

гоне Инская – Издревая по предложению инженера М. С. Бочёнова (впоследствии доктора технических наук, профессора, заслуженного деятеля науки и техники СССР) был уложен бесстыковой путь с рельсами Р43 особой конструкции, названный впоследствии плетевым путем с саморазрядкой температурных напряжений. Такая свобода перемещений обеспечивалась специальными промежуточными костыльными скреплениями и уравнительными приборами на концах плетей. Для возвращения перемещившейся плети на место в средней ее части сооружалось пружинное возвращающее устройство. После переезда М. С. Бочёнова. В Москву бесстыковой путь его конструкции с 1954 г. Укладывался на Московско-Курско-Донбасской дороге, где он эксплуатировался до 1961 г.

Температурно-напряженный бесстыковой путь с сезонными разрядками температурных напряжений был впервые в опытном порядке уложен на IV главном пути бывшей Московско-Курско-Донбасской дороги в 1956 г. По предложению ЦНИИ МПС для укладки применили рельсы типа Р50. Плетей соединялись уравнительными приборами.

В 1957 г. началась укладка бесстыкового пути на Белорусской железной дороге. Для укладки бесстыкового пути на дороге к этому времени создались благоприятные условия в связи с внедрением в 1956 г. железобетонных шпал. На перегоне Молодечно – Сморгонь Молодеченской дистанции пути были уложены первые 19 км бесстыкового температурно-напряженного пути с периодической разрядкой напряжений. Некоторые плети в опытном порядке укладывали не с уравнительными приборами, а в комплексе из трех уравнительных рельсов.

Однако до 1963 года бесстыковой путь укладывался, в основном, в районах с годовыми температурными амплитудами до 90–95 °С. Препятствием для расширения зон укладки рельсовых плетей являлись большие амплитуды температур и утверждение многих специалистов о появлении впереди тормозящего поезда значительных дополнительных продольных сил.

По инициативе НИИЖТа с разрешения ЦП МПС на перегоне Чик – Коченево Западно-Сибирской железной дороги 23 октября 1963 г. По оригинальной технологии был уложен бесстыковой путь с рельсами Р65 на щебеночном балласте с деревянными шпалами на раздельном скреплении. В результате проведенного специалистами НИИЖТа уникального эксперимента установлено, что дополнительных продольных сил впереди тормозящего поезда даже при экстренном торможении не возникает. Так была доказана возможность укладки и нормальной эксплуатации бесстыкового пути на всей территории бывшего Союза.

В 1975 г. НИИЖТ, МИИТ, ХИИТ и БелНИИЖТ обратились к заместителю министра путей сообщения А. Ф. Подпалому с просьбой разрешить укладку плетей на длину блок-участка. Следует отметить, что все основные предположения по применению бесстыкового пути со сверхдлинными рельсовыми плетями были разработаны транспортными вузами, ВНИИЖТ занимал противоположную позицию и долгое время сопротивлялся внедрению на сети железных дорог рельсовых плетей сверхнормативной длины.

Увидев преимущества укладки и эксплуатации длинных рельсовых плетей, путейцы стали повсеместно увеличивать их длину. Длина рельсовых плетей стала резко возрастать, достигая 5, 8, 10, 13 км и более. Поэтому еще до развала Союза наибольшая длина рельсовых плетей, постоянно увеличиваясь, достигла на Донецкой дороге 17,5 км. В настоящее время длина рельсовых плетей не ограничена и укладывается на несколько перегонов.

В докладе в хронологической последовательности раскрываются процесс развития конструкции бесстыкового пути, технологии его укладки и ремонтов, контроля за перемещениями рельсовых плетей, определения температурных сил и прогнозирования надежности бесстыкового пути в момент наступления экстремальных температур.

УДК 691.328.4

ОБ АРМИРОВАНИИ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНЫХ ШПАЛ МЕТАЛЛОПЛАСТИКОВЫМИ СТЕРЖНЯМИ

А. И. ТИШКЕВИЧ

ОАО «Институт Гомельпроект», Республика Беларусь

В. В. ТАЛЕЦКИЙ, И. В. ВАДЕНКОВ

Белорусский государственный университет транспорта, г. Гомель

Шпалы со времени постройки первых железных дорог вошли в конструкцию верхнего строения пути в качестве незаменимого элемента, изготавливаемого в основном из древесины. К одному из

наиболее важных эксплуатационных свойств деревянных шпал относится значительная упругость материала, смягчающая ударно-динамическое силовое воздействие подвижного состава на путь. Однако срок службы сосновых пропитанных масляными антисептиками шпал составляет в среднем 16–20 лет. На срок службы шпал значительное влияние оказывает механический износ. По этой причине в конце пятидесятих годов прошлого века, когда начиналась укладка новых более тяжелых рельсов (Р50 и Р65), стали применять железобетонные шпалы. Применение железобетонных шпал объясняется рядом присущих им ценных эксплуатационных качеств: высокая долговечность шпал (40–50 лет); обеспечение повышенной устойчивости рельсовой колеи; однородность физического состояния шпал на протяжении всего срока службы, что обеспечивает одинаковые характеристики упругости рельсового основания; возможность придания шпалам целесообразных геометрических форм с учетом действующих на шпалу сил. Вместе с тем следует учитывать, что железобетонные шпалы дороже деревянных, имеют большую массу и усложняют работы по ремонту и содержанию пути, сильно повышают жесткость пути, что отрицательно сказывается на работе пути и рельсов. При железобетонных шпалах одиночный выход рельсов, по повреждениям в зоне стыков, в 2–3 раза выше, чем при деревянных [1].

В настоящее время Осиповичский завод железобетонных конструкций выпускает сборные железобетонные шпалы брускового типа, предварительно напряженные с прямолинейной стержневой арматурой. Шпала изготавливается из бетона класса С40/50 с арматурой из четырех стержней периодического профиля диаметром 9,6 мм класса S1400. Изгибная жесткость шпалы примерно в 70 раз больше по сравнению с деревянной.

По прочности шпалы можно изготавливать без предварительного натяжения арматуры. Но для исключения образования трещин в растянутой зоне сечения под рельсовой площадкой и сечения в середине шпалы, их изготавливают предварительно напряженными. Если трещины образуются, то атмосферная влага через них будет проникать к рабочей арматуре, вызывать её коррозию и, соответственно, снижать несущую способность шпалы.

Прочность шпал легко обеспечить использованием в качестве арматуры композитные стеклопластиковые стержни, нормативное сопротивление разрыву которых не менее 1000 МПа. Однако проблема широкого применения стеклопластиковой арматуры заключается в низком модуле упругости (не более 50 ГПа), что в четыре раза меньше модуля упругости стали. Расчетами установлено, что при подобранной арматуре для обеспечения прочности на действующие на шпалу нагрузки, жесткость шпалы уменьшилась в 20 раз по сравнению с предварительно напряженной. В растянутой зоне сечения под рельсовой площадкой и сечения в середине шпалы образуются трещины с шириной раскрытия не менее 1 мм. Такое раскрытие трещин не приводит к полному их закрытию после снятия нагрузки. Стеклопластиковая арматура обладает высокой коррозионной стойкостью к атмосферным воздействиям, но открытые трещины после снятия нагрузки будут способствовать коррозионному разрушению бетона от атмосферных воздействий и значительному снижению долговечности шпал.

Снизить жесткость пути на бетонных шпалах со стеклопластиковой арматурой без предварительного напряжения и в то же время уменьшить ширину раскрытия трещин можно путем увеличения модуля упругости за счет размещения стальных стержней внутри стеклопластиковой арматуры назвать такую арматуру можно металлопластиковой. Например, при диаметре стального стержня 5 мм и общем диаметре металлопластиковой арматуры 8 мм (можно обозначить Ø8(5)) модуль упругости увеличится до 109 ГПа [2].

Армирование шпал металлопластиковыми стержнями следующее: в подрельсовой площадке – 8Ø8(5) мм в нижней зоне сечения; в средней части шпалы – 4Ø8(5) мм в нижней части сечения и 8Ø8(5) мм в верхней части сечения. При таком армировании расход стальной арматуры уменьшается на 30 %.

Расчёт шпалы, армированной металлопластиковыми стержнями, произведен на испытательные нагрузки в соответствии с СТБ 1081[4] в программном комплексе Mathcad 15. Изгибающий момент в сечении посередине шпалы для нижних волокон 9,24 кН·м и 20,6 кН·м для верхних волокон. Изгибающий момент в сечении под рельсовой площадкой для нижних волокон 27,2 кН·м. Ширина раскрытия трещин составила: для сечения посередине шпалы $w_k = 0,4$ мм (в нижней части сечения); $w_k = 0,38$ мм (в верхней части сечения); для нижней части подрельсового сечения $w_k = 0,37$ мм. Данные значения свидетельствуют о том, что при снятии действующей нагрузки трещины закроются и будут исключены проникновение атмосферной влаги в тело шпалы и коррозия бетона.

Согласно расчётам значение жесткости шпалы для подрельсового сечения $8,5 \cdot 10^2$ кНм², что примерно в 8 раз меньше жесткости предварительно напряженной шпалы.

Запроектированная таким образом шпала будет положительно влиять на работу рельсов (особенно концов стыков), креплений рельсов к шпалам, а также колёс подвижного состава, следовательно, армированные таким образом шпалы могут применяться в широкой практике.

Обобщая вышесказанное, можно сделать следующие выводы.

1 Предлагается армирование бетонных шпал выполнять металлопластиковой арматурой без предварительного напряжения.

2 При таком армировании изгибная жесткость шпалы уменьшится в 8 раз по сравнению с железобетонной предварительно напряженной шпалой и, соответственно, снизится жесткость пути в целом. Это приведет к улучшению работы рельсов (особенно концов у стыков), креплений рельсов к шпалам, а также колес подвижного состава.

3 Обычное, без предварительного натяжения, армирование приводит к образованию трещин в растянутой зоне сечения. Расчетами установлено, что ширина раскрытия трещин в растянутой зоне сечения под рельсовой площадкой и сечения в середине шпалы под нагрузкой не превысит 0,4 мм. После снятия действующей нагрузки трещины (с такой шириной раскрытия) закроются и будут исключены проникновение атмосферной влаги в тело шпалы и коррозия бетона.

4 Переход от предварительно напряженной арматуры к обычной значительно упростит технологию изготовления шпал и снизит стоимость.

Список литературы

1 Железобетонные шпалы для рельсового пути / А. Ф. Золотарский [и др.] ; под общ. ред. А. Ф. Золотарского. – М. : Транспорт, 1980. – 270 с.

2 Талецкий, В. В. Увеличение модуля упругости стеклопластиковой арматуры / В. В. Талецкий // Вопросы внедрения норм проектирования и стандартов Европейского союза в области строительства : сб. науч.-техн. статей (материалы науч.-метод. семинара) 22–23 мая 2013 г. В 2 ч. Ч. 1 / ред. кол.: В. Ф. Зверев [и др.]. – Минск : БИТУ, 2013. – С. 130–136.

3 СНБ 5.03.01–02. Бетонные и железобетонные конструкции. Нормы проектирования. – Взамен СНиП 2.03.01–84*. Введ. 2003–07–01. – Минск : Минстройархитектуры Респ. Беларусь, 2003. – 139 с.

4 СТБ 1081–97. Шпалы железобетонные предварительно напряженные для железных дорог колеи 1520 мм. Технические условия. – Минск : Минстройархитектуры. – 24 с.

УДК 656.2.0.8(476.2)

АНАЛИЗ СОСТОЯНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ ДВИЖЕНИЯ НА ГОМЕЛЬСКОМ ОТДЕЛЕНИИ БЕЛОРУССКОЙ ЖЕЛЕЗНОЙ ДОРОГИ

В. И. ХОЛЯВКО

Белорусская железная дорога, г. Гомель

А. С. ЛАПУШКИН, В. И. ИНЮТИН, М. А. КРАСНОВ

Белорусский государственный университет транспорта, г. Гомель

В 2018 году предприятия отделения железной дороги достигли снижения количества нарушений безопасности движения. На отделении дороги зарегистрировано 6 событий, связанных с нарушением правил безопасности движения и эксплуатации железнодорожного транспорта, против 7 событий, связанных с нарушением безопасности движения в поездной и маневровой работе за 2017 год.

Нарушения безопасности движения распределились следующим образом:

– в локомотивном хозяйстве – четыре события (66,7 %); в вагонном – одно (16,7 %); по прочим причинам – одно.

Число отказов в работе технических средств в 2018 году по сравнению с 2017 годом уменьшилось с 166 до 158 случаев. Наибольшее количество отказов приходится на хозяйства сигнализации и связи (46,8 %), вагонное (24,7 %) и локомотивное (16,5 %).

На Гомельском отделении Белорусской железной дороги в 2018 году допущен один случай производственного травматизма, в 2017 году – 2 случая, из них 1 – с тяжелым исходом.

Для стабильной работы на отделении создано 7641 рабочее место (из них 2582 рабочих места – с вредными и (или) опасными условиями труда), на которых трудится 11449 человек (из них 4401 человек – с вредными и (или) опасными условиями труда). В 2018 году выполнен показатель по сокращению удельного веса рабочих мест с вредными и (или) опасными условиями труда на 3,46 % к уровню 2017 года (при плане 1 %).