

УДК 629.46.002:621.795.3

Защитные покрытия для грузовых вагонов

Владельцы грузовых вагонов заинтересованы в сохранении их внешнего вида и улучшении эстетического восприятия поездов. Однако более важным аспектом является то, что защитные покрытия обеспечивают оптимальное использование грузовых вагонов и позволяют увеличить срок их службы.

Специальные защитные покрытия применяются в железнодорожной промышленности по разным причинам. Некоторые из них обеспечивают защиту поверхностей вагонов от коррозионного разрушения при воздействии опасных химических веществ и погодных условий. Другие служат для сглаживания внутренних поверхностей в вагонах с целью ускорения разгрузки. Кроме того, не следует упускать из виду помимо функциональных и эстетические аспекты.

Компании — изготовители защитных лакокрасочных материалов продолжают разработки новых покрытий, в том числе позволяющих решить сезонные проблемы грузоотправителей, и технологий нанесения соответствующих составов, поскольку отклонение в толщине слоя порядка 1 мм может привести к нарушению свойств покрытия.

Корпорация **Industrial Environmental Coatings** (IECC) большую часть заказов получает от компаний, которые намерены защищать с помощью специальных покрытий котлы вагонов-цистерн. IECC использует эпоксидное покрытие 399 TTFR толщиной до 100 мм. В его состав входит тефлон, обеспечивающий ускорение выгрузки благодаря более гладкой и скользкой внутренней поверхности котлов. IECC также выпускает покрытие, специально разработанное для вагонов, в которых перевозят серу. Оно наносится тонким слоем толщиной от 8 до 10 мм и при испытаниях выдерживает нагрев до 200 °С.

Компания **ZefTek** разработала и выпускает защитное покрытие для вагонов, в которых перевозят уголь. Это покрытие, которое является основным продуктом компании, впервые было использовано в 1988 г. на нескольких вагонах-хопперах компании Conrail. После 3-летней эксплуатации проект был свернут по следующим нетипичным обстоятельствам. Вагоны эксплуатировались в разных районах, в зимнее время их пропускали через установки с открытым пламенем для оттаивания угля, что привело к прогоранию днища вагонов и панелей с защитным покрытием. Conrail признала, что не может исключить подобное в перспективе и отказалась от продолжения сотрудничества.

Несмотря на эти первоначальные проблемы, ZefTek продолжает работу применительно к покрытиям для углевозных вагонов. Так, нанесение специальных материалов на крышки люков ускоряет разгрузку, при этом уголь не прилипает к самим крышкам. ZefTek занимается улучшением свойств этих материалов вместе с одной из крупных вагоностроительных компаний, планируя включение операции нанесения покрытия в технологический процесс постройки углевозных вагонов. Разрабатывается технология крепления обработанных панелей, которая намного экономичнее нынешней.

Трудности с разгрузкой смерзшегося угля в холодные месяцы года приводят к сезонным всплескам спроса на услуги компаний, занимающихся защитными покрытиями. Последним приходится учитывать это обстоятельство и готовить приемлемые решения заранее.

ZefTek уделяет большое внимание разработке покрытий, хорошо сопротивляющихся абразивному износу, которые можно использовать вместо облицовки нержавеющей сталью. Вариант использования последней отличается высокой стоимостью и трудоемкостью. Новый материал ZefTek имеет расчетный срок службы порядка 20 лет, ускоряет и упрощает операции ремонта или замены одного или нескольких листов с покрытием. Этот фактор очень важен для компаний, имеющих парк от 200 до 2000 – 5000 вагонов.

Специалисты компании **Sherwin-Williams** работают над созданием высокоэффективных защитных покрытий, требующих меньших затрат времени и труда на их нанесение. Создано новое уретановое покрытие и разработана технология его нанесения непосредственно на поверхность металла, прошедшие испытания в течение 2 лет. В случае использования традиционного уретанового материала сначала на защищаемую поверхность наносится слой эпоксидной грунтовки, а затем слой уретана. Толщина каждого слоя 2 – 4 мм. Суммарная толщина защитного покрытия при этом составляет от 4 до 8 мм. Новое уретановое покрытие наносится в один слой толщиной 6 – 9 мм, что позволяет полностью отказаться от нанесения краски и значительно снизить трудоемкость.

Это покрытие используется для защиты внешних поверхностей вагонов и показало лучшие результаты, чем обычные уретановые, с точки зрения сохранения глянца, цвета окраски в условиях ускоренных испытаний на стойкость к воздействию погодных и атмосферных факторов. Также эти новые покрытия отли-

чаются повышенной сопротивляемостью ударным нагрузкам, меньшим абразивным износом и большей термостойкостью.

Sherwin-Williams разработала также эпоксидное покрытие на водной основе, которое соответствует нормам Агентства по защите окружающей среды США (EPA) в отношении содержания летучих органических веществ (VOC), загрязняющих атмосферу.

Соответствующее оборудование для составления составов и их нанесения является ключевым моментом эффективности и экономичности применения покрытий. Компания **Graco** выпускает оборудование с числовым программным управлением для смешивания и нанесения материала покрытий методом распыления, что позволяет владельцам подвижного состава решить многие проблемы и снизить затраты, связанные с защитой вагонов.

Установка Graco Xtreme Mix готовит смесь в соответствии с заданным соотношением составляющих материала покрытия. Исключение ошибок, которые могут быть при распылении неотверждаемого или смешанного в неправильных пропорциях состава, позволяет экономить время и средства, снижает потери материала и трудоемкость нанесения покрытия.

Решение о выборе определенного типа покрытия принимает владелец подвижного состава, руководствуясь желанием защитить инвестиции или максимально эффективно использовать вагоны. Однако не следует забывать, что защитное полиуретановое покрытие не только продлит срок службы вагона, например, для перевозки угля, но и обеспечит его современный и приятный внешний вид.

Ch. Yuarte. Railway Age, 2003, № 5, p. 32 – 33.

УДК 625.1.032.3.001.57

Моделирование системы колесо — рельс

С момента возникновения железных дорог проблеме взаимодействия подвижного состава и пути и в частности колеса и рельса уделялось особое внимание, поскольку от характера этого взаимодействия и сопутствующих ему явлений во многом зависели как технико-эксплуатационные показатели деятельности железнодорожного транспорта, так и безопасность движения поездов. В последнее время в исследовании проблемы широко применяется компьютерное моделирование с использованием соответствующего программного обеспечения. Ниже приведен обзор работ, выполненных по данной тематике специалистами разных стран.

Начальный этап понимания проблемы

Первые железнодорожные экипажи имели простые цилиндрические колеса, которые катились по рельсам из полосового металла с закраинами и направлялись ими. По мере развития техники появились конические колеса, а выступы переместились с рельсов на внутреннюю грань колеса. Возможно, сначала это было обусловлено производственными обстоятельствами и стоимостью материала, но вскоре выявились технико-эксплуатационные преимущества данной системы в отношении движения экипажей по рельсовому пути и определилась кон-

струкция колесных пар, которые до настоящего времени используются на всем железнодорожном подвижном составе. Принцип движения колесных пар с коническими колесами по рельсам стал относительно понятен уже в 1821 г., когда Стефенсон (Stephenson) отмечал: «Колеса имеют конусность, т. е. их наружный диаметр несколько меньше (примерно на 3/16 дюйма, или на 4,7 мм) внутреннего. Тогда под воздействием небольших неровностей рельсовой колеи в плане они слегка смещаются вправо или влево. В последнем случае, например, левое колесо начинает катиться по рельсу по большему, а правое — по меньшему диаметру поверхности катания, что вызывает у правого колеса ослабление сцепления по сравнению с левым. При попеременном усилении или ослаблении сцепления того или иного колеса возникает легкое виляние колесной пары в рельсовой колее» (цитируется по опубликованной в 2003 г. работе Виккенса (Wickens), в которой дан всеобъемлющий авторитетный обзор исследований в этой области).

Разные исследователи последовательно выводили с все возрастающей точностью уравнения, описывающие это движение. Редтенбахер (Redtenbacher) в 1855 г. получил уравнение смещенной траектории качения колесной пары в кривой, основанное исключительно на разности диаметра внутреннего и наружного колес в точках контакта с рельсами. Клингель (Klingel) в 1883 г. вывел уравнение кинематических колебаний колесной пары. Точный рас-