

47 и 55), Оранчицы (2 шт.: № 33 и 35), Лесная (2 шт.: № 11 и 15), Тевли (1 шт. – № 11), Кобрин (4 шт.: № 12, 18, 25 и 27), Городец (1 шт. – № 16), Дрогичин (1 шт. – № 13а).

Например, стрелочный перевод СП 11 на станции Лесная планируется заменить новым на железобетонном основании (СПжб11). Снятый СП 11 на деревянных брусках (СПд11) будет направлен на производственную базу для замены деревянного подрельсового основания на железобетонное (СПд/жб11). Затем его укладывают вместо СПд15, для которого на базе также заменяется подрельсовое основание на СПд/жб15.

После восстановления металлических компонентов и сборки СПд/жб15, перевод осуществляется на станцию Тевли, так как другие переводы на станции Лесная не удовлетворяют указанным требованиям. СПд/жб15 заменяет СПд11, и последующие операции выполняются в аналогичном порядке.

Одним из распространенных видов работ по текущему содержанию стрелочных переводов на деревянных брусках является их одиночная замена, так как негодные бруски перестают удерживать ширину колеи, а также способствуют появлению просадок и других неисправностей.

Увеличение выправочных работ приводит к еще большему объему путевых работ.

В отличие от комплексной замены переводных брусков, их одиночная смена вызывает значительные трудовые затраты, которые, согласно [3], составляют порядка 180 чел.ч.

Исследования данной проблемы показывают, что трудовые затраты на замену комплекта брусков в одиночном порядке в условиях нехватки контингента и потерь рабочего времени из-за пропуска поездов составляют примерно три рабочих дня. Это означает, что для выполнения работ потребуется задействовать весь штат монтеров пути околотка на три дня. Кроме того, если в этот период возникнет необходимость в выполнении неотложных задач, потребуется привлечение рабочих из других околотков, что может привести к невыполнению запланированных работ в них.

Следует отметить, что, помимо занятости рабочих, при производстве работ на стрелочном переводе, расположенном на главном пути, такая организация работ имеет значительные недостатки. В частности, потребуется трехдневное закрытие стрелочного перевода, что может повлечь за собой либо изменение порядка маневровой работы, либо еще большее увеличение продолжительности работ.

Учитывая объемы работ по смене стрелочных переводов с усилением подрельсового основания в пределах всей БЖД (за 2023 год выполнено 169 комплектов, на 2024 год запланировано 450 комплектов), экономия как материальных, так и трудовых ресурсов очевидна.

Список литературы

1 Концепция развития путевого хозяйства Белорусской железной дороги на 2022–2030 гг. : утв. приказом Нач. Бел. ж. д. от 28.12.2021 № 404Н. – Введ. 2021-12-28. – Минск : Бел. ж. д., 2021. – 16 с.

2 Романенко, В. В. Анализ факторных решений по изменению системы ведения путевого хозяйства / В. В. Романенко // Вестник БелГУТа: Наука и транспорт. – 2022. – № 2 (45). – С. 49–51.

3 Романенко, В. В. Ресурсный подход к анализу содержания стрелочных переводов / В. В. Романенко // Инновационное развитие транспортного и строительного комплексов : материалы Междунар. науч.-практ. конф., посвящ. 70-летию БелИИЖТа – БелГУТа. В 2 ч. Ч. 1. – Гомель : БелГУТ, 2023. – С. 411–413.

УДК 625.171

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ МЕТОДОВ ИЗМЕРЕНИЯ СТРЕЛ ИЗГИБА ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНЫХ КРИВЫХ

В. В. РОМАНЕНКО

Белорусский государственный университет транспорта, г. Гомель

А. Б. КАПИТОНЕЦ,

Белорусская железная дорога, г. Минск

И. Е. МАЛИНОВСКИЙ

Белорусская железная дорога, г. Гомель

Одним из основных направлений производственной деятельности для всех организаций, занимающихся путевым хозяйством, является диагностика железнодорожного пути с целью оценки его технического состояния, определения объемов необходимых работ по содержанию и ремонту, а также приоритетности их выполнения на основе реального и технического состояния объекта. Это

обеспечивает быстрое и экономически оправданное реагирование на события, которые могут привести к отступлениям геометрического положения рельсовой колеи, прогнозирование ее состояния исходя из результатов комплексной диагностики, внесение предложений по изменениям в нормативно-производственные документы для оптимизации финансовых затрат, а также обеспечение предотвращения снижения надежности путем оперативного информирования о результатах диагностики.

В этом контексте для путевого хозяйства Белорусской железной дороги (БЖД) остается актуальной задача содержания криволинейных участков пути, соответствия их характеристик установленным скоростям движения поездов, контроль за положением этих участков, разработка методик их проверки и расчета для доведения их до проектного положения, а также подготовка и формирование исходных данных для работы путевых машин и комплексов, предназначенных для исправления такого рода участков.

В текущем содержании пути для измерения кривизны используются замеры стрел изгиба с шагом 10 м, а в некоторых случаях – 5 м. Сокращение шага замеров позволяет получить большее количество точек, однако при этом абсолютное значение стрелы снижается в 4 раза, что не регламентируется [1]. Увеличение количества измерений особенно важно для кривых с малыми радиусом и протяженностью.

Замеры стрел изгиба проводятся для определения радиуса кривой и для сравнения показателей соседних участков между собой. Измерения с шагом 5 м обеспечивают более точную оценку кривизны, что позволяет с большей степенью достоверности выявлять ее отклонения.

В кривой, геометрическое положение которой идеально правильное, радиусы от стрел, измеренных с шагом и 10 и 5 м будут одинаковые, напротив, при сравнении радиусов, полученных при замерах с шагом 10 и 5 м на «сбитой» кривой, часто возникают разногласия, иногда довольно значительные. Основная цель исследования этого направления состоит в анализе информации, собранной при помощи двух различных методов съемки реальных кривых (с интервалом в 10 и 5 метров), а также в выработке рекомендаций по рациональности их использования [2].

На БЖД кроме главных и приемо-отправочных путей эксплуатируются станционные пути и пути необщего пользования. Доля станционных путей составляет 31 % (3619,7 км), а необщего пользования – 7 % (869,4 км) [3]. В то время, когда на главных путях диагностика параметров рельсовой колеи производится автоматизированными диагностическими средствами, а выправка – машинами, на станционных и путях необщего пользования оценка геометрии кривых выполняется по результатам ручной «съемки», а выправка – вручную, причем именно на таких путях расположено наибольшее количество кривых малого радиуса и протяженности. Таким образом, съемка геометрического положения рельсовой колеи в кривой является одним из основных методов оценки кривизны и выявления места положения отклонений в плане на станционных путях и путях необщего пользования.

Кривые участки пути функционируют с большей нагрузкой по сравнению с прямыми. Это объясняется тем, что при движении по кривым на наружные нити действуют дополнительные силы: неуравновешенный компонент центробежной силы и давление от жесткой конструкции колесной пары подвижного состава, которая вписывается в колею. Воздействие этих дополнительных сил на работу как пути, так и подвижного состава во многом зависит от состояния кривых. Непостоянная кривизна круговой кривой и резкие изменения в переходных кривых ведут к возникновению значительных горизонтальных сил, вызывающих сильные боковые колебания подвижного состава и дополнительные напряжения в элементах пути, что, в свою очередь, приводит к ухудшению их состояния.

Характеристика рельсовой колеи в плане определяется стрелами изгиба, измеренными от хорды с заданным шагом. Текущее состояние кривых считается удовлетворительным, если разница между соседними стрелами изгиба через 10 м не превышает установленные нормы. Содержание правильной кривизны требует периодической проверки и коррекции радиусов при необходимости.

Планирование эксперимента. Для выполнения исследования выбраны девять криволинейных участков, эксплуатируемых Минской дистанцией пути БЖД. Каждая кривая имеет геометрическое положение, отличное от проектного, но не вызывающее закрытие движения.

Для всех кривых были выполнены измерения стрел изгиба в точках через 10 м от середины хорды 20 м (f_{20}) и через 5 м от середины хорды 10 м (f_{10}). В результате исследования планируется установить соответствие параметров, получаемых при измерении от середины хорды 20 и 10 м, а именно:

- величину радиуса измеренной от середины 20-метровой R_{20} и 10-метровой R_{10} хорды;
- зависимость изменения в величине радиусов ΔR ;
- места, в которых отклонение радиусов минимальное и максимальное;
- места, в которых радиусы R_{20} и R_{10} примерно равны $R_{пр}$;
- зависимость расположения мест, где $\Delta R = \min \Delta R$ и $\Delta R = \max \Delta R$ от изменения стрел изгиба в пределах кривой.

По результатам проведения съемки всех девяти кривых были вычислены радиусы в каждой точке кривой, а также проанализированы различия между измеренными стрелами изгиба, взятыми от середины хорды длиной 20 м и хордой длиной 10 м.

Анализ радиуса кривой № 5 по сравнению с проектным в каждой точке выявляет значительные различия между R_{20} и R_{10} относительно $R_{пр}$. Для обоих вариантов смещение фактической кривой внутрь и наружу фиксируется в одних и тех же точках, за исключением одной точки.

Во всех кривых, кроме кривой № 3, наблюдаются изменения геометрического положения как внутрь, так и наружу. В кривых № 1, 2, 4, 5, 6 и 8 эти изменения имеют незначительные отличия, тогда как в кривых № 7 и 9 они оказались более выраженными. Кривые № 7 и 9 демонстрируют наибольшие отклонения между R_{20} и R_{10} , но при этом уровень расстройств у них минимален.

В ряде случаев рекомендуется или необходимо измерять стрелы изгиба именно от хорды длиной 10 м в точках с шагом 5 м. Исследования в данной области показали, что из девяти изученных кривых:

- в одной (кривая № 3) отклонения R_{20} и R_{10} от $R_{пр}$ совпадают;
- в шести (кривые № 1, 2, 4, 6, 7, 8) отклонение R_{10} от $R_{пр}$ больше, чем отклонение R_{20} от $R_{пр}$;
- в двух (кривые № 5 и 9) отклонение R_{20} от $R_{пр}$ превышает отклонение R_{10} от $R_{пр}$.

Наличие большого отклонения R_{10} от $R_{пр}$ в шести из девяти кривых подчеркивает целесообразность проведения съемки кривой с шагом 5 м. Однако отсутствие нормативной базы для такого подхода не позволяет утверждать, что средний радиус, определенный на основе значений R_{10} , будет достоверным. Эти наблюдения позволяют предположить, что усредненный радиус кривой не отражает реальной ситуации, и оценка радиуса всей кривой может оказаться некорректной.

При проведении работ по выправке кривой акцент в основном делается на разности стрел изгиба, а радиус не является основным параметром, поэтому измерения от хорды длиной 10 м выполняются локально для определения положения «угла» в плане. В этом контексте измерение от 10-метровой хорды действительно оправдано, так как это позволяет более точно установить геометрическое положение рельсовой колеи. Тем не менее в некоторых случаях все же необходимо определить радиус кривой, например, для ведения документации и расчета возвышения наружного рельса.

Список литературы

- 1 СТП 09150.56.0102005. Текущее содержание железнодорожного пути. Технические требования и организация работ : утв. приказом Нач. Бел. ж. д. от 29.06.2006 № 221 Н. – Введ. 2006-07-01. – Минск : Бел. ж. д., 2006. – 290 с.
- 2 Романенко, В. В. Вопросы оценки состояния криволинейных участков / В. В. Романенко, А. Б. Капитоненц, В. Д. Макаревич // Инновационное развитие транспортного и строительного комплексов : материалы Междунар. науч.-практ. конф., посвящ. 70-летию БелИИЖТа – БелГУТа, Гомель, 16–17 нояб. 2023 г. В 2 ч. Ч. 1. – Гомель : БелГУТ, 2023. – С. 415–417.
- 3 Итоги работы путевого хозяйства в 2023 году и задачи на 2024 год : отчет гос. объединения «Белорусская железная дорога». – Минск : Бел. ж. д., 2024. – 16 с.

УДК 625.172

ПРИМЕНЕНИЕ AUTODESK INVENTOR ПРИ ПРОГНОЗИРОВАНИИ ПОВЕДЕНИЯ МАТЕРИАЛОВ ПОД НАГРУЗКОЙ

В. В. РОМАНЕНКО

Белорусский государственный университет транспорта, г. Гомель

П. А. СЕВАСТИЦКИЙ, Е. М. ВОРОБЬЕВ

Белорусская железная дорога, г. Кричев

Главной задачей железнодорожного транспорта является обеспечение безопасного движения поездов как по общим, так и по специализированным путям, что во многом зависит от состояния верхнего строения пути (ВСП). Устойчивость геометрического положения рельсов во многом определяется типом и состоянием подрельсового основания, состоящего из шпал (для путей), перевод-