

Инновационные элементы верхнего строения пути

Элементы верхнего строения пути подвержены значительным динамическим нагрузкам. Если они спроектированы исходя из обеспечения надежности в эксплуатации, железные дороги могут быть уверены в длительной и безотказной работе путевой структуры.

Различные нововведения в путевом хозяйстве обуславливаются потребностью в повышении эффективности эксплуатационной деятельности железных дорог. Компания Strabag Rail, входящая в группу Strabag SE, активно участвует в обновлении путевой структуры, предлагая от имени компании Rail Systems and Technologies (RST) не только стандартные элементы верхнего строения пути, но и элементы новой разработки под торговой маркой RST. Среди новых изделий компании — рельсовые скрепления, покрытия подошвы железобетонных шпал, дюбели под анкерные болты и т. п., разрабатываемые в сотрудничестве с компанией инфраструктуры железных дорог Германии DB Netz в соответствии с техническими требованиями последней.

Рельсовые скрепления

По конструкции рельсовое скрепление типа RST подобно традиционно применяемому на железных дорогах Германии скреплению типа Ioarg 336 и включает ряд стандартизированных конструктивных элементов. Оно имеет с обеих сторон регулируемые по вертикали упоры, с помощью которых можно изменять монтажную высоту в диапазоне до 100 мм. Во время эксплуатационных испытаний на линиях DB Netz дополнительная высота была установлена равной 60 мм. Устройство спроектировано таким образом, что допускает

лишь минимальное поперечное отклонение головки рельса. Это подтверждено результатами длительных испытаний, в процессе которых скрепление подверглось воздействию 10^6 циклов повторяющейся нагрузки. При этом максимальное отклонение головки рельса не превышало 0,54 мм даже при наибольшей высоте регулирования. Упругая подрельсовая подкладка, используемая в скреплении, имеет малую жесткость, за счет чего достигается эффективное подавление структурного шума и вибраций.

После 5 лет интенсивных испытаний в условиях реальной эксплуатации скрепление RST получило одобрение Федерального ведомства железнодорожного транспорта Германии (EBA).

Для того чтобы получить представление о поведении скреплений RST в условиях высоких динамических нагрузок, они были установлены взамен старых, уже износившихся скреплений на металлическом мосту Oberkasseler в Дюссельдорфе. Осложняющим фактором здесь была необходимость использовать существующие фиксирующие болты, интегрированные в стальное пролетное строение. Эту проблему решили путем применения специального приспособления, с помощью которого удалось совместить скрепление RST с конструкцией моста. Кроме того, использование этого приспособления позволило выполнить требования по принятию дополнительных мер для устране-

ния риска схода подвижного состава с рельсов.

В данном комплекте стальная подкладка с выступами, приваренными к скреплению с обеих сторон, совместно с сваренными резьбовыми стержнями и блоком направления колес соответствует очертаниям подрельсовой площадки железобетонных шпал или специальной подкладки в случае плитного (беспшального) пути.

Высокоэластичные подрельсовые подкладки, используемые в скреплениях RST, имеют упругость всего 5 кН/мм, и это значение остается стабильным в течение длительного времени и в широком температурном диапазоне при пиках динамического ужесточения амплитудой до 1,25. Их собственная резонансная частота составляет около 10 Гц. Эти подкладки удовлетворяют действующим техническим требованиям для применения на железных дорогах общего пользования при условии заранее определенного заневоливания пружин. В скреплениях RST это достигается за счет разного числа высверливаемых глухих отверстий. Эти полости имеют такой размер, что, когда достигается предельная нагрузка, подрельсовая подкладка всей поверхностью вовлекается в поглощение прилагаемых к ней сил. Благодаря этому обеспечивается билинейность кривой упругости. Асимметричное расположение данных отверстий способствует дополнительной асимметричности этой билинейности. Когда значение жесткости пружин невелико, есть гарантии того, что сопротивляемость отклонению головки рельсов остается высокой. С такими характери-

ками можно использовать скрепления RST даже в кривых малого радиуса, обычных на внутригородских и пригородных линиях.

Небольшое (всего 3 кН) предварительное заневоливание обеих винтовых пружин, опирающихся на ребристую основную подкладку (в качестве которой можно применять типовую подкладку), уменьшает постоянное давление на поверхность примерно на 25 % по сравнению со скреплениями других типов. Это почти полностью предотвращает выделение газов из пенистых эластомерных структур, что ранее было неизбежным при использовании вспененных материалов в верхнем строении пути. Можно добиться дальнейшего уменьшения газыделения путем применения материалов специального состава и соответствующих технологий.

Результаты испытаний в условиях реальной эксплуатации на сети DB Netz подтвердили заявленные характеристики рельсовых скреплений RST, а также эффект их «самонастраивания», о котором говорили разработчики. После нескольких лет работы в пути изменение характеристик пружин не превышало 0,5 кН/мм. Этим было доказано соответствие скреплений критерию высокой эксплуатационной надежности с сохранением стабильной эластичности во всем температурном диапазоне в сочетании с низким динамическим ужесточением.

Необходимые электроизоляционные и акустические свойства скреплений достигаются за счет введения пластмассовых прокладок между всеми контактирующими металлическими деталями. В то время как электрические свойства можно заранее рассчитать и обеспечить в каждом отдельном случае путем изменения размеров изолирующих прокладок, акустические свойства можно проверить только на месте. Однако успех был достигнут и в этом отношении. Так, при эксплуатации скреплений в тонне-

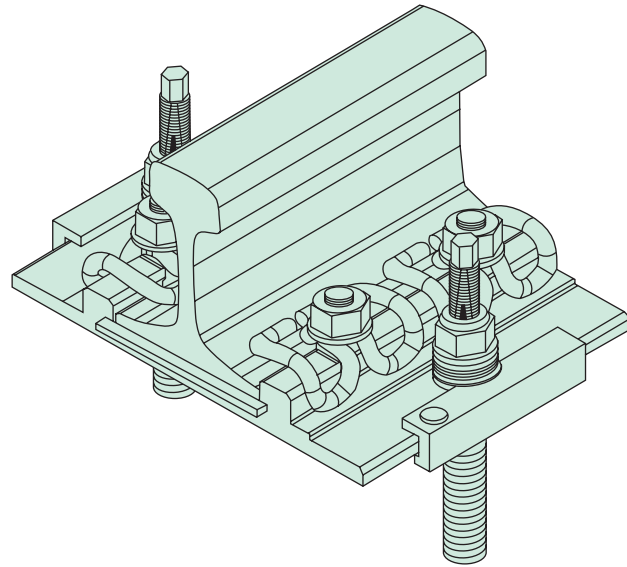


Рис. 1. Модифицированное рельсовое скрепление типа RST

ле городской железной дороги в Бохуме оказалось возможным снизить уровень вторичной эмиссии шума от стен тоннеля до 50 дБ(А).

В качестве специального варианта исполнения для ситуаций с направленными вверх экстремальными вертикальными силами, что имеет место, например, при переходе с подходов на мосты, можно оснащать скрепления RST четырьмя пружинными клеммами, что позволит поглощать сверхнормативные вертикальные силы величиной до 40 кН (рис. 1).

Покрывтия подошвы железобетонных шпал

В настоящее время нет сомнений в технико-эксплуатационных достоинствах покрытия подошвы железобетонных шпал специальными эластичными материалами. Такие покрытия известны уже около 30 лет. Шпалы с синтетическим покрытием на подошве обладают повышенным сцеплением с балластом, не уступающим сцеплению деревянных шпал. Другими преимуществами таких покрытий являются меньший износ балластного материала, лучшие характеристики по гашению шума и вибраций, устра-

нение необходимости в применении подбалластных матов и повышение надежности шпал за счет их меньшей повреждаемости.

Ранее в ряде случаев стоимость синтетического покрытия подошвы железобетонных шпал в несколько раз превышала стоимость самой шпалы, что препятствовало его применению. Поэтому широкое распространение указанной технологии началось только тогда, когда это стало экономически оправданным — с появлением новых материалов и технических средств для нанесения покрытия. Теперь дополнительная стоимость покрытия подошвы железобетонных шпал окупается в течение 3 – 5 лет в зависимости от условий эксплуатации. Покрытия продляют срок службы шпал и балласта; кроме того, вследствие повышенной стабильности пути можно увеличить до 4 раз продолжительность интервалов между очередными работами по текущему содержанию пути.

В 2004 г. был впервые разработан предварительный вариант технических требований к покрытиям подошвы железобетонных шпал в расчете на применение на сети DB Netz. Впоследствии он был принят в качестве стандарта Федеральным

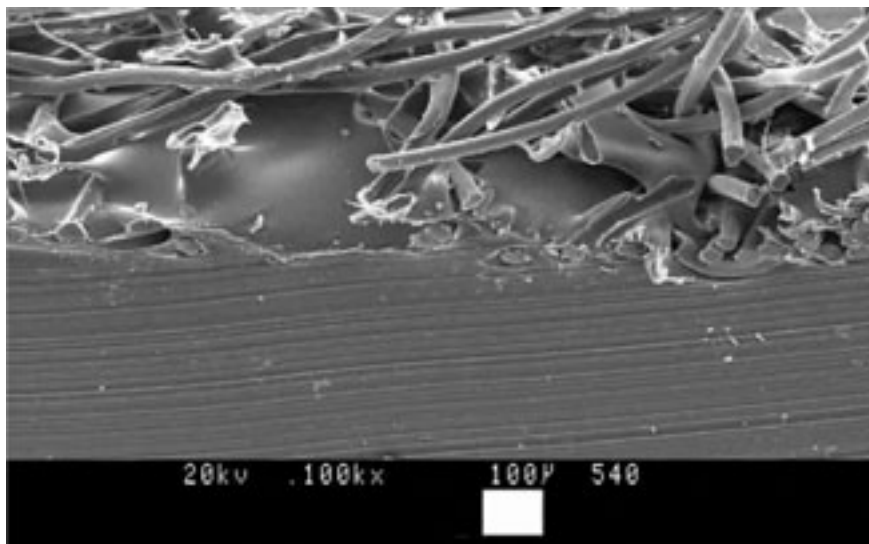


Рис. 2. Увеличенный вид поперечного сечения покрытия подошвы железобетонной шпалы, полученный с помощью электронного микроскопа: сверху — волокна геотекстиля, внизу — слой этиленвинилацетата (EVA)

ведомством железных дорог Германии (EVA).

Рассматриваемое покрытие подошвы железобетонных шпал, также получившее фирменное обозначение RST, является результатом совместных разработок компаний RST и Paul Müller, а также подразделений железных дорог Германии DB Netz и DB Systemtechnik. По результатам разносторонних стендовых испытаний шпал с таким покрытием EVA разрешило продолжить испытания в эксплуатационных условиях на ряде участков DB Netz.

Полагают, что эти испытания могут продлиться примерно 5 лет.

В данном случае улучшение взаимодействия железобетонных шпал с балластом достигается применением покрытий, выполненных из этиленвинилацетата (EVA) поставки компании DuPont. Оптимальная связность покрытия и бетона подошвы шпалы обеспечивается промежуточным слоем геотекстильных волокон, который придает комплексу необходимые прочность соединения, сопротивление сдвигу и сопротивляемость воздействию низких температур, при-

чем эти характеристики сохраняются в течение достаточно длительного времени (рис. 2 и 3).

Подбором состава и степени вспенивания покрытия можно регулировать его характеристики в отношении упругости и динамического ужесточения таким образом, чтобы модуль наслоения варьировался в пределах 0,12 – 0,50 Н/мм³. Однако компании-разработчики рекомендуют, чтобы величина этого модуля не превышала уровня 0,20 Н/мм³, который они считают оптимальным для использования в условиях железных дорог.

Процесс нанесения покрытия, разработанного RST и Paul Müller, весьма прост и может быть интегрирован в технологический процесс изготовления железобетонных шпал. Слой геотекстиля накладывают непосредственно на свежий бетон шпалы, и в идеальном случае самоуплотняющегося бетона достаточно лишь небольшой выдержки для получения прочного соединения. В то же время если бетон недостаточно влажен и на поверхности отсутствует жидкий цементный раствор, необходима дополнительная вибрационная обработка. В общем случае целесообразно согласовать технологию нанесения покрытия с компанией — изготовителем шпал.

С чисто технической точки зрения покрытие можно выполнять

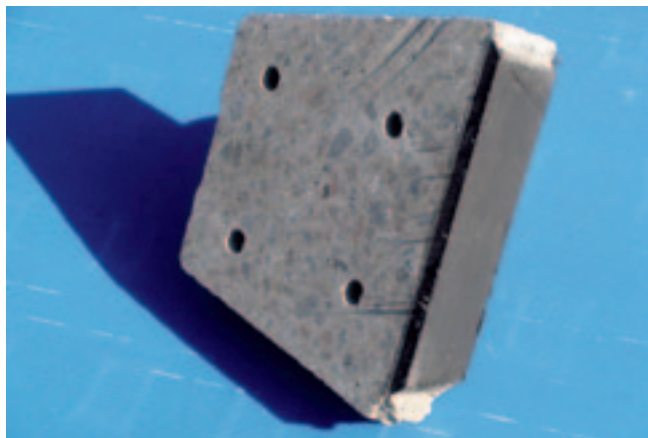


Рис. 3. Поперечное сечение железобетонной шпалы с синтетическим покрытием подошвы толщиной 10 мм



Рис. 4. Анкерный болт в изготовленном на месте дюбеле из затвердевшей реактивной смолы (показана желтым цветом)

толщиной и менее 10 мм. При этом сокращается расход материалов и повышается значение модуля на слоения. К тому же излишняя толщина покрытия не придает заметных преимуществ рассматриваемому комплексу. Испытания показали, что при приложении 10^6 циклов вертикального вибрационного нагружения при температуре 50 °С максимальная глубина проникновения покрытия в балласт составляет всего 4 мм. Это гарантирует оптимальные параметры связности при условии правильного выбора амплитуды вибрации.

Благодаря применению EVA в качестве базового материала покрытие подошвы железобетонных шпал поддается утилизации. Изготовитель берет на себя обязательство бесплатно принимать отработанный материал и утилизировать его в соответствии с требованиями природоохранного законодательства. Это первый случай такого рода взаимоотношений между поставщиками и пользователями, получивший одобрение ЕВА. Исследования, проведенные организацией Greenpeace, оценили EVA как материал, последующая экологическая чистота которого заложена еще на

стадии изготовления. В 2006 г. синтетическому покрытию подошвы железобетонных шпал на основе EVA была присуждена награда инженерного общества федеральной земли Саксония-Анхальт как нововведению, в котором оптимальным образом сочетаются технические и экологические достоинства.

Дюбели под анкерные болты

В конструкциях бесшпального (плитного) пути для фиксации рельсовых скреплений на бетоне необходимы анкерные болты. Под маркой RST предложены дюбели для установки таких болтов, которые во многих ситуациях можно изготавливать *in situ* (на месте).

В соответствии с предложенной технологией пластмассовые дюбели под анкерные болты изготавливаются непосредственно в заранее выполненном резьбовом отверстии или в полости, оставшейся после изъятия старого болта, отслужившего свой срок или утратившего нужные свойства.

В отверстие или полость заливается примерно 40 мл двухкомпонентной реактивной смолы. После этого туда же вводится полистиро-

ловый стержень, внешние очертания и размеры которого соответствуют параметрам анкерного болта. Затем комплекс выдерживается в таком виде для отверждения смолы. Когда смола затвердевает, полистироловый стержень из отверстия или полости удаляется с помощью проволочной щетки, насаженной на механическую отвертку с аккумуляторным питанием.

После этого в дюбель ввертывается анкерный болт (рис. 4).

По результатам стендовых испытаний ЕВА одобрило применение таких дюбелей на сети DB Netz в условиях реальной эксплуатации как при укладке, так и при ремонте путевой структуры. Эти длительные испытания с циклически повторяющимся нагружением показали, что смонтированное таким образом рельсовое скрепление выдерживало до разрушения нагрузку, превышающую 140 кН, что соответствует предъявляемым требованиям.

C.-D. Offermans, G. Stauder. Railway Technical Review, 2010, № 1, p. 33 – 35; материалы компаний DuPont (plastics.dupont.com/plastics/pdf/europe/design/engdesign01_2b.pdf) и Paul Müller (www.paul-mueller.com/deutsch/produkte/gleisoberbau/frame.htm).

Редакция журнала

«Железные дороги мира»

**приглашает на внештатную работу переводчиков с английского, немецкого и французского языков, имеющих опыт работы на железнодорожном транспорте и проживающих в Москве или Московской области.
Обращаться по телефону (499) 317-55-65 или по электронной почте zdm@css-rzd.ru.**