

ПРОБЛЕМЫ И ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ БЕССТЫКОВОГО ПУТИ

В статье освещен весь комплекс вопросов, связанных с созданием, развитием, существующими проблемами и повышением эффективности работы бесстыкового пути

Одним из способов сокращения эксплуатационных расходов является расширение полигона укладки бесстыкового пути, который имеет ряд преимуществ по сравнению со звеньевым. Это прежде всего снижение затрат на содержание пути в зоне стыков до 80 %. Также уменьшается сопротивление движению подвижного состава на 8–12 %, увеличивается плавность хода и повышается комфортабельность поездки пассажиров. Известно, что на бесстыковом пути сокращаются объемы путевых работ, увеличиваются сроки службы элементов верхнего строения, снижается расход электроэнергии и топлива на тягу поездов.

Чем больше на дороге протяженность бесстыкового пути, тем меньше на ней возникает отказов в работе рельсов по ряду опасных дефектов и по неисправности рельсовых цепей. Выход рельсов по острым дефектам примерно в 4 раза ниже, чем в звеньевом.

В ближайшей перспективе планируется введение в эксплуатацию подвижного состава с повышенными осевыми и погонными нагрузками, увеличение веса и длины поездов. Расширяется полигон скоростного и высокоскоростного движения. Опережающими темпами растет стоимость материалов верхнего строения пути, обслуживания путевых машин, рабочей силы. В этих условиях типовая конструкция бесстыкового пути, которая фактически является единой на всей сети, требует оптимизации в зависимости от условий эксплуатации.

Непрерывное воздействие на путь проходящих поездов, продольных температурных сил и природных факторов обязывает постоянно содержать путь в исправном состоянии, что является главной задачей ведения путевого хозяйства. Ее решение — это правильная организация технического обслуживания бесстыкового пути [1].

На начало 2009 г. протяженность бесстыкового пути на сети дорог составила 70859 км или 57,2 % развернутой длины главных путей. Эта конструкция активно продвигается в сложные климатические и эксплуатационные условия работы дорог Сибири и Дальнего Востока. Здесь полигон ежегодно увеличивается на 1,0–1,2 тыс. км и уже достиг 20 % длины главных путей. Все это требует повышенного внимания к вопросам обеспечения безопасности движения поездов, и прежде всего в периоды, когда в рельсовых плетях наиболее вероятно появление максимальных сжимающих или максимально растягивающих температурных сил.

Применение бесстыкового пути в СССР и России по сравнению с зарубежными странами связано с рядом особенностей: как правило, значительные амплитуды температурных колебаний рельсов (до 115 °С и более), большие осевые нагрузки массового вида экипажей-полувагонов и цистерн, наибольшие в мире абсолютные перевозки пылящих грузов (угля, руды и т.д.), при которых полностью используются грузоподъемность вагонов и интенсивно засоряется балластный слой.

На наших дорогах до 50-х гг. применялись скрепления костыльного типа и относительно легкие рельсы (до 1956 г. самыми тяжелыми были рельсы Р50). Вышеуказанные климатические, эксплуатационные и хозяйственные особенности заставили научных работников искать оригинальные методы решения проблемы применения бесстыкового пути.

После Великой Отечественной войны 1941–1945 гг. практическая укладка и исследования в области бесстыкового пути в значительной мере были связаны с деятельностью М.С. Боченкова [2, 3].

В период дипломного проектирования в 1945 г. М.С. Боченков разработал оригинальную конструкцию бесстыкового пути с непрерывной (автоматической) разрядкой температурных напряжений, а также технологию его укладки.

Такой путь был уложен в 1949 г. на станции Инская. Итоги двухлетней эксплуатации такой конструкции были доложены в ЦП МПС. После этого было дано разрешение на укладку бесстыкового пути М.С. Боченкова на главном пути, что и было осуществлено в 1951 г. на перегоне Инская — Издревая.

На этом участке были проведены исследования по установлению работоспособности конструкции, определению угона рельсов по опорам, продольных сил, возникающих при проходе по рельсам подвижного состава.

Положительные результаты исследований бесстыкового пути на опытных участках бывшей Томской дороги послужили основанием для укладки (с 1954 г.) бесстыкового пути с автоматической разрядкой температурных напряжений на участке Московско-Курской дистанции пути.

Плети в бесстыковом пути с непрерывной разрядкой температурных напряжений соединялись друг с другом при помощи уравнильных приборов, так как температурные перемещения каждого конца составляли 50–60 см и более, рельсовые плети лежали на подкладках практически свободно и при проходе поезда плеть угоняло на величину до 15...20 мм. Поэтому середина плети при помощи пружин соединялась с противоугонным основанием.

В техническом отношении недостатками этой конструкции явились необходимость возвращающего устройства и уравнильных приборов. Эти два элемента создавали неоднородность пути и являлись неблагоприятными в отношении безопасности движения поездов. Специалисты, занимавшиеся проблемами бесстыкового пути, понимали, что указанные узлы нуждались в улучшении и до их отработки нецелесообразно переходить к массовой укладке бесстыкового пути этого типа.

Коллективными усилиями научных работников лаборатории бесстыкового пути ВНИИЖТа, вузов, а также производителей был создан в СССР бесстыковой путь температурно-напряженного типа [4].

Температурно-напряженный бесстыковой путь с сезонной разрядкой продольных сил уложили с промежуточным скреплением марки К-4. такую конструкцию тогда применяли железные дороги Германии, но без сезонных разрядок.

В первое десятилетие в бесстыковом пути на отечественных дорогах использовали главным образом рельсы типа Р50. Считалось, что его надо эксплуатировать с сезонной разрядкой температурных напряжений. Это же требование предъявлялось и к бесстыковому пути с рельсами Р65, если он уложен в кривых

малого радиусов или в районе с большой амплитудой максимальных колебаний температуры.

Плети бесстыкового пути температурно-напряженного типа на наших дорогах имеют длину 800 м. Соединение плетей при помощи комплекта уравнильных рельсов проще, дешевле, а главное — надежнее уравнильных приборов. Такой способ соединения плетей позволял делать разрядку температурных напряжений в любое время, в любых производственных ситуациях, при разнице температур укладки и разрядки до 40 °С. Для отечественных дорог обеспечение возможности при любых условиях выполнять путевые работы, требующие снятия температурных напряжений, являлось очень важным. Поэтому способ соединения плетей при помощи уравнильных рельсов был принят на наших дорогах как типовой.

При выборе длины плетей полагали, что незначительное число стыков, остающихся в пути при плетях 800 м, не будет существенно влиять на работу бесстыкового пути, а также исходили из наиболее распространенной длины прямо-отправочных путей (850 м).

Стремление улучшить работу бесстыкового пути побудило производителей укладывать плети бесстыкового пути свыше нормативной длины (длиной до перегона). Реализация увеличения длины плетей сверх нормативной была технически осуществимой и экономически выгодной при применении способа ликвидации мест излома плетей при помощи электроконтактной сварки машинами ПРСМ — методом предварительного изгиба плети [5].

При укладке бесстыкового пути на российских железных дорогах используют железобетонные шпалы. Это обеспечивает практическое отсутствие негодных шпал; невозможность напрессовки льда и грязи между подошвой рельса и подкладкой, раскантовки рельса; большую сопротивляемость появлению неисправностей рельсовой колеи в плане; лучшую стабильность ширины колеи; увеличение межремонтных сроков.

Однако, как и любой конструкции, помимо плюсов есть у бесстыкового пути и минусы, которые могут проявиться при непонимании или пренебрежении особенностями его укладки и содержания.

В летнее время наиболее опасен период действия высоких температур, при которых в плетях возникают значительные сжимающие напряжения (силы), из-за которых может произойти выброс бесстыкового пути.

При состоянии пути, соответствующем требованиям действующих Технических указаний по устройству, укладке, содержанию и ремонту бесстыкового пути (ТУ-2000) [6], эти напряжения не должны превышать $[\sigma_y]$, которые определяются по формуле:

$$[\sigma_y] = \alpha E [\Delta t_y], \quad (1)$$

где $[\sigma_y]$ — допускаемые по устойчивости бесстыкового пути продольные температурные напряжения в рельсовых плетях, МПа; α — коэффициент температурного удлинения (укорочения) рельсовой стали, град⁻¹; E — модуль упругости рельсовой стали, МПа; $[\Delta t_y]$ — превышение температуры рельсовой плети относительно температуры закрепления, допускаемое по условию обеспечения устойчивости пути, °С.

Выброс — почти мгновенный (около 0,2 с) изгиб путевой решетки, как правило, в горизонтальной плоскости под воздействием продольных сжимаю-

щих сил, которые выше критических. (Выброс может быть и на звеньевом пути при накоплении «нулевых» стыковых зазоров). Теория выброса изложена в научной и учебно-методической литературе [7].

Остановимся на ряде практических мер обеспечения устойчивости бесстыкового пути. На прямых участках выброс может произойти при увеличении температуры рельсов по сравнению с температурой закрепления Δt_y примерно на 50°C . В кривых это допускаемое превышение температуры меньше и зависит от радиуса (при $R = 350 \text{ м}$ $\Delta t_y = 30^\circ\text{C}$).

Фактически Δt_y может оказаться меньше указанных нормативных значений в следующих случаях. Во-первых, при затяжке скреплений с усилием менее 50–60 кН·м на протяжении более 150–200 м. В этом случае возможен местный угон рельсов с концентрацией продольных сил и сжимающих напряжений на локальных отрезках плетей (рис. 1). Угон должен быть своевременно выявлен по маячным шпалам. Во-вторых, при недостатке балласта как по торцам шпал, так и в шпальных ящиках. В третьих, при резких отступлениях положения рельсошпальной решетки в плане (углы), которые могут послужить очагом выброса [8].

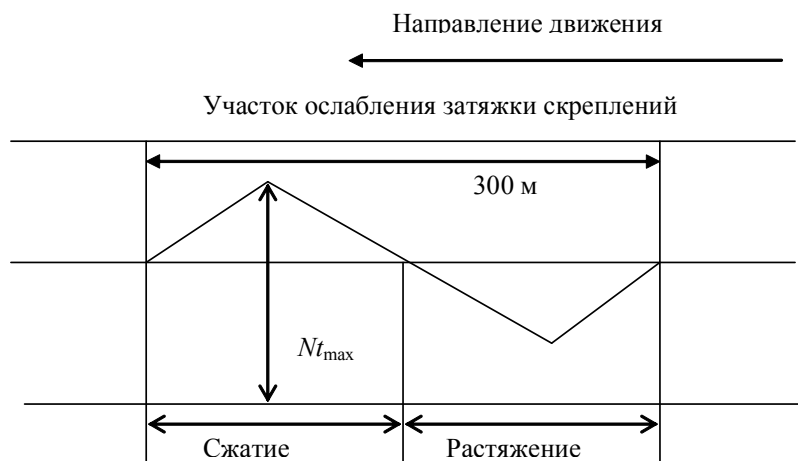


Рис. 1. Перераспределение продольных сил в плети на участке угона

Согласно исследованиям ВНИИЖТа, выброс происходит перед поездом или сразу после его прохода. Очевидно, что сдвинуть решетку, на которой находятся вагоны и локомотив, на порядок сложнее, чем свободно лежащую. Наиболее опасен участок перед локомотивом, когда к действующим продольным температурным силам добавляется продольная от движения поезда, а также вибрация пути и обратная волна, т.е. приподнимание рельса на доли миллиметра на этом участке. Поэтому при выбросе, который случается практически в момент концентрации сдвигающих воздействий (т.е. непосредственно перед поездом) сходят с рельсов, как правило, локомотив или первые 4–5 вагонов.

При движении поезда в режиме тяги впереди него в рельсах возникает зона растяжения, а сзади локомотивов (под поездом) зона сжатия. Этим могут быть объяснены сходы групп вагонов в первой (головной) половине грузовых поездов, шедших на подъем в режиме тяги. В этих случаях локомотивы и часть вагонов за ними прошли участок, на котором произошел сход.

Сжимающие продольные силы, возникшие в рельсах от воздействия подвижного состава, в совокупности с температурными силами в определенных условиях могут привести к появлению поперечных сил, которые превысят сопротивление пути поперечному сдвигу и, в конечном итоге, стать причиной схода подвижного состава, который при расследованиях относят на выброс пути [8].

При ослабленном состоянии пути, несоответствии нормам содержания, что влияет на изменение температуры закрепления и на $[\Delta t_y]$, допускаемого по устойчивости пути, а также возникновении дополнительных продольных и поперечных сил от подвижного состава создаются более легкие условия для сдвига пути и схода подвижного состава. Поэтому необходимо изменить подход к расследованию причин сходов, отнесенных на выброс пути. Кроме фиксации последствий схода и изучения предыстории, что прописано в действующей инструкции, необходимы углубленный анализ температурного режима бесстыкового пути, оценка продольных и поперечных сил, возникающих в рельсовых плетях. На рис. 2 показаны все выбросы, в том числе со сходами и без сходов подвижного состава [9].

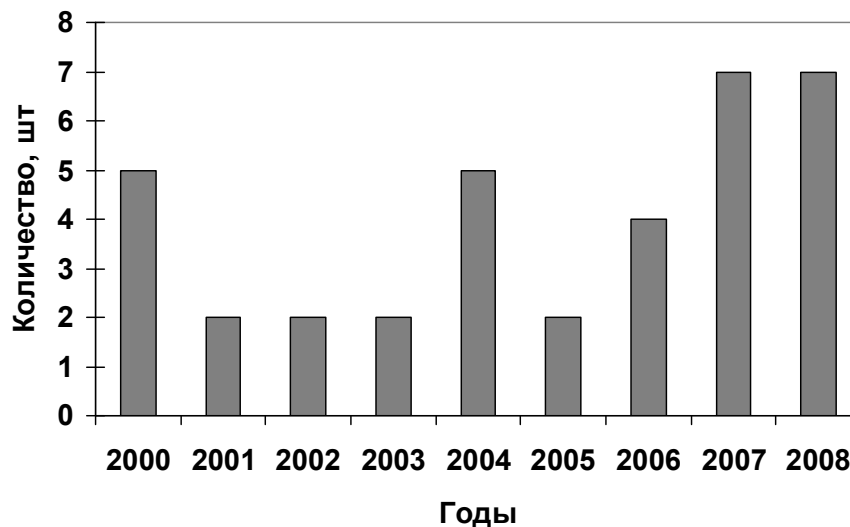


Рис. 2. Выбросы пути в 2000–2008 гг.

В большинстве случаев в Технических заключениях по расследованию причин схода подвижного состава, отнесенного на выброс бесстыкового пути, указывается на несоблюдение требований ТУ-2000. Однако, как известно из практики, сходы могут быть результатом совокупного действия достаточно большого числа факторов, среди которых:

- нарушение температурного режима работы плетей;
- несоблюдение норм и технологий содержания и ремонта пути и подвижного состава;
- изменение режимов движения поездов и прежде всего торможение локомотивом.

По сведениям Департамента пути и сооружений ОАО «РЖД» за период с 2000 по 2008 гг. на участках бесстыкового пути произошло 17 сходов подвижного состава, отнесенных на выброс. Они происходили, как правило, при наибольших температурах воздуха, а соответственно, и рельсов: в мае — 7, в июне — 5, июле — 4 и августе — 1. Из приведенных данных видно, что наиболее

неблагоприятным оказался май, что является вполне естественным, так как путь еще не полностью стабилизировался после выхода из зимнего периода [8].

Обращает на себя внимание распределение расходов по времени суток. Все они случились в период от 13 до 18 ч, т.е. когда наблюдаются наиболее высокие температуры воздуха и рельсов.

В зависимости от плана линии из 17 сходов пять произошли на прямых, а 12 — в кривых участках пути. Даже из соотношения этих цифр, не учитывая, что протяженность бесстыкового пути в кривых, отнесенных на 1000 км, почти в 3 раза меньше чем на прямых, следует, что вероятность схода в кривых в 3,5 раза выше.

В тоже время известно, что устойчивость бесстыкового пути в основном зависит от следующих факторов:

- сопротивление сдвигу рельсошпальной решетки в балласте поперек и вдоль оси пути;
- изгибной жесткости рельсошпальной решетки, в том числе сопротивления повороту рельсов в узле скрепления.

В свою очередь сопротивление сдвигу типовых шпал в балласте складывается из сопротивлений о подошве, боковой поверхности и торцу. Доля сопротивления указанных ее частей в процентах при сдвиге на 1 мм, по результатам исследований ВНИИЖТа, выполненных в 2000 г., составляет 47,6 : 37,2 : 15,2. В то же время ранее было установлено соотношение 52 : 40 : 8 (%). Это соотношение тоже получено без учета поездной нагрузки [10]. Если ее учесть, то резко возрастет доля сопротивления сдвигу шпалы по подошве.

Известно, что с увеличением наработки пути сопротивление шпал сдвигу как вдоль, так и поперек пути повышаются. Это достаточно убедительно показали опыты ВНИИЖТа на участках, пропустивших от 200 тыс. т до 500 млн т груза брутто (рис. 3).

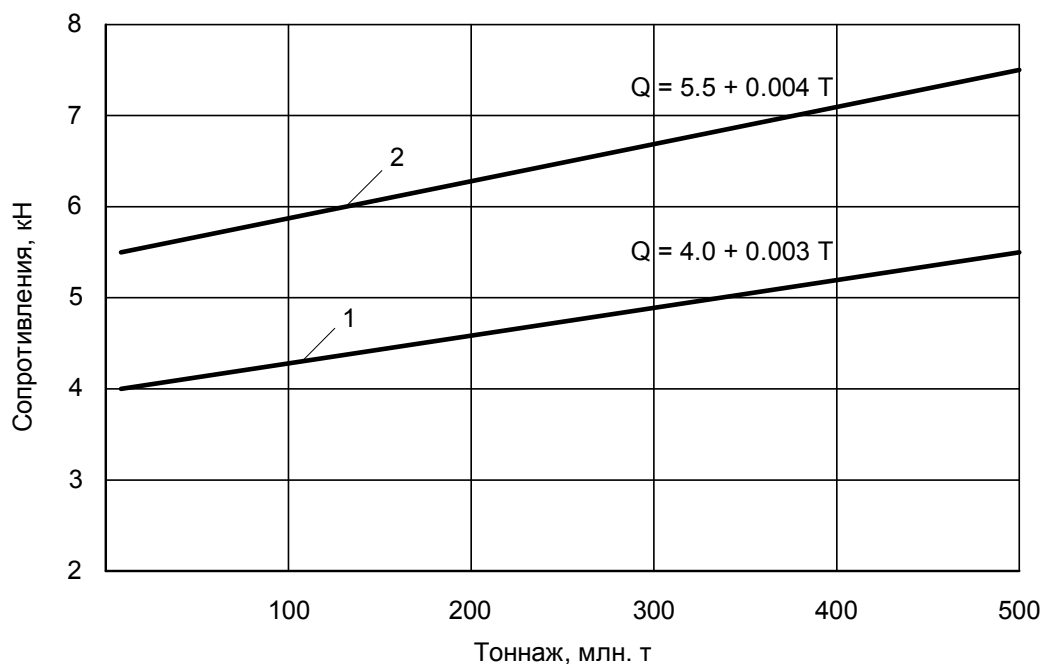


Рис. 3. Изменение сопротивления щебеночного балласта при сдвиге железобетонных шпал поперек оси пути на 0,02 см (1) и 0,04 см (2) в зависимости от пропущенного тоннажа

Характер увеличения сопротивления шпал сдвигу как поперек, так и вдоль пути один и тот же, что объясняется увеличением плотности балласта за счет его «упаковки», т.е. уменьшения свободных зон в балласте. Сразу после выполнения средних, подъемочных, планово-предупредительных ремонтов сопротивление сдвигу железобетонных шпал вдоль пути уменьшается, но не ниже 70 Н/см (если балластная призма соответствует требованиям ТУ-2000, а балласт стабилизирован).

С увеличением наработки тоннажа количество сходов уменьшилось, что вызвано, прежде всего, стабилизацией балластной призмы (рис. 4).

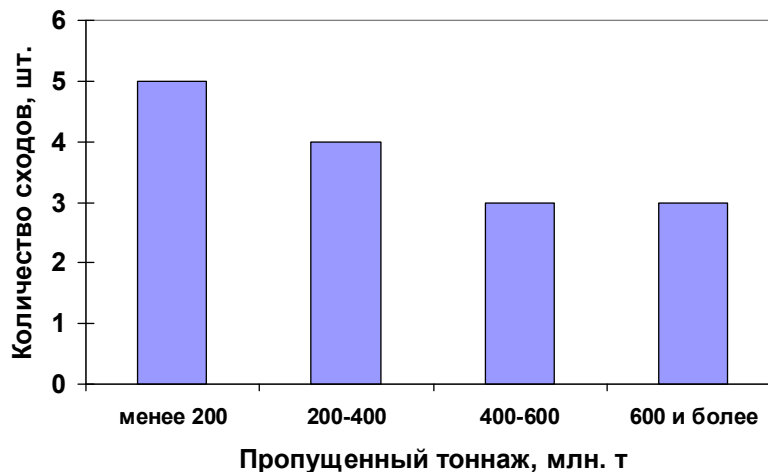


Рис. 4. Количество сходов в зависимости от наработки тоннажа

При больших разрушениях пути, в месте доказательно установленного начала схода, под воздействием сошедших экипажей рельсы частично или полностью оторваны от подкладок или вместе с ними от шпал, изогнуты, скручены и раскантованы, а шпалы, все или некоторые из них, изломаны и сдвинуты со своих мест, т.е. рельсошпальная решетка как таковая не сохранилась. Версия о сдвиге пути, подобном выбросу (в виде синусоидальной кривой), как возможная причина происшествия, может быть проверена лишь по перекосам подкладок на шпалах в соответствии с рис. 5 и по возможным подвижкам путевой решетки от границ к центру схода подвижного состава.

Другим показателем, характеризующим состояние бесстыкового пути, является его балльность. Из указанных 17 сходов четыре произошли на участке с отличной, восемь — с хорошей, три — с удовлетворительной и лишь два — с неудовлетворительной балльностью. При этом пять сходов случились на участках с отступлениями 2-й и 3-й степеней, а остальные 12 — при наличии отступлений только 2-й степени. Какой-либо закономерной взаимосвязи количества и степеней отступлений с числом сходов четко не прослеживается. Это естественно, ибо значения $[\Delta t_y]$ получены с учетом допускаемых отступлений в текущем содержании. Однако соответствующие нормы, приведенные в Инструкции по текущему содержанию пути [10], не несут всей необходимой информации по бесстыковому пути, для которого, наряду, например, со стрелой и длиной неровности нужно знать угол наклона ее сторон к оси пути, а также интенсивность роста стрелы изгиба.

Вместе с тем нельзя не отметить и тот факт, что в день схода в девяти из 17 случаев на участках выполняли ремонтные работы.

Из четырех сходов на пути с отличной балльностью в двух случаях в шпальных ящиках и у торцов шпал имелось всего 50 % балласта, а в одном случае балласта было менее 50 %. Из восьми сходов в пути с хорошей балльностью не хватало балласта в шпальных ящиках, а в одном был не забалластирован участок, где заменили девять шпал подряд [12].

В то же время в местах 11 ходов отмечена слабая затяжка болтов креплений КБ-65 и ЖБР-65.

Тем не менее все сказанное не позволяет однозначно подтвердить, что причиной схода явился выброс бесстыкового пути, о чем записано в Технических заключениях.

Чтобы сделать такие выводы, нужно уметь оценивать реальное состояние пути, а соответственно, и устанавливать возможность его выброса, т.е. требуется методика оценки состояния бесстыкового пути в период, предшествующий сходу подвижного состава. К сожалению, такая методика в существующей Инструкции о порядке служебного расследования сходов с рельсов подвижного состава поезда на федеральном железнодорожном транспорте (№ ЦРБ-863) не прописана.

Из многолетней практики известно, что из общего числа плетей около 10 % ежегодно укладывают при температуре рельсов t_p , превышающей оптимальную температуру закрепления $t_{\text{опт}}$ более чем на 5°C . Такие плети должны быть введены в оптимальную температуру закрепления $\pm 5^\circ\text{C}$ разрядкой в них напряжений. Эту работу выполняют в соответствии с требованиями Технических указаний по устройству, укладке, содержанию и ремонту бесстыкового пути (ТУ-2000).

Примерно 40 % плетей укладывают при температуре рельсов ниже $t_{\text{опт}} - 5^\circ\text{C}$, поэтому их надо принудительно вводить в $t_{\text{опт}} = \pm 5^\circ\text{C}$ [13].

Как уже отмечалось, климатические условия работы отечественных железных дорог сложные, особенно на севере европейской части России, в регионах Сибири и Дальнего Востока. Годовые амплитуды температуры рельсов — до $110-120^\circ\text{C}$. Суточные перепады их температуры в апреле-июне — до $45-60^\circ\text{C}$. Период летних работ короткий — до 5–6 месяцев. Поэтому в отдельные годы в указанных регионах доля плетей, требующих принудительного ввода в оптимальную температуру закрепления, увеличивается до 55–60 %.

При таких объемах работ крайне важно определиться не только со способом ввода плетей, но и с технологией. В настоящее время реально существуют два способа: удлинение плетей нагревом передвижными установками и растяжение гидравлическими устройствами (ГНУ).

Принудительный ввод плетей в оптимальную температуру закрепления на сети дорог осуществляется преимущественно при помощи ГНУ. В основном применяются устройства с растягивающими усилиями 700 кН.

При их использовании снимаются вопросы пожарной безопасности, не нужны горючие материалы, а само растяжение плети (при одноразовой установке ГНУ, т.е. удлинении плети с одного конца) длится не более 20 мин. Но при этом необходимо с обеих сторон растягиваемой плети устраивать анкерные участки.

Как и при нагреве требуются дополнительные приспособления, уменьшающие сопротивление перемещению рельсов относительно основания. На рис. 5 приведен график зависимости сил сопротивления перемещению реборд подкладок.

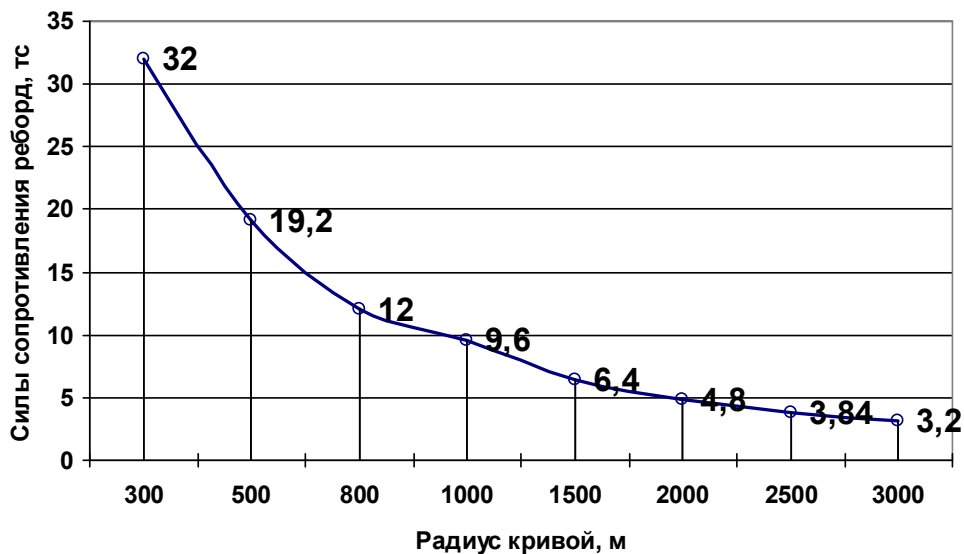


Рис. 5. Зависимость сил сопротивления реборд подкладок продольному перемещению плети от радиуса кривой

Можно видеть, что интенсивный рост сил сопротивления начинается с кривой радиусом 1000 м. С уменьшением радиуса до 300 м эти силы увеличиваются более чем в три раза.

Растяжение плетей при помощи ГНУ нередко выполняются с нарушениями. Гидравлические натяжные устройства можно применять на участках с заполненной в соответствии с требованиями ТУ-2000 и стабилизированной балластной призмой. При этом следует использовать средства, уменьшающие сопротивление продольному перемещению плети, а в кривых радиусами 1000 м и менее — сопротивления перемещению боковой грани подошвы рельсов относительно реборд подкладок.

Анкерные участки далеко не всегда выполняют возлагаемую на них роль. Их расчетная длина часто оказывалась заниженной из-за завышения расчетного значения погонного сопротивления. В таких случаях возникали технологические и технические затруднения, выражающиеся в том, что необходимо было повторно выполнять работы из-за непредвиденного срыва рельсошпальной решетки на длине анкерного участка. В результате нередко закрепление плетей получалось за пределами оптимальной температуры. Не везде равномерно удлинялись все 50-метровые участки из-за больших сопротивлений продольным перемещениям плетей на ролики или пластины. С нагревательными устройствами подобные затруднения, как правило, не возникали [13].

Допускаемое понижение температуры рельсовых плетей определяют расчетом прочности рельсов основанном на условии, что сумма растягивающих напряжений, возникающих от воздействия подвижного состава и от изменений температуры, не должна превышать допускаемое напряжение материала рельсов:

$$\sigma_t + k_3 \sigma_k < [\sigma], \quad (2)$$

здесь σ_t — температурные напряжения.

$$\sigma = \alpha E \Delta t_p, \quad (3)$$

где Δt_p — разница температуры рельсов и температуры их закрепления; k_3 — коэффициент запаса прочности; σ_k — кромочные напряжения, возникающие от изгиба рельсов под поездной нагрузкой; $[\sigma]$ — допускаемые по прочности рельсов напряжения.

Из этого неравенства определяется допускаемое отступление температуры рельсов от температуры закрепления в сторону понижения по условию прочности:

$$\Delta t_p < ([\sigma] - k_3 \sigma_k) / \alpha E. \quad (4)$$

Величину $[\sigma] = 400$ МПа, как и ранее до 1991 г. $[\sigma] = 350$ МПа для сырых рельсов, приняли без достаточных научных обоснований. Увеличение в ТУ-91 $[\sigma]$ на 50 МПа повысило Δt_p на 20 °С. Один из главных создателей применяемого метода расчета пути на прочность в действующих Технических указаниях по устройству, укладке, содержанию и ремонту бесстыкового пути (ТУ-2000) М.Ф. Вериго в своей монографии [14] считает, что применяемый сейчас в ТУ метод расчета пути на прочность рельсов по подошве должен быть исключен из дальнейшего использования. Он же предложил допускаемое значение Δt_p определять только по условию допускаемого раскрытия зазора при изломе рельсов по формуле

$$\lambda_3 = \alpha^2 E \omega \Delta t^2 / r, \quad (5)$$

где ω — площадь поперечного сечения рельса; r — погонное сопротивление продольным перемещениям одной рельсовой нити.

Поскольку по формуле (5) при реальных значениях r зазор λ_3 получается недопустимо большим, М.Ф. Вериго рекомендовал в «целях повышения ответственности за безопасность движения поездов установить нижнюю границу норматива (значения) погонного сопротивления продольным перемещениям рельсовой плети в рельсовых скреплениях не ниже $r = 25...30$ кН/м». Такое жесткое требование практически невыполнимо, так как фактические сопротивления r значительно (в два-три раза) ниже из-за ослабления при эксплуатации натяжения болтов скрепления. Расчет по этой формуле должен был привести к выводу, что бесстыковой путь, как не обеспечивающий безопасность движения поездов, применять нельзя, если не создать достаточно высоких погонных сопротивлений r [15].

Однако не все так плохо. Не только максимальная величина зазора $\lambda_3 = 50$ мм, установленная ТУ-2000, но и $\lambda_3 = 100$ мм не являются критичными. При скорости движения поезда 22,2 м/с (80 км/ч) колесо пролетает над таким зазором за время $t = 0,0045$ с. При этом колесо успевает опуститься на величину

$$h = \frac{gt^2}{2} = \frac{9,81(0,0045)^2}{2} = 0,1 \text{ мм}, \quad (6)$$

а при скорости 40 км/ч $t = 0,009$ на $h = 0,4$ мм. С учетом воздействия на необрессоренную часть экипажа рессор, эти значения несколько увеличатся.

Тем не менее, в бесстыковом пути изломы плетей опасны. С 1999 по 2004 г. их количество на 1000 км сократилось с 3,6 до 1,7 (рис. 6), хотя этот показатель неутешительный. Отмеченное произошло, прежде всего, за счет уменьшения числа изломов из-за коррозии подошвы рельсов (дефект 69) — с 80 в 1999 г. до

38 в 2004 г. Почти на прежнем уровне осталось число изломов по дефектам сварки и контактно-усталостным повреждениям [16].

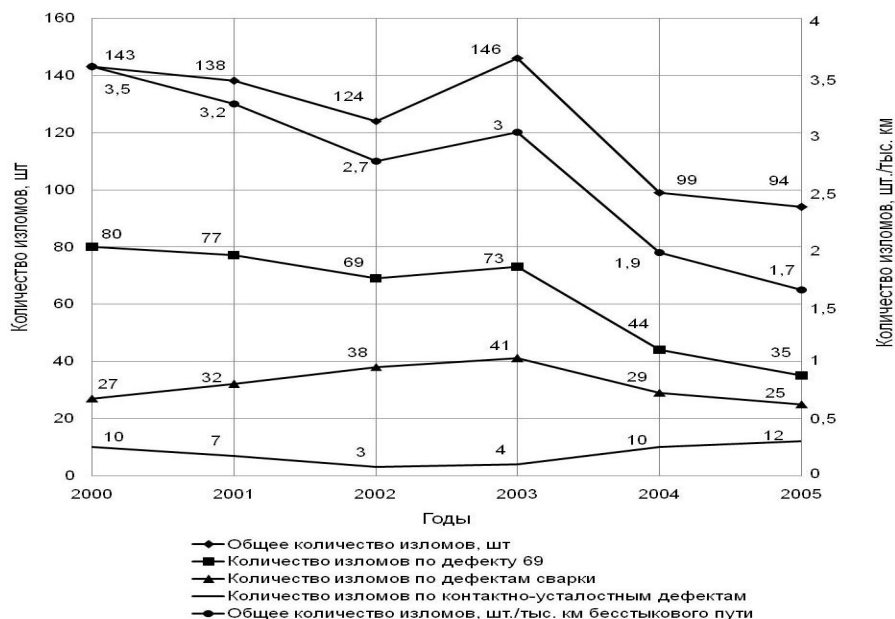


Рис. 6. Изменение числа изломов плетей

Для уменьшения изъятия рельсов по контактно-усталостным дефектам и предотвращения изломов плетей в каждом РСП целесообразно внедрить установки, обеспечивающие выбраковку рельсов по неметаллическим включениям. Чтобы предупредить изломы из-за коррозии подошвы, на первом этапе нужно повысить качество ее дефектоскопии, затем создать более надежные средства выявления дефекта 69, а потом устранить и саму причину коррозии. Для этого, например, полезно рассмотреть возможность перехода от объемной закалки всего рельса к закалке только головки.

Из 59 рассматриваемых изломов (выборка) 36 % произошло при перепадах температур относительно температуры закрепления 0–30 °С, т.е. практически в теплую погоду, если учесть, что температура закрепления равна 25–35 °С; 27 % изломов приходится на перепады температур от 31 до 40 °С и 17 % от 41 до 50 °С. Да и остальные изломы случились при перепадах температур, не превышающих 70 °С. Все это дополнительно подтверждает, что основной причиной изломов по сварному стыку являются не минусовые температуры, а дефекты сварки. Морозы лишь ускоряют развитие «заложенного» при сварке дефекта.

В заключение следует отметить, что термоупрочненные рельсы Р65 отвечают условиям эксплуатации бесстыкового пути на дорогах России при соблюдении следующих требований:

- применение для наружных нитей кривых радиусом 500 м и менее плетей, сваренных их рельсов повышенной износостойкости — Р65К (заэвтектоидных);
- использование в регионах Сибири и Дальнего Востока рельсов Р65 низкотемпературной надежности;
- осуществление высококачественной сварки рельсов;
- выполнение своевременной и высококачественной шлифовки рельсов.

Библиографический список

1. Воробьев В.Б. Бесстыковой путь // Путь и путевое хозяйство. 2009. № 5. С. 2–4.
2. Боченков М.С. Продольные силы и деформации в бесстыковом пути с автоматической разрядкой температурных напряжений // Вестн. ВНИИЖТа. 1957. № 7. С. 12–15.
3. Боченков М.С. Проблема создания бесстыкового рельсового пути // Ж.-д. трансп. 1955. № 12. С. 58–64.
4. Бесстыковой путь / В.Г. Альбрехт, Е.М. Бромберг, Н.Б. Зверев и др.; Под ред. В.Г. Альбрехта и Е.М. Бомберга. М.: Транспорт, 1982. 206 с.
5. Бесстыковой путь с плетями сверхнормативной длины // Под ред. В.Я. Шульги. Тр. МИИТа, 1982. Вып. 708. 92 с.
6. Технические указания по устройству, содержанию и ремонту бесстыкового пути / МПС России. М.: Транспорт, 2000. 96 с.
7. Грищенко В.А., Пименов И.Я. Расчеты, устройство и содержание бесстыкового пути: Учеб. пособие. Новосибирск: Изд-во СГУПС, 2007. 208 с.
8. Сакович Л.А., Виноградов Н.П. Сходы поездов на бесстыковом пути // Путь и путевое хозяйство. 2009. № 5. С. 4–10.
9. Виноградов Н.П. Последовательность анализа состояния бесстыкового пути до и после схода поезда // Путь и путевое хозяйство. 2009. № 5. С. 10–14.
10. Серебренников В.В., Антипов А.С., Ресина Н.В., Гаврилина Н.И. Влияние конструктивных особенностей железобетонных шпал на их сопротивление в балластном слое. Повышение надежности работы верхнего строения пути в современных условиях эксплуатации: Сб. тр. ВНИИЖТа. М.: Интекст. 2000. С. 60–74.
11. Инструкция по текущему содержанию железнодорожного пути МПС России. М.: Транспорт, 2001. 223 с.
12. Виноградов Н.П. Ввод плетей в оптимальную температуру // Путь и путевое хозяйство. 2009. № 5. С. 15–18.
13. Новокович В.И. Особенности ремонта бесстыкового пути // Путь и путевое хозяйство. 2009. № 6.
14. Вериго М.Ф. Новые методы в установлении норм устройства и содержания бесстыкового пути. М.: Интекст, 2000. 140 с.
15. Новокович В.И. Проблемы и перспективы развития бесстыкового пути // Путь и путевое хозяйство. 2008. № 8. С. 8–11.
16. Ермаков В.М. Бесстыковой путь: особенности конструкции, условий ее работы, укладки и содержания // Путь и путевое хозяйство. 2004. № 12. С. 12–17.