

УДК 625.151

П. В. КОВТУН, кандидат технических наук, О. В. ОСИПОВА, С. А. БИНДЮК, Белорусский государственный университет транспорта; В. А. МУСИЛОВИЧ, Белорусская железная дорога; М. Г. РАДУНЦЕВ, ОАО «Гомсельмаш», г. Гомель

## АКТУАЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ ЗАМЕНЫ СТРЕЛОЧНЫХ ПЕРЕВОДОВ НА ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНЫХ ПУТЯХ НЕОБЩЕГО ПОЛЬЗОВАНИЯ

Рассматриваются характерные особенности путей необщего пользования промышленных предприятий. Наличие большого количества криволинейных участков малых радиусов и стрелочных переводов позволяет иметь развитую сеть железнодорожных путей с учетом особенностей производства и стесненных условий заводской инфраструктуры. С учетом новых производственных требований рассмотрены особенности модернизации сети необщего пользования ОАО «Гомсельмаш» путем усиления стрелочного хозяйства.

Один из крупнейших производителей сельскохозяйственной техники, входящий в число лидеров мирового рынка комбайнов и других сложных сельхозмашин – ОАО «Гомсельмаш».

Для поставки сырья и отгрузки готовой продукции на предприятии эксплуатируются железнодорожные пути необщего пользования протяженностью 17,56 км. Преобладающей конструкцией в пути ОАО «Гомсельмаш» являются типы рельсов Р43 и Р50 на деревянном подрельсовом основании и песчано-гравийном или щебеночном балласте.

Характерной особенностью путей необщего пользования промышленных предприятий являются наличие большого количества криволинейных участков малых радиусов и стрелочных переводов, так как они позволяют иметь развитую сеть железнодорожных путей с учетом особенностей производства и стесненных условий заводской инфраструктуры. На путях необщего пользования ОАО «Гомсельмаш» насчитывается 50 стрелочных переводов преимущественно одиночные обыкновенные марки 1/9 с типом рельсов Р43 и Р50 на деревянном основании и щебеночном или песчано-гравийном балласте. Способ управления стрелочных переводов – ручной. Преобладающей конструкцией крестовин является сборно-рельсовая.

Сборно-рельсовые крестовины изготавливаются и собираются полностью из рельсов – сердечник состоит из двух подогнанных друг к другу рельсов по продольной острожке (зарезка на ус), соединенных между собой и с усовиками системой вкладышей и болтов (рисунок 1).



Рисунок 1 – Сборно-рельсовая крестовина

К недостаткам такой конструкции относятся большое количество деталей, тщательная подгонка, которые повышают трудоемкость изготовления. Эксплуатация сборно-рельсовых крестовин влечет за собой повышение затрат по подтяжке крепежных элементов для обеспечения целостности конструкции и их безопасной эксплуатации.

Кроме того, на путях необщего пользования постройки до 1970 г. при отсутствии реконструкции до сих пор может эксплуатироваться колея 1524 мм. При этом данная информация не всегда отображается в технической и бухгалтерской документации.

Как известно, ширина рельсовой колеи  $S_0$  непосредственно влияет на характер вписывания подвижного состава в переводную кривую. Основные геометрические размеры стрелочного перевода связаны двумя расчетными уравнениями (рисунок 2):

$$R(\sin\alpha - \sin\beta_n) + k\cos\alpha = L_r; \quad (1)$$

$$R(\cos\beta_n - \cos\alpha) + ks\sin\alpha = S_0, \quad (2)$$

где  $R$  – радиус переводной кривой, мм;  $\alpha$  – угол крестовины, град;  $\beta_n$  – начальный угол остряка, град;  $k$  – прямая вставка перед математическим центром крестовины, мм;  $L_r$  – теоретическая длина стрелочного перевода, мм;  $S_0$  – ширина рельсовой колеи в крестовине, мм.

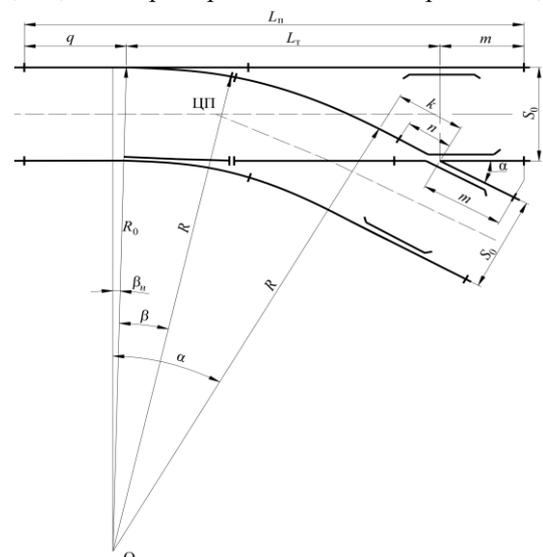


Рисунок 2 – Схема стрелочного перевода

То есть, при одних и тех же параметрах стрелочный перевод более широкой колеи будет иметь и больший радиус переходной кривой. Вследствие этого облегчается вписывание тележки в кривую. Следует подчеркнуть, что согласно СТП [4] допуск на содержание середины переходной кривой (как одного из наиболее расстраиваемых мест по шаблону) составляет +10 мм. Это максимальный допуск по ширине рельсовой колеи в пути. Таким образом, при увеличении  $S_0$  длина стрелочного перевода может приниматься меньшей.

При производстве работ по паспортизации путей необщего пользования ОАО «Гомсельмаш» было установлено, что длины эксплуатируемых стрелочных переводов при одной и той же марке отличаются на величины до 4 м, в том числе и по причине разной номинальной ширины рельсовой колеи.

В условиях конкурентного преимущества в настоящее время наблюдается рост новых потребителей продукции ОАО «Гомсельмаш». Это влечет за собой определенные изменения в логистике технологических операций: подача сырья и комплектующих, складирование и отгрузка готовой продукции и т.д. Поэтому в

связи с меняющимися условиями производства существующее путевое развитие не в полной мере соответствует потребностям предприятия. Отдельные элементы верхнего строения требуют замены и усиления. В частности, при производстве работ по модернизации путевого развития рассматривается возможность замены стрелочных переводов типа Р43 на тип Р50. С учетом сроков службы подстрелочного основания также проработана возможность укладки отдельных стрелочных переводов на железобетонных брусках.

Подлежащие замене стрелочные переводы типа Р43 расположены на разных участках путей необщего пользования предприятия. В результате анализа путевого хозяйства для решения поставленной задачи в зависимости от расположения и взаимной увязки стрелочных переводов целесообразно разделить все железнодорожные пути предприятия на районы по логистике переустройства. По результатам инженерно-геодезической съемки были выделены 11 участков переустройства путевого развития, которые представлены на схеме путей необщего пользования ОАО «Гомсельмаш» (рисунок 3).

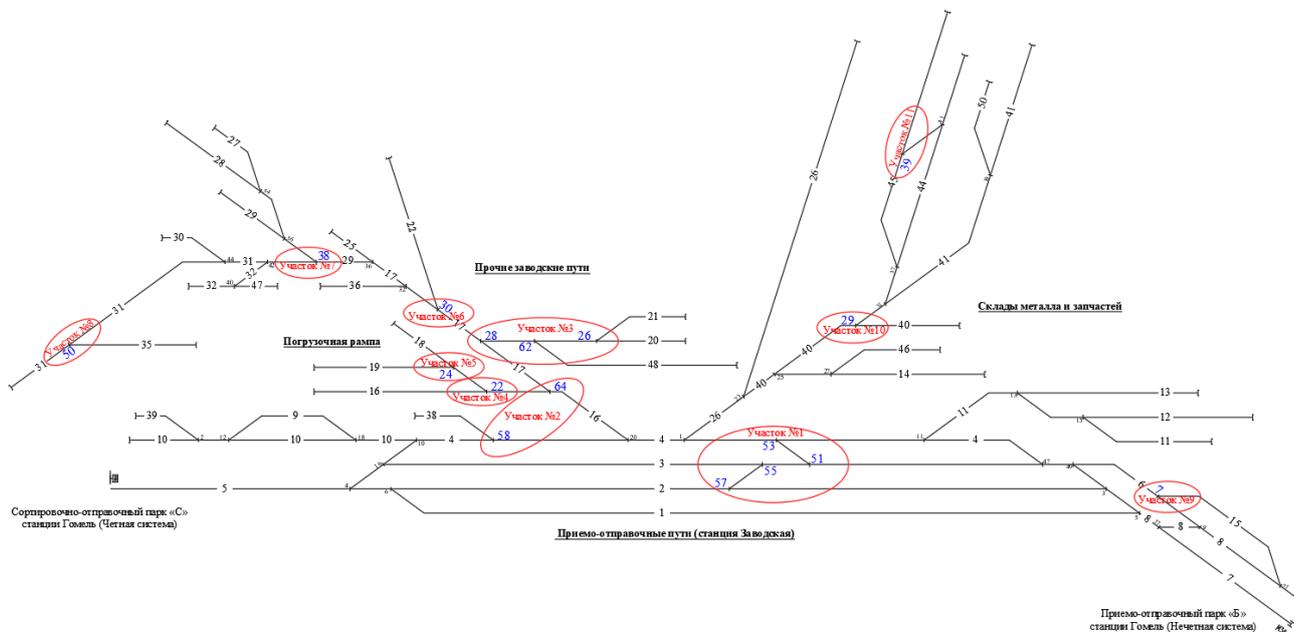


Рисунок 3 – Схема железнодорожных путей ОАО «Гомсельмаш»

Для выполнения поставленной задачи был построен план каждого из рассматриваемых участков. Разработка вариантов переустройства производилась с использованием графического редактора AutoCAD.

Так как все заменяемые стрелочные переводы являются одиночными обыкновенными, но имеют различную полную длину, то при разработке рекомендаций по модернизации путевого развития целесообразно рассматривать возможность укладки разных стрелочных переводов длиной, наиболее близкой к длине заменяемых. Таковыми конструкциями являются одиночные обыкновенные стрелочные переводы марки 1/9 типа Р50 на деревянных брусках Муромского стрелочного завода проектов 2498.00.000 и ЛПТП.665121.105. Данные переводы различаются длиной (соответственно 31,057 м и 26,039 м), шириной рельсовой колеи (соот-

ветственно 1520 мм и 1524 мм), назначением (соответственно для магистральных путей и путей промышленных предприятий) и особенностями конструкции. Для продления срока службы подстрелочного основания целесообразно также рассмотреть возможность укладки стрелочных переводов на железобетонном основании. Однако с железобетонными брусками изготавливаются стрелочные переводы более тяжелого типа Р65, например, марки 1/9 проекта 2769.00.000 Муромского стрелочного завода длиной 31,035 м.

Наиболее грузонапряженным является участок путевого развития № 1, где эксплуатируются подлежащие замене одиночные обыкновенные стрелочные переводы № 51 и № 53, а также № 55 и № 57. Указанные стрелочные переводы образуют два нормальных съезда между путями № 3 и № 4 и № 3 и № 2 соответ-



путей данный новый стрелочный перевод № 57\* необходимо уложить в съезд под углом, равным углу крестовины. Для этого необходимо выполнить расчет съезда. Расчет ведется по следующим формулам согласно рисунку 5:

$$l_1 = E \operatorname{ctg} \alpha; \quad (3)$$

$$l = E / \sin \alpha, \quad (4)$$

где  $l_1$  – теоретическая длина съезда, м;  $l$  – длина съезда, м;  $E$  – ширина междупутья, м;  $\alpha$  – угол крестовины стрелочного перевода.

Полная длина съезда рассчитывается по формуле

$$L_{\text{п}} = 2a + l_1, \quad (5)$$

где  $a$  – расстояние от переднего стыка рамного рельса до центра перевода.

Величина прямой вставки определяется по формуле

$$d = E / \sin \alpha - 2b, \quad (6)$$

где  $b$  – расстояние от центра перевода до заднего стыка стрелочного перевода (хвост крестовины).

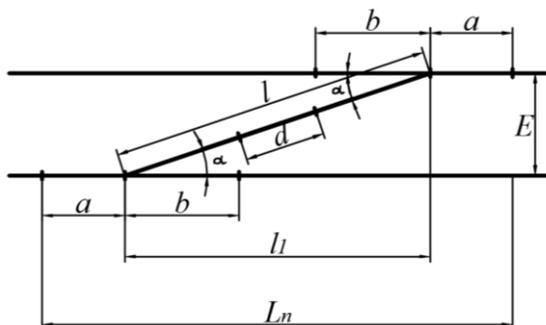


Рисунок 5 – Схема расчета обыкновенного съезда

Основные размеры новых стрелочных переводов № 55\* и № 57\*:

$$\alpha = 6^{\circ}20'25''; a = 15,455 \text{ м}; b = 15,602 \text{ м}.$$

Ширина междупутья  $E = 5,025$  м.

Таким образом,

$$l_1 = 5,025 \operatorname{ctg} 6^{\circ}20'25'' = 45,22 \text{ м};$$

$$l = 5,025 / \sin 6^{\circ}20'25'' = 45,50 \text{ м};$$

$$L_{\text{п}} = 2 \cdot 15,455 + 45,22 = 76,13 \text{ м};$$

$$d = 5,025 / \sin 6^{\circ}20'25'' - 2 \cdot 15,602 = 14,30 \text{ м}.$$

Привязка нового съезда ведется по передним стыкам стрелочного перевода № 55\*, расположенным на пикете ПК1851,80. Тогда передние стыки стрелочного перевода № 57\* будут находиться на пикете ПК1851,80-76,13=ПК1775,67 по пути № 3. С учетом разбежки пикетажа по пути № 2 передний стык стрелочного перевода № 57\* будет сдвигаться относительно существующего положения против хода пикетажа на пикет ПК1775,91. Задний стык нового стрелочного перевода № 57\* сдвигается относительно существующего положения по ходу пикетажа на ПК1806,97. При этом рихтовка пути № 2 не требуется, а максимальная сдвигка прямой вставки на съезде СП № 55\*–СП № 57\* составляет 0,04 м. Схема переустройства участка пути № 1 представлена на рисунке 4.

С целью увеличения срока службы подстрелочного основания была проработана возможность укладки новых стрелочных переводов № 51\*, № 53\*, № 55\*, № 57\* на железобетонных брусках типа Р65 марки 1/9 проекта 2769.00.000 Муромского стрелочного завода

с полной длиной 31,035 м. Переустройство выполняется аналогично рассмотренному выше, только с учетом разницы в длинах новых стрелочных переводов на 0,022 м.

Как видно из представленного материала, модернизация участка № 1 возможна с укладкой новых стрелочных переводов выбранных трех проектов без существенного изменения путевого развития, так как рассматриваемый участок прямолинейный и нет близко расположенной заводской инфраструктуры. Далее по аналогии проработаны варианты замены всех остальных стрелочных переводов типа Р43, эксплуатируемых на других выделенных участках (№ 2–№ 11). Однако на территории завода переустройство зачастую усложнялось стесненными условиями существующей застройки, наличием большого числа криволинейных участков малых радиусов и расположением насаждений. Если к стрелочным переводам примыкают криволинейные участки, то их замена на более длинные конструкции приводит к необходимости переустройства прилегающих кривых зачастую с уменьшением радиусов. Поэтому примыкающие кривые радиусами менее 200 м не затрагивались. Они являются барьерными местами при изменении путевого развития. Наилучшее вписывание подвижного состава и соответственно минимизация износных явлений реализуется на прямых участках или пологих кривых и поэтому при модернизации необходимо стремиться к спрямлению плана линии. Однако в некоторых случаях приходится выбирать между вариантом с прямым путем, но переносом существующей заводской инфраструктуры (пешеходного перехода) и вариантом с сохранением места положения инфраструктуры (пешеходного перехода), но с устройством S-образных кривых. А в некоторых случаях изменения обязательны, например, для реализации замены стрелочного перевода № 62 необходим обязательный перенос переводного механизма СП № 26 из междупутья на противоположную сторону (рисунок 6). Также при замене стрелочных переводов на более длинные с целью сохранения полезной длины пути для выполнения маневровой работы появляется необходимость удлинения данных железнодорожных путей и т. д.

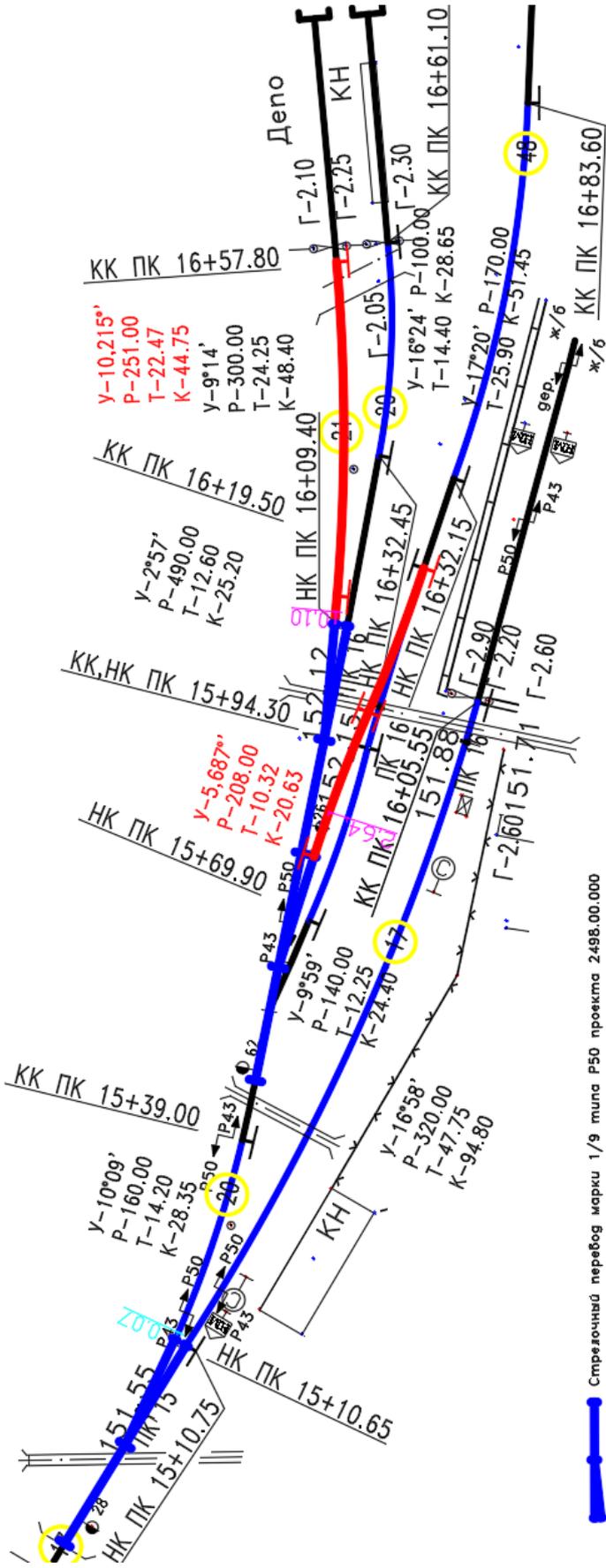
В результате разработки мероприятий по модернизации путей необщего пользования ОАО «Гомсельмаш» можно сделать следующие выводы.

1 С учетом конъюнктуры рынка замена стрелочных переводов типа Р43 на тип Р50 марки 1/9 возможна только на деревянных брусках. Наиболее подходящим проектом с железобетонными брусками является стрелочный перевод с рельсами типа Р65.

2 Замена всех 17 стрелочных переводов на более мощный тип возможна, и в каждом конкретном случае есть альтернативные варианты на усмотрение заказчика в зависимости от величины рихтовки, длины стрелочного перевода, его мощности т. д.

3 Замена стрелочного перевода № 62 предполагает перенос переводного механизма стрелочного перевода № 26 из междупутья на противоположную сторону.

4 Существующие кривые радиусом менее 200 м подлежат переустройству.



Стрелочный переход марки 1/9 типа P50 проекта 2498.00.000

Наименование точек	Проектируемые расстояния от переднего стрелка рамного рельса стрелочного перехода №205	Наименование точек
1479.69	1479.69	1479.69
1482.60	1482.60	1482.60
1483.40	1483.40	1483.40
1492.95	1492.95	1492.95
1510.75	1510.75	1510.75
1510.75	1510.75	1510.75
1547.28	1547.28	1547.28
1547.70	1547.70	1547.70
1548.50	1548.50	1548.50
1564.95	1564.95	1564.95
1578.45	1578.45	1578.45
1578.34	1578.34	1578.34
1581.25	1581.25	1581.25
1582.10	1582.10	1582.10
1598.97	1598.97	1598.97
1599.80	1599.80	1599.80
1602.00	1602.00	1602.00
1605.90	1605.90	1605.90
1609.40	1609.40	1609.40
1613.05	1613.05	1613.05
1619.60	1619.60	1619.60
1657.80	1657.80	1657.80
1659.40	1659.40	1659.40
1659.80	1659.80	1659.80
1661.10	1661.10	1661.10
1661.10	1661.10	1661.10

Рисунок 6 – Схема переустройства путевого развития участка №3 с укладкой стрелочных переводов марки 1/9 типа P50 проекта 2498.00.000 на деревянных брусьях

### Список литературы

- 1 СНБ 3.03.01–98. Железные дороги колеи 1520 мм. – Минск : М-во архит. и стр-ва Респ. Беларусь, 1998. – 26 с.
- 2 ТКП 45–3.03–163–2009. Железные дороги. Земляное полотно. Правила проектирования. – Минск : М-во архит. и стр-ва Респ. Беларусь, 2010. – 99 с.
- 3 Каталог продукции Муромского стрелочного завода. – [Электронный ресурс]. – Режим доступа : [https://www.oaomsz.ru/wp-content/uploads/2023/04/kat\\_prod.pdf](https://www.oaomsz.ru/wp-content/uploads/2023/04/kat_prod.pdf). – Дата доступа : 8.11.2023.
- 4 СТП-09150.56.010–2005. Текущее содержание железнодорожного пути. Технические требования и организация работ : утв. приказом нач. Бел. ж. д. от 29.06.2006 № 221Н. – Минск, 2006. – 283 с.

5 Совершенствование путевого развития ОАО «Борисовский шпалопропиточный завод» / О. Н. Власенко [и др.] // Вестник БелГУТа: Наука и транспорт, 2021. – № 2 (43). – С. 37–39.

6 Ковтун, П. В. Особенности проектирования подъездных путей в стесненных условиях / П. В. Ковтун, О. В. Осипова, Д. А. Сапроненко // Проблемы безопасности на транспорте : материалы VII Междунар. науч.-практ. конф. ; под общ. ред. В. И. Сенько. – Гомель : БелГУТ, 2015. – С. 251.

7 Особенности строительства и эксплуатации железнодорожных путей необщего пользования в стесненных условиях / П. В. Ковтун [и др.] // Вестник БелГУТа: Наука и транспорт. – 2023. – № 2 (47). – С. 38–42.

Получено 11.03.2024

**P. V. Kovtun, O. V. Osipova, S. A. Binduk, V. A. Musilovich, M. G. Radunzev.** Current issues of replacing turnout switches on non-public railway tracks.

A characteristic feature of non-public paths of industrial enterprises is the presence of a large number of curved sections of small radii and turnout switches. They make it possible to have a developed network of railway tracks, taking into account the specifics of production and the cramped conditions of the factory infrastructure. Taking into account new production requirements, the features of modernizing the non-public railway tracks of OJSC Gomselmash by strengthening the switch facilities were considered.