



Рисунок 1 – Фактические сжимающие силы для Гомельской дистанции пути, возникающие в пути при установке зазоров 25-метровых рельсов, отличающихся от нормальных

Анализируя график, отмечаем, что с увеличением ошибки в установке стыковых зазоров прямо пропорционально возрастают фактические температурные сжимающие силы. Так, при ошибке в установке стыковых зазоров 25-метровых рельсов типа Р65, равной 5 мм, фактическая сжимающая температурная сила на Гомельской дистанции пути превышает допустимую и создает угрозу нарушения устойчивости пути на прямой. В кривых такая угроза возникает при меньшей величине ошибки.

УДК 625.143.5

## СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ РЕЛЬСОВЫХ СКРЕПЛЕНИЙ

В. И. ЗЕНЧЕНКО, В. Н. БОНДАРЕВ, М. П. КОРШАНКОВ  
Белорусская железная дорога

Длительное время развитие и совершенствование отдельных элементов верхнего строения пути: стрелочных переводов, рельсов, шпал, брусьев, скреплений, балластного слоя, а также земляного полотна и искусственных сооружений - шло параллельно, но не комплексно. В последние десятилетия пытались, и небезуспешно, за счет увеличения мощности верхнего строения обеспечить надежную работу железнодорожного пути. Делались попытки за счет создания универсального скрепления решить задачу стабильной работы пути и уменьшения затрат на текущее содержание. Разработаны десятки конструкций скреплений, многие из которых прошли лабораторные, полигонные и эксплуатационные испытания, но по ряду причин не получили широкого внедрения. При дальнейшем совершенствовании конструкции верхнего строения пути проблема рельсовых скреплений остается наиболее острой.

В соответствии с «Техническими требованиями к промежуточным рельсовым скреплениям» конструкция скреплений должна обеспечивать: стабильность ширины колеи в период эксплуатации; прижатие рельса к основанию, исключающее возможность проскальзывания подошвы рельса по подкладке (или прокладке) при воздействии проходящих поездов и температурных сил; рациональную пространственную упругость узла скрепления с целью снижения вибрационного воздействия на подшпальной основание; электроизоляцию рельсов от железобетонных шпал по условию устойчивой работы автоблокировки; замену деталей скрепления без перерывов в движении поездов; механизированную сборку и разборку узла скрепления. Скрепления для железобетонных и раздельные скрепления для деревянных шпал должны обеспечивать возможность регулировки положения рельса по высоте в пределах до 10–15 мм. При этом вероятность безотказной работы металлических и трудноисменяемых электроизолирующих элементов скреплений до конца межремонтного периода должна быть не менее 0,95.

Исследования, проведенные во ВНИИЖТе, МИИТе, НИИЖТе и ДИИТе, показали, что при замене деревянных шпал на железобетонные существенно повышается жесткость пути и в этом случае, особенно при наличии неровностей на пути и на колесах подвижного состава, значительно ухудшаются условия работы элементов верхнего строения (рельсы, шпалы, балласт и др.) и взаимодействие

вие пути и подвижного состава. Рекомендуемая жесткость узла скрепления обеспечивается за счет использования резиновых и резинокордных прокладок. Повышенная жесткость прокладок, используемых в ряде стран Европы (Англия, Германия, Франция), и, соответственно, повышенная жесткость узла скрепления облегчает работу пружинных прикрепителей и оправдана более высокими требованиями к содержанию пути, поверхностям катания рельса и колеса, состоянию земляного полотна и балластного слоя. За прошедший период с момента утверждения технических требований в процессе проведения испытаний новых скреплений и анализа зарубежного опыта возникла необходимость корректировки отдельных параметров, особенно это связано с разработкой конструкции верхнего строения пути для скоростных и высокоскоростных магистралей.

В силу сложившихся обстоятельств в настоящее время в постоянной эксплуатации находятся только два типа промежуточных скреплений: костыльное Д0 для деревянных шпал и КБ для железобетонных. Эти скрепления, над совершенствованием которых работали специалисты ВНИИЖТа, ПТКБ ЦП и ряда транспортных вузов (МИИТ, ДИИТ, НИИЖТ и др.), сыграли положительную роль в освоении перевозочного процесса, во внедрении железобетонных шпал и бесстыкового пути. Применение простого по конструкции костыльного скрепления было оправдано по технико-экономическим соображениям и, очевидно, в будущем до разработки новых более совершенных типов будет иметь свою рациональную сферу применения. Поэтому задача повышения эксплуатационных качеств этого скрепления остается актуальной.

К недостаткам костыльного скрепления следует отнести следующие: расстройство пути вследствие нарушения целостности подрельсовой площадки (смятие древесины мягких пород под подкладкой и разработка костыльных отверстий); возможность напрессовки снега и засорителей под подошвой рельса, которые в зимний период вызывают аварийные ситуации из-за выхода подошвы рельса за пределы реборд подкладок; недостаточная удерживающая способность от уширения колеи, в том числе в кривых из-за неравномерного износа древесины под подкладками и разуклонки рельсов; невозможность укладки бесстыкового пути из-за недостаточного качества противоугонов, невозможности обеспечить стабильное положение рельса в вертикальной плоскости и поперек пути.

Для повышения надежности пути с деревянными шпалами с 1999 года в массовых объемах начато производство подкладки ДН6-65 с увеличенными размерами (380x185 мм против 360x170 по действующему стандарту) и шестью костыльными отверстиями.

Начато также серийное производство противораспорной подкладки Д-65С с высокими ребордами (30 и 38 мм) для установки их в кривых через 4–5 шпал. Названные подкладки обеспечивают стабильность рельсовой колеи, подуклонки рельсов, увеличивают срок службы шпал.

Длительная эксплуатация скрепления КБ позволила всесторонне изучить эту конструкцию, оценить ее положительные качества и недостатки, улучшить ряд эксплуатационных характеристик. К числу мер, направленных на улучшение эксплуатационных характеристик конструкции КБ и получивших массовое внедрение, следует отнести: создание подрельсовых и нашпальных прокладок повышенной упругости и долговечности, что позволило снизить вертикальную жесткость пути и сократить эксплуатационные расходы; замена одновитковых шайб на двухвитковые; улучшение качества подкладок за счет термообработки, новой технологии образования паза в реборде для клеммных болтов; повышение устойчивости к воздействию поперечных сил за счет углубления подрельсовых площадок в шпале до 25 мм. Проведены исследования по совершенствованию узла скрепления подкладок КБ на железобетонной шпале. В результате рекомендовано применение «седловидной» закладной шайбы. Были также повторены испытания шурупно-дюбельного закрепления, которые показали отрицательные результаты (выход шурупов после пропуска 300–350 млн т брутто груза).

Однако, несмотря на совершенствование скреплений КБ, устранить присущие этой конструкции недостатки не удалось. Так, степень натяжения клеммных и закладных болтов быстро ослабевает (интенсивность удельного ослабления составляет 1,4–2,0 кгс·м на 10 млн т брутто), что требует регулярной и частой проверки, смазки и дотяжки гаек болтов. Имеют место многодетальность скрепления (23 элемента); сложность и трудоемкость извлечения закладных болтов для замены нашпальных прокладок-амортизаторов и железобетонных шпал; большая металлоемкость (11,3 кг на узел скрепления). В результате этих недостатков высока трудоемкость при эксплуатации.

Принимая во внимание, что скрепление КБ еще какое-то время будет поставляться на дороги, исследования по его совершенствованию продолжатся. Ведется работа по замене жесткой клеммы и двухвитковой шайбы на упругую прутковую клемму ОП-105 по типу фирмы «Фосслю» (Германия).

Кардинальным решением в области разработки новых скреплений, удовлетворяющих современным требованиям эксплуатации, является переход на пружинные упругие скрепления, которые нашли широкое применение в зарубежной практике.

Для пути с железобетонными шпалами в настоящее время эксплуатационную проверку проходит скрепление БПУ, которое может применяться как с подкладкой, так и без нее, и бесподкладочное скрепление с прутковой клеммой ЖБР.

Достоинством этих скреплений является большая, чем у КБ, стабильность натяжения болтов, но имеются у них и существенные недостатки. Сборка рельсошпальной решетки на базах ПМС с этими скреплениями имеет существенно большую трудоемкость, чем при скреплениях КБ. Смену инвентарных рельсов на плети осуществить при этих скреплениях гораздо сложнее, чем при КБ. Не достаточно стабильна ширина колеи в кривых.

Все это вызывает необходимость продолжить поиск упругих бесподкладочных скреплений для железобетонных шпал.

Цикл полигонных и эксплуатационных испытаний прошло скрепление АРС, разработанное в МИИТе. Это бесподкладочное анкерное скрепление, которое может найти свою сферу применения в существующих условиях эксплуатации, хотя и оно не лишено недостатков: достаточно высокая горизонтальная жесткость, наличие литых деталей.

До недавнего времени, к сожалению, все разработки новых упругих скреплений не выходили за рамки опытной эксплуатации. Серийное внедрение новых конструкций сдерживалось отсутствием производственной базы по изготовлению упругих элементов. В настоящее время благодаря перестройке и конверсии имеется возможность размещения заказов практически на любые детали скреплений. Поэтому ближайшей задачей в области рельсовых скреплений является выбор и внедрение конструкций из уже отработанных для различных условий эксплуатации с учетом классности линий.

К числу скреплений, применяемых на зарубежных дорогах, получивших наибольшее распространение и обладающих высокими технико-экономическими показателями (для условий Западной Европы), можно отнести скрепления «Пэндрол» (Англия), КМ и «Набла» (Франция), «Фоссло» (Германия), «Эвем» (Голландия) и в последнее время СБ-3 (Польша) (таблица 1). Следует отметить, что практически во всех странах проводились исследования по разработке упругих скреплений. Однако большинство образцов не вышло за рамки опытного применения в ограниченных объемах.

Таблица 1 – Сравнительная характеристика отечественных и зарубежных рельсовых скреплений

Наименование параметров	КБ с жесткой клеммой	БПУ с подкладкой	БПУ без подкладки	«Пэндрол»	«Фоссло»	«Набла»	«Эвем»	СБ-3
<b>Условия эксплуатации</b>								
Грузонапряженность, млн т.км в год	80	90	90	20	40	20	10	30
Максимальная осевая нагрузка, т	25-27	25-27	25	27	22,5-35	25	22,5	21
Скорости движения поездов, км/ч:								
пассажирских	160	200	160	190	250	250	250	140
грузовых	90	90	90	112	90	90	90	90
<b>Конструктивные</b>								
Количество деталей на узел скрепления, шт.	23	15	13	7-11	11-13	11	15	7
Металлоемкость узла скрепления, кг	113	115	42	17	3-11	2-3	17	5
Вертикальная жесткость узла скрепления, тс/см	60-120	40	60	60-250	50-250	50	50-250	150-300
Жесткость клемм на контакте с рельсом, тс/см	18-20	3	3	1	1	2	1	1
Регулировка положения рельса, мм:								
по вертикали	10	20	15	-	20	-	-	-
по горизонтали	-	-	-	-	10	-	10	-

Специалистами ВНИИЖТа при испытаниях на Экспериментальном кольце и железных дорогах была детально изучена работа конструкций скреплений ряда ведущих фирм.

*Английское скрепление «Пэндрол».* Проводились испытания на экспериментальном кольце ВНИИЖТа (Щербинка) с железобетонными шпалами, в настоящее время проводятся испытания конструкций для деревянных и железобетонных шпал.

*Голландское скрепление* фирмы «Эвем». Проведены испытания на экспериментальном кольце с деревянными шпалами, результаты положительные.

*Немецкое скрепление «Фоссло»* (упругие клеммы ОП-105 в скреплении КБ). Проводятся эксплуатационные испытания на Октябрьской железной дороге, разрабатывается конструкция с использованием клемм для наших условий.

*Польские скрепления СБ-3.* Завершены полигонные испытания на Экспериментальном кольце (пропущено более 1 млрд т.км брутто). Результаты испытаний хорошие. Это скрепление нашло в Польше широкое применение и вытесняет другие типы. С 1990 по 1994 гг. уложено более 1 млн шпал со скреплениями СБ-3.

По своим конструктивным особенностям новые перспективные скрепления можно разделить на несколько групп. По узлу закрепления на шпale: шурупно-дюбельное, закладной болт, анкерное прикрепление. По конструкции упругого прикрепителя: пластинчатые клеммы, прутковые клеммы. По обеспечению силы прижатия рельса к подкладке: болтовое прикрепление, безболтовое прикрепление. По способу опищения на шпалу: подкладочные скрепления, бесподкладочные скрепления.

Для продления срока службы верхнего строения пути со скреплением Д0, уменьшения эксплуатационных затрат на содержание пути необходимо применять подкладки с большей площадью опищения типа ОП 365-85, ДН6-65 с нашпальными прокладками, а в кривых участках пути – противораспорные подкладки Д-65С.

В целях продления срока службы верхнего строения пути со скреплением КБ и уменьшения эксплуатационных затрат целесообразно применять нашпальные прокладки из резины шифра 18730, обеспечивающие долговечность работы конструкции; изготавливать на заводах шпалы с «седловидной» закладной шайбой и ускорить внедрение упругой прутковой клеммы по типу фирмы «Фоссло» для замены жесткой клеммы и двухвитковой шайбы.

Основным направлением решения проблемы рельсовых скреплений следует считать переход на пружинные упругие скрепления, которые нашли широкое применение в зарубежной практике. Новые скрепления должны обладать малозлементностью, надежностью и долговечностью. На бесстыковом пути с железобетонными шпалами необходимо перейти к упругим скреплениям с пружинной клеммой, с различными узлами крепления на шпале (анкерное, шурупно-дюбельное, закладной болт).

Все это позволит улучшить состояние железнодорожного пути и сократить затраты труда на его текущее содержание.

УДК 656.2.08

## О ПОВЫШЕНИИ НАДЁЖНОСТИ ИЗОЛИРУЮЩИХ ДЕТАЛЕЙ РЕЛЬСОВЫХ СКРЕПЛЕНИЙ

В. И. ИНЮТИН

Белорусский государственный университет транспорта

В рельсовых скреплениях широко применяются изолирующие детали из полимерных материалов, от надежной работы которых зависит безопасность движения поездов. Изготовление изолирующих деталей из высокопрочных стеклопластиков марок ГСП-8, ДСП и других ограничено ввиду их высокой стоимости. Изолирующие втулки из полиамида в процессе эксплуатации деформируются, что приводит к снижению усилия затяжки закладных болтов и повышенному расстройству крепления рельсов к шпалам.

Для повышения надежности и долговечности изоляции необходимо разработать новые полимерные материалы, обладающие высокими физико-механическими свойствами, на основе вторичных наполнителей, имеющих низкую стоимость.

В полимерных материалах в качестве связующего используется фенолформальдегидная смола, модифицированная линейными полимерами, улучшающими ее свойства. Для увеличения диэлектрических свойств и прочности фенолформальдегидная смола модифицирована эпоксидной диановой смолой, а в качестве наполнителей используются фосфогипс и вторичные вискозные волокна. Лабораторные испытания изолирующих втулок из разработанного материала показали, что они