR®Ceram P



Рис. 5. Подпятник со стальной прокладкой.

Необходимо регулярное использование консистентной смазки и обслуживание





Рис. 6. Подпятник с прокладкой из TIVAR®.
Нет необходимости в консистентной смазке и обслуживании



Рис. 7. Установка боковых пластин скольжения, компенсирующих свободный ход люльки (а); пластины скольжения для компенсации зазоров люльки (б)



Рис. 8. Новые пластины скольжения для тяговых крюков



Рис. 9. Пластины скольжения в применении для тягового крюка



Рис. 10. Применение пластин скольжения фиксатора оси



Рис. 11. Пластины скольжения фиксатора оси во время монтажа

Направляющие тягового крюка из синтетического материала предотвращают необходимость нанесения смазки. Кроме того, сокращается уровень шума. Это особенно важно для поездов, которые используются в городской среде (рис. 8, 9).

Скользун для фиксатора оси находится на внутренней стороне надколесного кожуха. При разгоне и торможении оси производят биевание о кузов, что становится причиной шума. Эти нагруженные места должны быть смазаны. Консистентная смазка попадает на землю и остается там надолго, причиняя вред окружающей среде. TIVAR® существенно сокращает уровень шума. Скользун из марганцевой стали, как правило, привариваются, что ведет к образованию напряжения в конструкции. Скользун из TIVAR® могут, напротив, легко ввинчиваться и защищать буксы (рис. 10, 11).

Область возможного применения синтетических материалов выходит далеко за пределы футеровки и пластин скольжения. Такие свойства, как механическая амортизация, высокая коррозионная стойкость, ударная прочность и способность пропускать электромагнитные волны, электрическая изоляция и низкий вес позволяют синтетическим материалам все больше вытеснять металл. Тесное сотрудничество поставщиков материала, инженеров-проектировщиков и вагоностроителей необходимо, чтобы получить оптимальное решение и максимально использовать высокий потенциал синтетических материалов. **T**

Литература

1. System TIVAR® Engineering Case Book – Applications, Case Studies & Technical Resources, Quadrant Engineering Plastic Products. 2006.
2. Products and Applications Guide – A guide to selection and performance of polyolefin materials, Quadrant Engineering Plastic Products. 2012.
3. Presentation «Fluor- und PE-Kunststoffe für Auskleidungen» / R. Schirm, G. Bueche. 17. Schüttgut-Tag Wiesbaden. 2008.
4. Selbstschmierende und wartungsfreie Gleitlager – Typen, Eigenschaften, Einsatzgrenzen und Anwendungen. W. J. Bartz, Expert-Verlag. 1993.
5. Johanson J. R., Royal T. A. Measuring and Use of Wear Properties for Predicting Life of Bulk Materials Handling Equipment // Bulk Solids Handling. 1982. Vol 2, N 3. P. 517–523.