

Проблемы изолирующих стыков

На линиях с большой грузонапряженностью, например с обращением тяжеловесных углевозных поездов, характеристики изолирующих стыков стали причиной серьезных технико-эксплуатационных и экономических проблем вследствие малого срока службы таких стыков из-за высоких статических и динамических нагрузок, вызывающих их ускоренный износ и повышенную повреждаемость.

Исходя из этого железные дороги Северной Америки предпринимают меры по увеличению срока службы изолирующих стыков.

Координатором работ в этом направлении, финансируемых Ассоциацией американских железных дорог (AAR), является Центр транспортных технологий (ТТС). Помимо железных дорог, прежде всего Union Pacific и Burlington Northern Santa Fe, в исследованиях изолирующих стыков и разработке стыков с улучшенными характеристиками участвуют компании — изготовители рельсов.

Для достижения поставленной цели необходимо понять механизм деградации изолирующих стыков, в том числе выяснить, каким образом разные параметры и условия эксплуатации стыков влияют на их характеристики. Это позволит найти экономически целесообразное решение.

Современная ситуация

В настоящее время на железных дорогах преимущественно применяются клееные изолирующие стыки. Будучи в надлежащем состоянии, они дают возможность бесперебойной работы рельсовых цепей систем управления движением поездов и обеспечения безопасности. Следовательно, их повреждения вызывают нарушения в движении поездов, не говоря уже о дополнительных расходах на устранение повреждений как таковых.

Эксплуатационные характеристики клееных изолирующих стыков заметно ухудшаются по мере усложнения условий эксплуатации. Вместе с тем сокращается срок службы. Среднесетевой срок службы изолирующих стыков оценивается примерно в 200 млн. т поездной нагрузки (по пропущенному тоннажу). По этому показателю изолирующие стыки уступают практически всем элементам верхнего строения пути, даже таким нагруженным, как острия и крестовины стрелочных переводов. Рядом с ними можно поста-

вить разве что крестовины глухих пересечений, конструктивные особенности которых не обеспечивают проход колес подвижного состава без потери опирания. Однако изолирующих стыков в пути лежит гораздо больше, чем таких крестовин, так что воздействие их характеристик на общую ситуацию в путевом хозяйстве значительно ощутимее.

Согласно результатам проведенного исследования, на линиях с особо высокой грузонапряженностью изолирующие стыки приходится ремонтировать или заменять в среднем с интервалом от 12 до 18 мес, и непосредственные расходы при этом составляют примерно 6250 дол. США на 1 км пути в год. Косвенные же убытки, связанные, например, с перерасходом заработной платы поездных бригад и топлива на тягу поездов из-за задержек в движении, могут быть намного большими.

Были выполнены расчеты для определения прогнозируемого срока службы клееных изолирующих стыков, установленных при модернизации системы автоблокировки с локомотивной сигнализацией. В данном случае стыки устанавливаются на линии с движением преимущественно скоростных грузовых поездов смешанных сообщений, грузонапряженность составляет 50 – 65 млн. ткм/км в год. Исходя из диаграммы Вейбулла для группы из 150 стыков средний расчетный срок службы равен 172 млн. т поездной нагрузки. Одновременно рельсовый комитет Американской инженерной ассоциации по текущему содержанию и ремонту пути (AREMA) провел опрос специалистов железных дорог, входящих в эту ассоциацию, на данную тему. По данным опроса, средний срок службы изолирующих стыков оказался равным 280 млн. т поездной нагрузки для прямых и 230 млн. т для кривых участков пути.

Факторами, отрицательно влияющими на характеристики и срок службы клееных изолирующих стыков, являются следующие:

- высокие осевые нагрузки вагонов большой грузоподъемности;
- большие динамические нагрузки при следовании поездов с высокой скоростью и при ослаблении пути;
- большие продольные силы вследствие отсутствия других стыков в длиномерных рельсовых плетях бесстыкового пути и жесткого закрепления рельсов противоугонами;
- высокая интенсивность движения, не дающая возможности своевременно выполнять работы по текущему содержанию пути, такие, как шлифование рельсов.

Анализ факторов деградации

Для исследования причин деградации с действующих линий были отобраны и направлены в ТТС 20 образцов клееных изолирующих стыков. Образцы были сняты с линий, на которых обращаются углевозные поезда, сформированные из вагонов массой брутто до 128 т. Результаты анализа показали, что большинство стыков имело более чем по одному дефекту. Это позволило судить, что многие стыки остаются в пути в течение некоторого времени после возникновения первого дефекта. Таким образом, первоначальные признаки дефектов могут быть скрыты последующими повреждениями по мере накопления пропущенного тоннажа.

После разборки стыков были выявлены доли наиболее типичных дефектов в изолирующих стыках, выполненных двумя разными изготовителями.

Так, у стыков обоих изготовителей наибольшая доля дефектов пришлась на разрушение клеевого соединения (41 % у стыков изготовителя I и 44 % у стыков изготовителя II). Следующими по значимости оказались разрушения стыковых болтов (25 и 21 % соответственно). За ними следовали изломы стыковых накладок (18 и 7 %) и, наконец, разрушения или смятие торцов смежных рельсов (5 и 3 %).

В процессе ухудшения состояния изолирующих стыков на линиях с тяжеловесным движением есть нечто общее. Многие факторы повреждаемости объясняются ненадлежащей организацией контроля качества деталей стыков при изготовлении и дефектоскопии в ходе эксплуатации. Кроме того, железные дороги сообщали о расхождении характеристик поставляемых разными изготовителями (и даже между отдельными партиями, поставляемыми одним и тем же изготовителем) элементов стыков, в том числе эпоксидного клея.

Важным является соблюдение геометрических параметров стыков при сборке. Так, структурные повреждения стыков и их элементов возникают быстрее при увеличенном зазоре между торцами смежных рельсов, поскольку в этих местах образуются нарушения целостности поверхности катания рельсов, что, в свою очередь, обуславливает повышенные динамические нагрузки при проходе подвижного состава. Ослабляется опирание шпал на балласт, стыки получают все больший прогиб («провисают»), и ситуация ухудшается все быстрее. Происходит растрескивание слоя затвердевшего эпоксидного клея, в трещины попадают различные загрязнения и влага. По мере разрушения клеевого соединения нарушаются внутренние связи между элементами стыков, и стыки получают возможность «игры» в продольном направлении. На следующем этапе деградации повреждаются торцы смежных рельсов, кабельные наконечники и, наконец, стыковые накладки и болты.

Вместе с тем анализ снятых с пути стыков показал, что они продолжают выполнять изолирующие функции еще длительное время после начала процесса деградации. В их конструкции заложена некоторая степень резервирования, так что наличие не вышедших за определенные пределы дефектов не угрожает безопасности движения поездов. Поэтому решающим условием для замены стыка является полная потеря им изолирующих свойств. В то же время, естественно, нельзя оставлять в пути изолирующие стыки с такими дефектами, как излом стыковых накладок или болтов.

Внешние признаки последовательной деградации изолирующих стыков могут выражаться в выходе наружу эпоксидного клея, появлении признаков электрической фреттинг-коррозии и смещении элементов стыка относительно друг друга. Таким образом, есть возможность их обнаружения и принятия соответствующих мер по ремонту стыков еще до наступления последней стадии деградации — потери изолирующих свойств.

Клееные изолирующие стыки с механической точки зрения представляют, в сущности, одну из разновидностей обычных рельсовых стыков и подвергаются тем же нагрузкам. Основное отличие заключается в необходимости зазора (в данном случае заполненного эпоксидным клеем) для обеспечения секционирования рельсовой цепи. Как видно, именно этот зазор является ключевым фактором деградации, начинающейся со взаимного смещения торцов смежных рельсов под осевыми нагрузками от подвижного состава и продолжающейся в виде повышения динамических нагрузок, затем ослабления балласта, уменьшения модуля пути, увеличения продольных сил и т. д. К тому же при низких температурах окружающей среды вследствие жесткого закрепления рельсов в продольном направлении в стыковых накладках и слое затвердевшего эпоксидного клея возникают высокие внутренние напряжения. В результате изолирующие стыки становятся слабым местом путевой структуры.

Приходится констатировать, что с учетом конструктивных особенностей изолирующих стыков решение, позволяющее радикально улучшить их эксплуатационные характеристики, еще не найдено. Однако, опираясь на выявленные закономерности деградации изолирующих стыков, особенно на линиях с тяжеловесным движением, железные дороги, компании-поставщики и ТТС продолжают работу над совершенствованием конструкции и поиском лучших материалов для таких стыков, ориентируясь прежде всего на повышение их сопротивляемости ударным нагрузкам и динамическим силам в рельсах, а также стабильность подрельсового основания.