

УДК 625.173.6

В. В. РОМАНЕНКО, Белорусский государственный университет транспорта, г. Гомель; Н. А. ГОРБАНЬ, Белорусская железная дорога, г. Минск

ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ ТЕХНОЛОГИИ ПЕРЕКЛАДКИ СТРЕЛОЧНЫХ ПЕРЕВОДОВ С УСИЛЕНИЕМ ПОДРЕЛЬСОВОГО ОСНОВАНИЯ

Рассматриваются актуальные технологии, применяемые при замене подрельсового основания на Белорусской железной дороге, анализируются современные материалы и методы, которые позволяют увеличить долговечность и надежность стрелочных переводов, оцениваются внедрение технологии перекладки стрелочных переводов с усилением подрельсового основания, а также степень ее влияния на общий жизненный цикл стрелочных переводов, анализируются экономические аспекты применения технологических решений и возможности снижения эксплуатационных расходов.

Введение. Верхнее строение железнодорожного пути (ВСП) технически обслуживается путевым хозяйством. Путевое хозяйство Белорусской железной дороги (БЖД) включает порядка 12 тыс. км железнодорожных путей, более 12 тыс. стрелочных переводов, более 1850 искусственных сооружений и т. п.

Объекты инфраструктуры путевого хозяйства для обеспечения надежности эксплуатации железнодорожного транспорта требуют постоянного технического обслуживания, которое включает систему работ текущего содержания и ремонтов.

Организация и выполнение работ по одиночной замене элементов ВСП и стрелочных переводов, комплексной замене стрелочных переводов, замене плетей бесстыкового пути и т. п. возложено на дистанции пути (ПЧ), восстановительный и средний ремонты пути – на РУП «Ремпуть БЖД».

На путеремонтную программу в 2025 году запланировано 167 900 тыс. руб., в том числе 80 113 тыс. руб. – расходы на материалы ВСП, из которых на текущее содержание путевых объектов – 44 585 тыс. руб. (в том числе 10 354 тыс. руб. – на материалы), аналогично на ремонты – 123 315 тыс. руб. (69 759 тыс. руб.).

Производственная деятельность путевого комплекса. Деятельность ориентирована на минимизацию эксплуатационных затрат путем повышения эффективности использования материальных и трудовых ресурсов, при которой большое значение играет диагностика общего состояния путевых объектов и, в частности, рельсовой колеи.

Ежегодная оценка состояния рельсовой колеи показывает 15–20 баллов, что свидетельствует об успехе реализуемой программы ремонта. На снижение количества баллов существенное влияние оказывает стабильность ВСП, которая наилучшим образом (включая минимальные затраты на обслуживание) проявляется на железобетонном подрельсовом основании и бесстыковом пути.

Для усиления ВСП стрелочные переводы переводят с деревянного на железобетонное основание. За последние пять лет на БЖД благодаря целенаправленной работе по улучшению надежности инфраструктуры и сокращению эксплуатационных затрат была сокращена протяженность деревянных путей более чем на 250 км.

Одной из основных задач является сокращение зависимости производства от импорта. В этом направлении отечественные предприятия осваивают производ-

ство элементов ВСП. Гомельский электромеханический завод (ЭМЗ) выпускает наборы подкладок для стрелочных переводов, позволяющих сменить деревянные переводные брусья на железобетонные без замены металлических элементов.

Барановичский завод освоил выпуск болтов для рельсовых стыков, а также проводит сертификацию стыковых накладок. Гомельским ЭМЗ совместно с Осиповичским заводом железобетонных конструкций (ЖБК) была улучшена конструкция рельсового скрепления типа СБ, что позволяет укладывать железобетонные шпалы на кривых участках пути радиусом менее 350 метров. Это также создает необходимые условия для замены основания стрелочных переводов и путей, включая искусственные сооружения, с деревянных на железобетонные.

В Центре механизации путевых работ разработано и прошло опытную эксплуатацию устройство для предварительного подогрева рельсов, что позволяет значительно снизить затраты по сравнению с аналогичными решениями других производителей.

Наряду с проведением восстановительного ремонта железнодорожного пути одной из наиболее трудо- и материально затратных работ является смена стрелочных переводов.

Анализ стрелочного хозяйства. Причиной замены практически всех стрелочных переводов, указанных на рисунке 1, ввиду значительной разницы в сроке службы деревянного основания и металлических частей, является негодное для эксплуатации подрельсовое основание, в то время как состояние металлических элементов удовлетворяет требованиям для II группы годности (главные пути 3-го и 4-го классов).

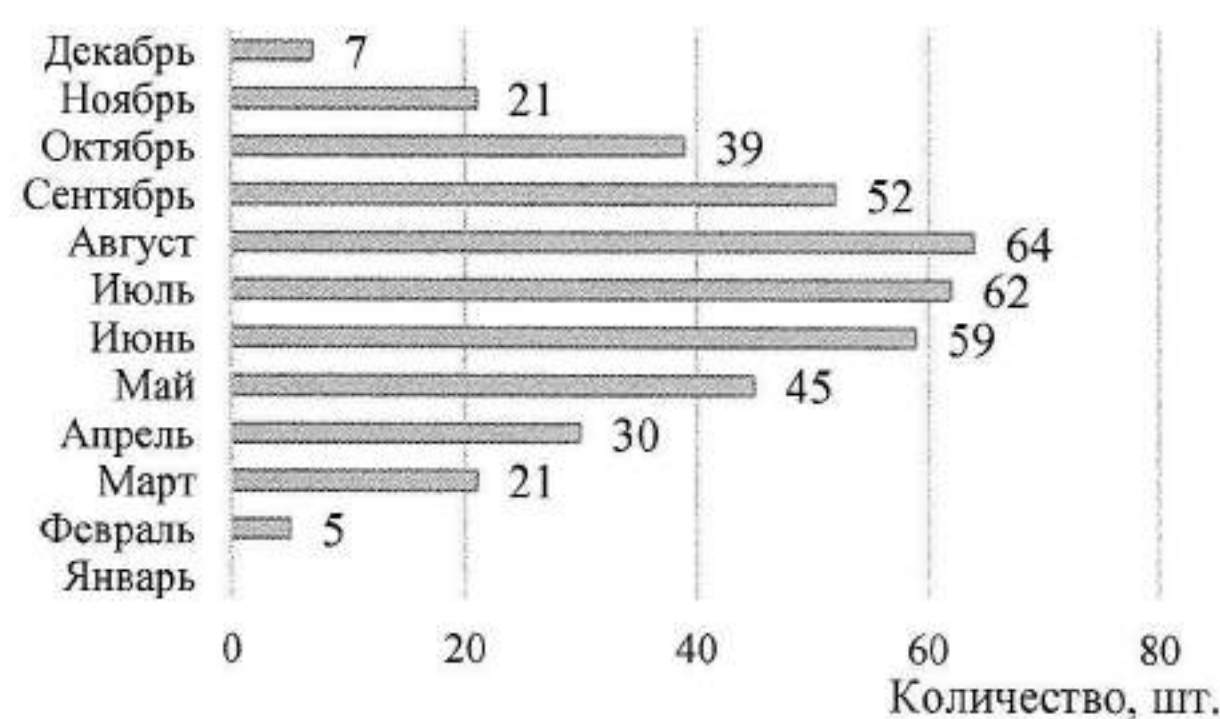


Рисунок 1 – Программа по замене стрелочных переводов БЖД на 2025 год

В таком состоянии их дальнейшая эксплуатация приводит к существенным трудностям. Одиночная замена деревянных брусьев на железобетонные вызывает большой объем трудозатрат, а комплексная замена непосредственно на месте стрелочного перевода – значительную продолжительность «окна».

Обеспечение установленного срока службы стрелочных переводов, а также возможности его продления во многом определяются состоянием подрельсового основания [1]. Обеспечить продление, а зачастую выработку полного срока эксплуатации деревянных переводных брусьев становится невозможным из-за появления в древесине трещин и загнивания, в результате чего рельсовая колея перестает быть стабильной (таблица 1).

Таблица 1 – Анализ основных показателей деревянных и железобетонных переводных брусьев

Показатель	Переводные брусья	
	деревянные	железобетонные
Срок службы	5–8 лет	35 лет
Устойчивость к гниению	Древесина требует пропитки, разрушается от влаги и грибка	Абсолютная устойчивость к гниению
Механическая прочность	Низкая (подвержены растрескиванию, деформациям)	Высокая (устойчивы к динамическим нагрузкам)
Стоимость комплекта, руб.	I типа – 13 225 II типа – 11 328	11 220
Установка и монтаж	Быстрый монтаж	Требует спецприспособлений
Вес конструкции, кг	60–80	250–300
Вибрация и шумопоглощение	Лучше гасит вибрацию, меньше шума	Жесткая конструкция, больше шума и вибрации
Устойчивость к температурным перепадам	Подвержены короблению при перепадах влажности и температуры	Устойчивы к любым температурам
Огнестойкость	Низкая	Высокая
Экологичность	Натуральный материал, но с химической пропиткой	Бетон и металл менее экологичны при производстве
Требования к балласту	Любой род балласта	Требуются качественный уплотненный балласт
Частота обслуживания	Частое	Редкое (основной контроль – трещины в бетоне)
Устойчивость к боковым нагрузкам	Ограниченная	Высокая
Способ крепления рельсов	ДО	КБ, СБ-3
Возможность регулировки	Легкая регулировка по высоте	Требуются подкладка прокладок
Трудоемкость монтажа, чел·ч	2	5
Возможность повторного использования	Ограниченная (практически не применяется)	Возможен повторный монтаж

Окончание таблицы 1

Показатель	Переводные брусья	
	деревянные	железобетонные
Усадка материала, % за первые 2 года	До 3–5	Практически отсутствует
Электропроводность	Низкая (лучшая изоляция)	Высокая (требуется изоляция)
Возможность утилизации	Полная биоразлагаемость	Требуется дробление
Влияние на почву	Возможно загрязнение	Нейтральное
Интервал между подбивками, мес.	3–6	2–18

Вариативные подходы организации путевого хозяйства для обеспечения возможности достижения полного срока выработки стрелочных переводов, а при возможности – его продления:

– уменьшение скорости движения поездов с целью снижения динамического воздействия от подвижного состава;

– перекладка элементов стрелочных переводов с путей более высокого класса на низкий;

– в случаях, когда металлические элементы удовлетворяют требованиям соответствующих групп годности – комплексное обновление стрелочных переводов за счет сплошной замены комплекта переводных брусьев [2].

Последний вариант стал возможным для реализации с 2022 года за счет использования комплектов стрелочных башмаков, разработанных Гомельским ЭМЗ.

Технология по перекладки стрелочного перевода с заменой деревянного основания железобетонным. Несмотря на значительные преимущества деревянных брусьев, их основным недостатком является малый срок эксплуатации, а следовательно, высокие расходы на текущее содержание.

Согласно срокам эксплуатации брусьев (в среднем: деревянных – 7 лет, железобетонных – 35 лет), можно определить, что на период службы одного комплекта железобетонных брусьев приходится порядка 5 комплектов деревянных брусьев.

Первоначальная стоимость новых брусьев практически одинаковая, поэтому при определении материальных расходов в течение жизненного цикла не учитывалась. Таким образом, за один жизненный цикл железобетонных брусьев, стоимость деревянного основания с учетом необходимости их неоднократной замены составит с брусьями I и типа II соответственно:

$$13\,225 \cdot (35 / 7) = 66\,125 \text{ руб.};$$

$$11\,328 \cdot (35 / 7) = 56\,640 \text{ руб.}$$

Отношение стоимости железобетонных и деревянных брусьев с брусьями I и типа II соответственно составит 589 и 504 %.

Основной работой для поддержания стрелочного перевода в надлежащем состоянии в течение 35 лет, в рамках текущего содержания, будет одиночная смена переводных брусьев. Для оценки трудоемкости производства работ применяются типовые нормы времени [3], рассчитываемые по формуле

$$T = T_{\text{оп}} \left(1 + \frac{T_{\text{пз}} + T_{\text{об}} + T_{\text{отл}}}{100} \right),$$

где T – норма времени, чел·мин; $T_{оп}$ – оперативное время, в течение которого работником выполняется производственное задание, чел·мин; $T_{пз}$, $T_{об}$, $T_{отл}$ – норматив, учитывающий время на подготовительно-заключительные работы, обслуживание рабочего места, отдых и личные надобности, %.

Для работ по текущему содержанию пути установлены $T_{пз}$, $T_{об}$ и $T_{отл}$ соответственно 3, 4, 1,1 и 5,1 %.

Трудовые затраты зависят от вида бруса: подстрелочные, промежуточные, подкрестовинные и закрестовинные, так как они различные по длине и количеству закреплений рельсов [4]. При выполнении работ тремя монтерами пути $T_{оп}$, чел·мин/брус, составит, согласно [3], для брусьев:

- подстрелочных – 97,89;
- промежуточных – 112,50;
- подкрестовинных – 136,27;
- закрестовинных – 129,67.

С учетом нормативов времени на $T_{пз}$, $T_{об}$ и $T_{отл}$ общие типовые нормы времени, чел·мин/брус,

$$\begin{aligned} 97,89 + 3,33 + 1,08 + 4,99 &= 107,29; \\ 112,5 \cdot 3,83 + 1,24 + 5,74 &= 123,31; \\ 136,27 + 4,63 + 1,50 + 6,95 &= 149,35; \\ 129,67 + 4,41 + 1,43 + 6,61 &= 142,12. \end{aligned}$$

На переводе типа Р65 марки 1/11 расположено 18 подстрелочных, 29 промежуточных, 9 подкрестовинных и 12 закрестовинных брусьев соответственно:

$$\begin{aligned} 107,29 \cdot 18 &= 1931,22 \text{ чел·мин} : 60 = 32,2 \text{ чел·ч}; \\ 123,31 \cdot 29 &= 3575,99 \text{ чел·мин} : 60 = 59,6 \text{ чел·ч}; \\ 149,35 \cdot 9 &= 1344,15 \text{ чел·мин} : 60 = 22,4 \text{ чел·ч}; \\ 142,12 \cdot 12 &= 1705,44 \text{ чел·мин} : 60 = 28,4 \text{ чел·ч}. \end{aligned}$$

Общие трудовые затраты составят 142,6 чел·ч/комплект.

В настоящее время на БЖД эксплуатируется порядка 7000 стрелочных переводов на деревянных брусьях, что составляет, в среднем, 350 единиц на одну ПЧ.

С учетом разницы во времени эксплуатации, можно предположить, что трудовые затраты на содержание, без учета выправочных работ, стрелочных переводов на деревянном, по сравнению с железобетонным, основании

$$\begin{aligned} 350 \cdot 142,6 \cdot 5 &= 249\,550 \text{ чел·ч/35 лет}; \\ 249\,550 : 35 &= 7130 \text{ чел·ч/год} : 350 = \\ &= 20,4 \text{ чел·ч/год на 1 комплект}. \end{aligned}$$

При пятидневной рабочей неделе количество рабочих дней в 2025 году – 252, таким образом, трудовые затраты составят $7130 : 252 = 28,3$ чел·ч/день. При восьмичасовом рабочем дне потребуется занятость $28,3 : 8 = 3,5 = 4$ чел.

С учетом климатических факторов (например, смена в зимнее время невозможна из-за смерзаемости

Получено 20.10.2025

V. V. Romanenko, N. A. Gorban. Evaluation of the effectiveness of technology for replacing switches with strengthened underrailing.

The article discusses current technologies used in replacing the under-rail base on the Belarusian Railway, analyzes modern materials and methods that increase the durability and reliability of switchgear, evaluates the implementation of technology for rearranging switchgear with reinforcement of the under-rail base, and its impact on the overall life cycle of switchgear. The article also analyzes the economic aspects of using technological solutions and the potential for reducing operating costs.

балласта), потребность в количестве монтеров возрастает до 5–6 человек.

В существующих условиях выделение в каждой ПЧ шести человек каждый день только на содержание деревянных переводных брусьев практически невозможно, что влечет за собой снижение качества стрелочных переводов и, следовательно, уровня безопасности движения поездов.

Согласно рисунку 1 количество заменяемых стрелочных переводов составляет 405 единиц, в том числе в Гомельской дистанции пути – 54 стрелочных перевода на деревянном основании. На всех переводах металлические элементы находятся в состоянии, пригодном для эксплуатации, а применение комплектов стрелочных башмаков Гомельского ЭМЗ позволяет заменить только подрельсовое основание на железобетонное.

Для оптимизации производства работ разрабатывается схема перекладки переводов в пределах всей ПЧ с учетом марки, сторонности и условий эксплуатации. Схема позволяет комплексно (крупными блоками с применением путевой техники) снимать стрелочный перевод на деревянном основании, вместо которого укладывается перевод на новых железобетонных брусьях. Работы выполняются в «окно», что существенно сокращает трудовые затраты по сравнению с одиночной заменой.

Снятый перевод на деревянном основании транспортируют на производственную базу ПЧ, где производят замену всего комплекта деревянных брусьев новыми железобетонными. Собранным переводом заменяется следующий однотипный, подходящий по параметрам стрелочный перевод и т. д.

Таким образом, перекладка 54 стрелочных переводов с усилением подрельсового основания позволит сократить эксплуатационные расходы:

- трудовые затраты при занятости 6 монтеров на 1101,6 чел·ч ($20,4 \cdot 54 = 1101,6$ (184 рабочих дня));
- материальные затраты для брусьев I и II типов – соответственно на 66 125 и 56 640 руб.

Список литературы

- 1 СТП 09150.56.010-2005. Текущее содержание железнодорожного пути. Технические требования и организация работ : утв. приказом Нач. Бел. ж. д. от 29.06.2006 № 221 Н. – Введ. 01.07.06. – Минск : Белорусская железная дорога, 2006. – 290 с.
- 2 Романенко, В. В. Комплексные меры по сокращению расходов на содержание стрелочных переводов / В. В. Романенко // Рынок транспортных услуг (проблемы повышения эффективности : междунар. сб. науч. трудов ; под ред. В. Г. Гизатуллиной. – Гомель : БелГУТ, 2023. – Вып. 16. – 219–226.
- 3 Типовые технические обоснованные нормы времени на работы по текущему содержанию пути : утв. приказом Нач. Бел. ж. д. от 08.04.2020 № 129 Н. – Введ. 01.08.20. – Минск : Белорусская железная дорога, 2015. – 299 с.
- 4 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.