

УДК 625.11:625.14

С. А. Косенко, С. В. Богданович, С. С. Акимов

## Проектирование путевого развития станций и выбор конструкций верхнего строения пути для тяжеловесного движения поездов

Поступила 18.05.2018  
Рецензирование 27.06.2018  
Принята к печати 30.10.2018

Статья посвящена актуальной теме – проектированию путевого развития промежуточных станций и выбору конструкций пути для обеспечения организации бесперебойного движения длинносоставных и тяжеловесных поездов. На Западно-Сибирской железной дороге этот вопрос наиболее актуален в связи с ежегодно возрастающими объемами погрузки.

Рост перевозок сдерживается различными объективными факторами, среди которых недостаточные длины путей на станциях и критическая заполненность ниток графиков движения поездов. Целью работы является увеличение пропускной способности направления Новосибирск – Барнаул, в частности участка Черепаново – Среднесибирская, за счет использования длинносоставных и тяжеловесных поездов.

Для проектирования рассмотрена станция У, расположенная на участке Черепаново – Среднесибирская. Выполнен анализ путевого развития станции и конструкции приемо-отправочных путей. Выполнено обоснование реконструкции четной горловины станции и предложены возможные варианты удлинения приемо-отправочных путей до унифицированной длины. Разработаны технология и организация производства путевых работ по реконструкции четной горловины для предлагаемых вариантов удлинения приемо-отправочных путей. Определены рациональное количество монтеров пути и машин, фронт работ и продолжительность времени «окна». Приведены стоимостные показатели. Дана технико-экономическая оценка предлагаемых вариантов удлинения приемо-отправочных путей до унифицированных длин.

Повышение осевых нагрузок до 25 т/ось для тяжеловесных поездов требует также модернизации существующих конструкций верхнего строения пути на перегонах и стрелочных переводах на станциях для продления гарантированного срока их службы в сложных эксплуатационных условиях.

**Ключевые слова:** *тяжеловесное движение, провозная способность, строительство, реконструкция, верхнее строение пути, промежуточные рельсовые скрепления.*

Развитие тяжеловесного движения поездов на всем полигоне железных дорог ОАО «РЖД» является целевой задачей [1], решение которой приведет к повышению провозной способности и снижению себестоимости грузоперевозок. Существующая инфраструктура, в том числе путевая, не может без соответствующего усиления и развития обеспечить безопасное и бесперебойное движение длинносоставных и тяжеловесных поездов [2]. На Западно-Сибирской железной дороге этот вопрос наиболее актуален в связи с ежегодно значительно возрастающими объемами погрузки.

Для увеличения провозной способности участка Черепаново – Среднесибирская необходимо рассмотреть мероприятия по дополнительному путевому развитию станций, в частности возможность увеличения длин приемо-отправочных путей до полезной длины 1 050 м.

Это позволит размещать на станционных путях тяжеловесные грузовые поезда весом 7 100 т, в состав которых будет входить 71 инновационный полувагон с осевой нагрузкой 25 т/ось.

На данном участке расположено восемь станций. Анализ длин путей этих станций показал, что все они, кроме станции У, имеют унифицированную длину приемо-отправочных путей не менее 1 050 м.

На однопутных участках, прилегающих к станции У, установлена скорость для грузовых поездов 80 км/ч, для пассажирских поездов 100 км/ч. На всем участке Черепаново – Среднесибирская благоприятный план: преобладают прямые участки пути (до 80 %) и кривые пологих радиусов, а также продольный профиль пути (уклоны преимущественно менее 4 ‰). Это благоприятно для пропуска тяжеловесных и длинносоставных поездов.

На бесстыковом пути используются, в основном, промежуточные рельсовые скрепления (ПРС) типа КБ-65 и ЖБР-65Ш (рис. 1). На участках звеньевом пути преобладает костыльное скрепление Д0, реже используется скрепление КД.

Станция У по характеру работы является промежуточной и отнесена к пятому классу. На ней необходимо провести реконструкцию

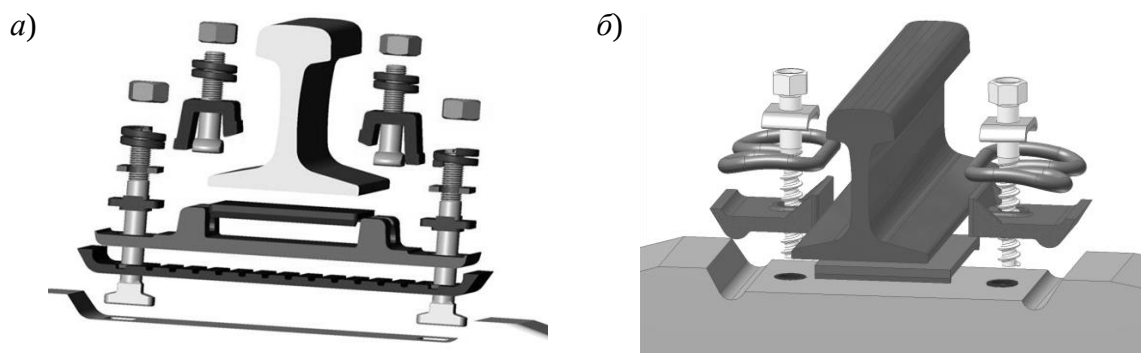


Рис. 1. Промежуточное рельсовое скрепление:  
а – КБ-65; б – ЖБР-65Ш

существующего путевого развития и одной из горловин для приведения прямо-отправочных путей к унифицированной длине.

Станция У имеет один главный путь и три прямо-отправочных пути с полезными длинами первого, третьего и четвертого путей 844, 886 и 905 м соответственно. Второй путь унифицированной длины.

Все прямо-отправочные пути имеют бесстыковую конструкцию с рельсами типа Р65 на железобетонных шпалах и щебеночном балласте с разделительным слоем из геотекстиля. На первом пути уложено скрепление КБ-65, на третьем и четвертом ЖБР-65Ш. При реконструкции горловины и удлинении путей станции конструкция верхнего строения пути не требует модернизации.

На главных и прямо-отправочных путях станции уложены стрелочные переводы типа Р65 на железобетонных брусках и щебеночном балласте. Управление стрелочными переводами осуществляется с помощью системы электрической централизации.

С целью увеличения полезной длины путей до 1 050 м наиболее целесообразным будет переустройство четной горловины, так как нечетная имеет более сложное путевое развитие. Также между стрелочными переводами № 1 и 7 расположен железнодорожный переезд, что затруднит производство работ. Полный пе-

ренос нечетной горловины невозможен также из-за наличия моста на выходе со станции.

Со стороны четной горловины через 155 м от переднего стыка рамного рельса стрелочного перевода (СП) № 2 начинается кривой участок пути. Радиус кривой  $R = 1\,830$  м, длина  $L = 256$  м. В связи с этим предложено два варианта удлинения прямо-отправочных путей, в которых стрелочные переводы не лежат в кривой.

На рис. 2 приведен первый вариант реконструкции четной горловины станции У. Сплошной линией обозначены существующие пути, пунктирной – укладываемые. Рядом с номером стрелочного перевода указаны номер проекта СП и ордината переднего стыка рамного рельса.

Первый вариант предусматривает перенос стрелочных переводов на новые ординаты и удлинение прямо-отправочных путей на 147,93 м. Во время работ переносятся на новые ординаты три стрелочных перевода, два из которых выполнены по проекту 2750 и уложены в 2015 г. Они будут разобраны и вновь уложены на новые ординаты. Третий стрелочный перевод, выполненный по проекту 2768, в связи с наработкой нормативного тоннажа, будет заменен на новый, выполненный по проекту 2750. Данный стрелочный перевод имеет марку 1/11, тип Р65, укладывается на

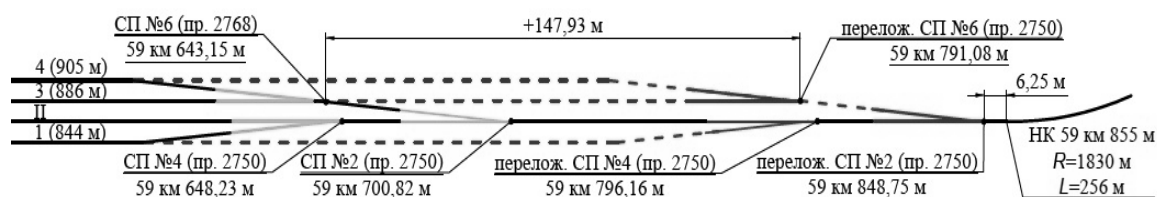


Рис. 2. Первый вариант реконструкции четной горловины

железобетонных брусках и рассчитан на повышенную осевую нагрузку 245 кН/ось (25 т/ось) и на пропуск пассажирских поездов по прямому направлению со скоростью до 140 км/ч, а по боковому до 50 км/ч.

Полезные длины третьего и четвертого путей в первом варианте достаточны для размещения поездов длиной в 71 условный вагон. На первом пути возможна стоянка поездов длиной только в 67 условных вагонов, что не полностью удовлетворяет поставленным требованиям.

Во втором варианте реконструкции четной горловины станции У (рис. 3) удлинение третьего и четвертого пути аналогично первому варианту. Удлинение первого пути и перенос стрелочного перевода № 4 осуществляется за кривую. Все работы производятся согласно требованиям нормативных документов ОАО «РЖД» [3–6].

В данном варианте все три приемо-отправочных пути позволяют разместить 71 грузовой вагон. При этом первый главный путь удлиняется на 400 м по сравнению с первым вариантом и достигает 1 392 м, что позволяет в перспективе разместить на нем 95 грузовых вагонов.

**Вариант 1** предусматривает следующий порядок работ:

1. Работы по перекладке стрелочного перевода № 6 и продлению третьего и четвертого приемо-отправочных путей.

В подготовительный период выполняется сборка нового стрелочного перевода по проекту 2750 на производственной базе ПМС, отсыпается земляное полотно под третий и четвертый пути с устройством уклона основной площадки в полевую сторону, укладывается геотекстиль, со второго пути из думпкаров выгружается щебеночный балласт на высоту

40 см и планируется автотракторной техникой. Также производятся типовые подготовительные работы перед заменой стрелочного перевода.

Основные работы выполняются с закрытием движения по третьему и четвертому путям. Пропуск поездов осуществляется по первому и второму путям. Участок работ составляет 225 м. Занято 22 монтера пути (м. п.) и 6 машинистов (маш.).

Демонтаж старого стрелочного перевода № 6 путеукладочным краном УК-25/28СП, укладка третьего и четвертого путей краном УК-25/9-18, укладка нового стрелочного перевода краном УК-25/28СП.

В заключительный период выполняются типовые отделочные работы.

2. Работы по перекладке стрелочного перевода № 2 в «окно».

В подготовительный период на месте укладки стрелочного перевода № 2 рельсовая плеть разрезается на звенья с постановкой накладок. Выполняются типовые подготовительные работы перед заменой стрелочного перевода.

Основные работы выполняются в «окно» продолжительностью 6 ч 5 мин. Участок работ 290 м. Всего занято 28 м. п. и 11 маш.

Разборка стрелочного перевода № 2 путеукладочным краном УК-25/28СП, укладка звеньев на месте снятой стрелки краном УК-25/9-18, разборка звеньев краном УК-25/9-18, укладка разобранного стрелочного перевода краном УК-25/28СП, выгрузка балласта из хоппер-дозаторов, выправка пути и стрелочных переводов машиной УНИМАТ.

При производстве работ в жаркое время дня возможны закрытие стыковых зазоров, зажатие рельсов и невозможность их изъятия. В этом случае возможно использование апробирован-

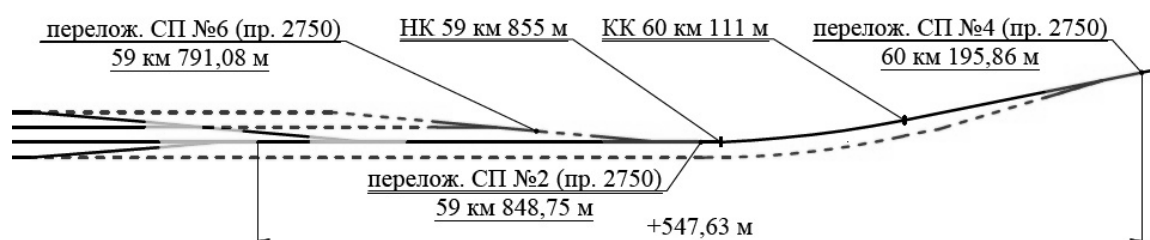


Рис. 3. Второй вариант реконструкции четной горловины

ного на ЗСДИ прибора УЗРГ [7] по разработанной и утвержденной на ОАО «РЖД» [8] технологии производства работ.

В заключительный период выполняются типовые отделочные работы.

3. Работы по перекладке стрелочного перевода № 4 в «окно».

В подготовительный период отсыпается земляное полотно под первый путь, со второго пути из думпкаров выгружается и планируется щебеночный балласт. На месте укладки стрелочного перевода рельсовая плеть разрезается на звенья.

Основные работы выполняются в «окно» продолжительностью 6 ч 40 мин. Протяженность участка работ 225 м. Занято 28 м. п. и 11 маш.

Разборка стрелочного перевода № 4 путеукладочным краном УК-25/28СП, укладка звеньев на месте снятой стрелки краном УК-25/9-18, разборка звеньев краном УК-25/9-18, укладка разобранного перевода краном УК-25/28СП, укладка первого пути краном УК-25/9-18, выгрузка балласта из хоппер-дозаторов, выправка пути и стрелочного перевода машиной УНИМАТ.

В заключительный период выполняются типовые отделочные работы.

**Вариант 2.** Удлинение первого пути осуществляется за кривую, третий и четвертый пути удлиняются аналогично первому варианту. Данный вариант предусматривает следующий порядок работ:

1) перекладка стрелочного перевода № 4, продление первого путей;

2) перекладка стрелочного перевода № 6 с продлением третьего и четвертого путей;

3) перекладка стрелочного перевода № 2.

После перекладки стрелочного перевода № 4 и продления первого пути в «окно» продолжительностью 7 ч 20 мин оставшиеся работы могут проводиться без предоставления «глухих окон», поскольку возможен пропуск поездов по первому пути. Состав работ и численность рабочих аналогичны варианту 1. Фронт работ по перекладке стрелочного перевода № 4 по варианту 2 составляет 620 м.

На рис. 4 представлена последовательность работы путевых машин.

При производстве путевых работ по второму варианту необходимо предоставление «окон» сроком на 7 ч 20 мин, что на 5 ч 25 мин меньше, чем по первому варианту (12 ч 45 мин). Это особенно важно на однопутном участке. При этом количество занятых людей и путевых машин в обоих вариантах одинаково.

Технико-экономические показатели вариантов реконструкции четной горловины станции У с удлинением приемо-отправочных путей (без стоимости предоставления «окон») приведены на рис. 5–7.

Сравнение технико-экономических показателей представленных вариантов показало, что второй вариант реконструкции четной горловины станции У дороже на 7,091 млн р. Основная причина этого – высокая стоимость отсыпки земляного полотна под новый путь, которая на 5,893 млн р. больше за счет большего удлинения (на 400 м) первого приемо-отправочного пути. Второй вариант благоприятно скажется на совершенствовании перевозочного процесса удлиненных тяжелых поездов.

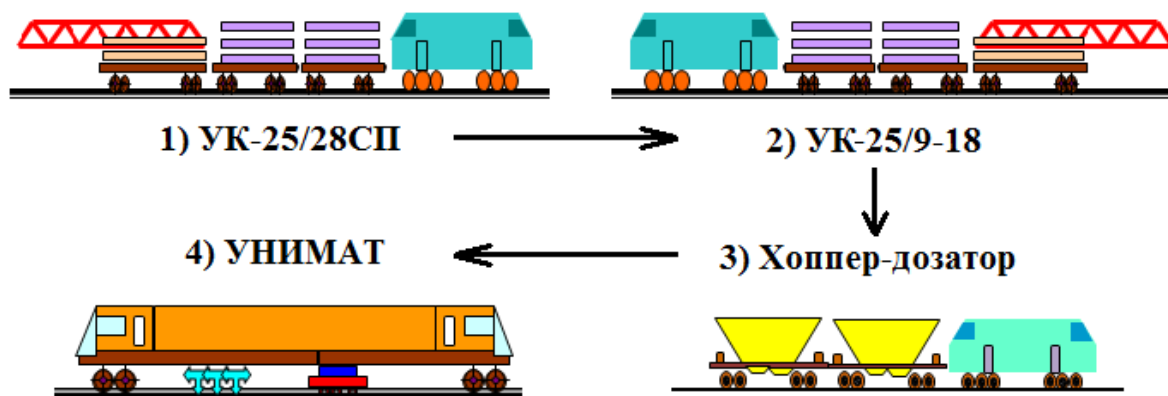


Рис. 4. Последовательность работы путевых машин

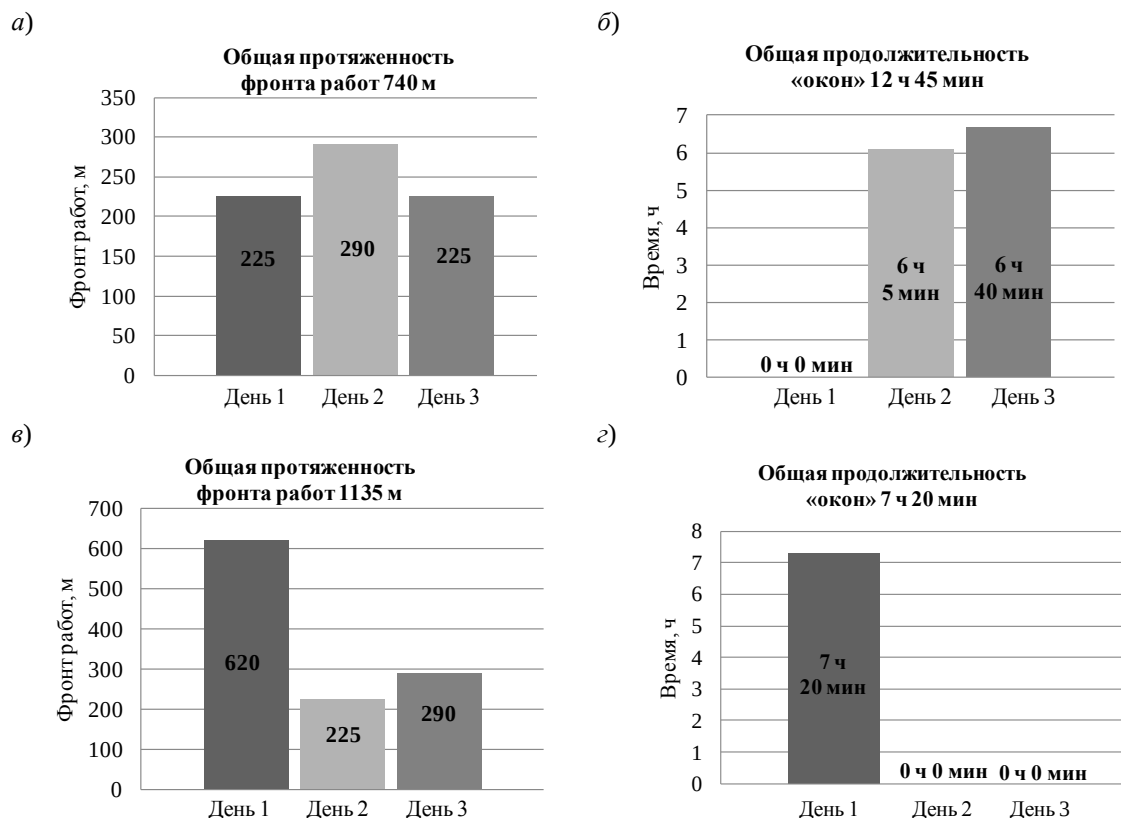


Рис. 5. Технические показатели реконструкции четной горловины: общая протяженность фронта работ и продолжительность «окон» по первому (а, б) и второму (в, г) вариантам соответственно

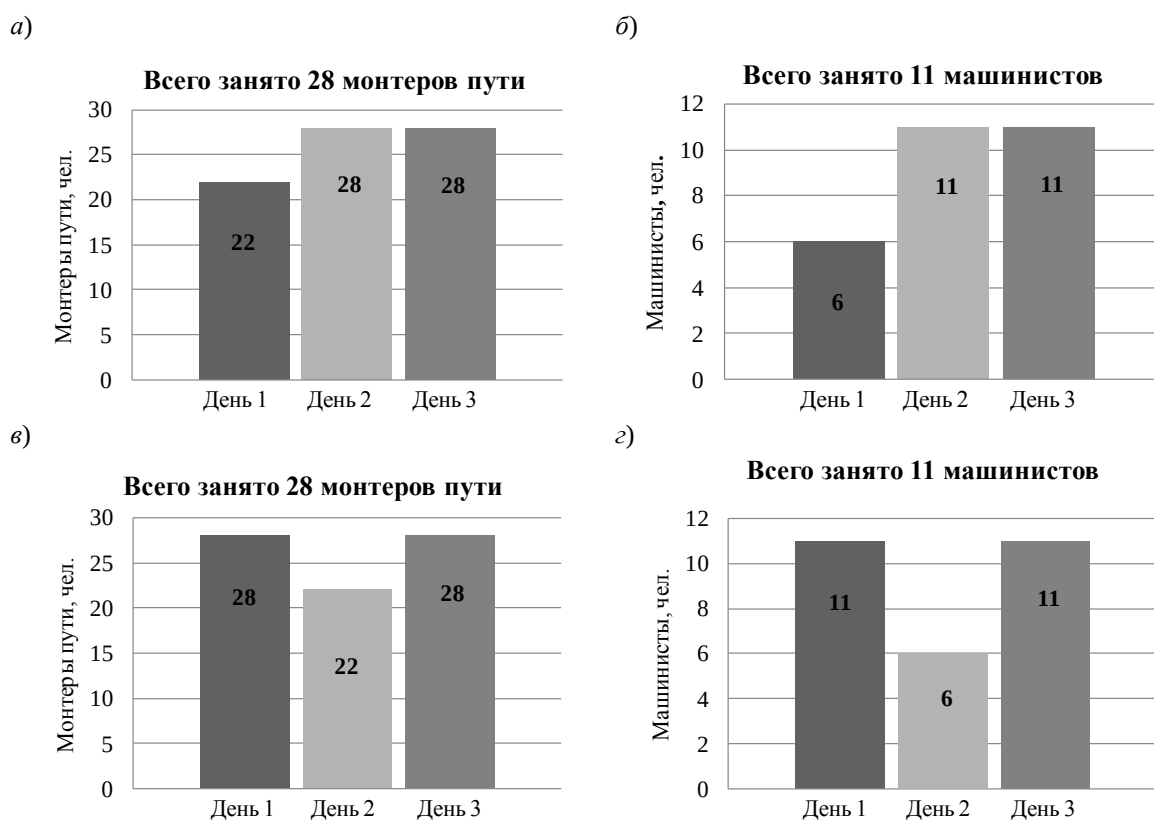


Рис. 6. Количество занятых монтеров пути и машинистов при реконструкции четной горловины: а, б – по первому варианту; в, г – по второму варианту

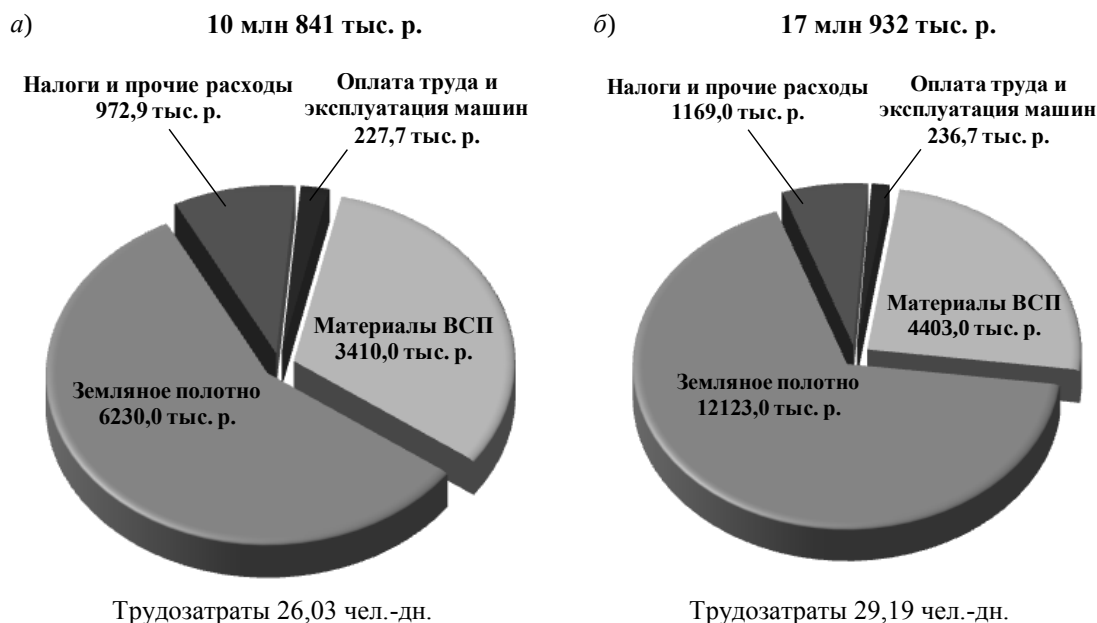


Рис. 7. Экономические показатели реконструкции четной горловины:  
а – по первому варианту; б – по второму варианту

Стоит отметить, что в перспективе планируется строительство второго пути на всем участке Новосибирск – Барнаул. В таком случае более рациональным на перспективу будет удлинение приемо-отправочных путей по второму варианту.

Анализ конструкций верхнего строения пути для перегонных путей показывает, что с учетом организации тяжеловесного движения на данном полигоне и с целью продления межремонтных сроков [9] целесообразно использовать в прямых и пологих кривых, согласно [10], термоупрочненные рельсы специального назначения категорий ДТ350НН и ОТ350НН.

В кривых малого радиуса необходимо использовать, согласно [10], термоупрочненные рельсы специального назначения категорий ДТ370ИК и ОТ370ИК, которые имеют повышенный ресурс по сравнению с рельсами других категорий [11].

В прямых участках пути и в кривых радиусом более 650 м рационально использовать относительно недорогие бесподкладочные шурупно-дюбельные ПРС российского производства ЖБР-65Ш [12, 13] (стоимость одной шпалы ШЗ-Д первого срока службы по ГОСТ [14] в комплекте со скреплением около 2 400 р.) и СМ-1.

Также с успехом можно применять несколько более дорогое (на 25 %) бесподкладоч-

ное шурупно-дюбельное скрепление немецкого производства Vossloh W30 (комплект 3 000 р). Необходимо отметить, что скрепление Vossloh с торсионной клеммой W30 имеет лучшие технические и эксплуатационные характеристики при меньших затратах на текущее содержание.

В кривых радиусом менее 650 м рационально использовать скрепление ЖБР-65ПШМ [12, 13] с металлической подкладкой (рис. 8). Стоимость одной шпалы в комплекте со скреплением около 3 100 р.

Поскольку перспективными задачами ОАО «РЖД» являются увеличение осевых нагрузок и повышение скоростей движения [1], также возможно применение в кривых радиусом менее 650 м менее дорогого (около 2 800 р.), но достаточно надежного нераздельного подкладочного скрепления KZF-07М (рис. 9) с торсионной клеммой Vossloh, спроектированного с учетом особенностей железнодорожной инфраструктуры стран ЕвразЭС.

Металлическая подкладка существенно повышает надежность и долговечность ПРС, обеспечивает устойчивость рельсовой плети в кривых и значительно дешевле при текущем содержании. Подкладочные ПРС на железобетонных шпалах обеспечивают солидарную работу деталей узла скрепления, позволяют существенно снизить количество отказов [15] и способны обеспечивать длительную стабиль-

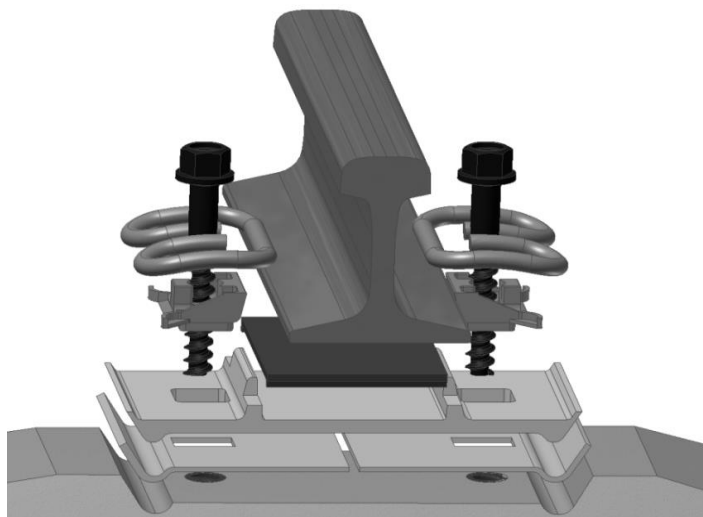


Рис. 8. Промежуточное рельсовое крепление ЖБР-65ППМ



Рис. 9. Промежуточное рельсовое крепление KZF-07M

ность рельсовой колеи, особенно в условиях тяжеловесного движения поездов.

В качестве балластного слоя, согласно требованиям [16], для организации тяжеловесного движения на участке Черепаново – Среднесибирская необходимо использовать щебень из твердых пород I категории с фракцией 30–60 мм.

Для снижения динамического воздействия на путь необходимо также применение грузовых тележек с улучшенным рессорным подвешиванием [17, 18] проекта 18-9855 и других моделей с разрешенной осевой нагрузкой 25 т/ось.

В качестве разделительного слоя и для снижения давления на основную площадку земляного полотна можно использовать пено-

полистирол на пучинных участках и повсеместно в остальных местах геотекстиль.

#### Выводы

На рассмотренном участке между станциями Черепаново – Среднесибирская, в основном, благоприятные план (прямые и пологие кривые радиусом более 1 000 м) и продольный профиль пути (уклоны преимущественно менее 4 ‰).

Для увеличения провозной способности поездоучастков рассмотрены мероприятия по дополнительному путевому развитию станций, в частности возможность увеличения длин приемо-отправочных путей до полезной длины 1 050 м. Это позволит размещать на станционных путях тяжеловесные грузовые поезда весом 7 100 т, в состав которых будет

входить 71 инновационный полувагон с осевой нагрузкой 25 т/ось.

С учетом следования поездов с повышенной массой до 7 100 т и осевыми нагрузками до 25 т/ось рациональна следующая конструкция верхнего строения пути для главных путей:

- в прямых и пологих кривых – термоупрочненные рельсы специального назначения категорий ДТ350НН и ОТ350НН;

- в кривых малого радиуса – термоупрочненные рельсы специального назначения категорий ДТ370ИК и ОТ370ИК;

- в прямых участках пути и в кривых радиусом более 650 м – относительно недорогие бесподкладочные шурупно-дюбельные ПРС российского производства ЖБР-65Ш и СМ-1, а также немецкое крепление Vossloh W30; в кривых радиусом менее 650 м – ПРС ЖБР-65ПШМ или KZF-07М с металлической подкладкой, с первоочередной заменой крепления Д0 на деревянных шпалах и в порядке плановой замены крепления КБ-65;

- шпалы ШЗ-Д первого срока службы;

- балластный слой – щебень из твердых пород I категории фракции 30–60 мм;

- обыкновенные стрелочные переводы типа Р65, марки 1/11 проекта 2750, рассчитанные на повышенную осевую нагрузку 245 кН/ось (25 т/ось);

- применение грузовых тележек с улучшенным рессорным подвешиванием с разрешенной осевой нагрузкой 25 т/ось;

- разделительный слой из пенополистирола на пучинных участках и в остальных местах геотекстиль.

Проведенное на основе нормативно-технических документов ОАО «РЖД» [3–6, 9] исследование имеет практическую значимость и взаимосвязь с опубликованными ранее работами [7, 11, 15]. Оно показало техническую возможность расширения полигона бесстыкового пути на Западно-Сибирской железной дороге для обеспечения бесперебойного тяжеловесного движения. Это позволит существенно сократить эксплуатационные расходы на содержание инфраструктуры.

### Библиографический список

1. Гапанович В. А. Вопросы взаимодействия подвижного состава и инфраструктуры при тяжеловесном движении поездов // Железнодорожный транспорт. 2016. № 10. С. 9–15.
2. Карпущенко Н. И., Величко Д. В., Колмогорова Т. В. Проблема обеспечения безопасности движения на железнодорожных переездах // Транспорт Российской Федерации. 2011. № 4 (35). С. 50.
3. Технические условия на работы по реконструкции (модернизации) и ремонту железнодорожного пути : утв. распоряжением ОАО «РЖД» № 75р. от 18.01.2013 (с учетом изм. и доп. от 19.01.2018 № 101р). Доступ из справ.-правовой системы «КонсультантПлюс» (дата обращения: 31.05.2018).
4. Инструкция о порядке предоставления и использования «окон» для ремонтных и строительно-монтажных работ на железных дорогах ОАО «РЖД» : утв. распоряжением ОАО «РЖД» от 25.12.2014 № 3154р. Доступ из справ.-правовой системы «КонсультантПлюс» (дата обращения: 31.05.2018).
5. Правила технической эксплуатации железных дорог Российской Федерации : утв. приказом Минтранса России от 21.12.2010 № 286 (ред. от 09.02.2018). URL: [www.pravo.gov.ru](http://www.pravo.gov.ru) (дата обращения: 31.05.2018).
6. Инструкция по обеспечению безопасности движения поездов при производстве путевых работ : утв. распоряжением от 14.12.2016 г. № 2540р // Доступ из справ.-правовой системы «КонсультантПлюс» (дата обращения: 31.05.2018).
7. Совершенствование технологического обслуживания бесстыкового пути / С. А. Косенко [и др.] // Транспорт Урала. 2016. № 2 (49). С. 44–47.
8. Способ замены зажатых уравнильных рельсов и рельсов временного восстановления плети бесстыкового пути (варианты) : пат. 2643324 Рос. Федерация: МПК E01B 29/05 / Шуругин А. С., Шаньгин Р. В., Косенко С. А., Акимов С. С., Старовойт Н. Н. ; заявитель и патентообладатель Открытое акционерное общество «Российские железные дороги» ; заявл. 02.09.2016 ; опубл. 31.01.18, Бюл. № 4.
9. Положение о системе ведения путевого хозяйства ОАО «Российские железные дороги» : утв. распоряжением ОАО «РЖД» от 31.12.2015 № 3212р. Доступ из справ.-правовой системы «КонсультантПлюс» (дата обращения: 31.05.2018).
10. ГОСТ Р 51685–2013. Рельсы железнодорожные. Общие технические условия : утв. и введ. в действие приказом Росстандарта от 14.10.2013 № 1155-ст. М. : Стандартинформ, 2014.
11. Kosenko S. A., Akimov S. S. Performance characteristics of differentially quenched rails // Magazine of Civil Engineering. 2017. № 7. P. 94–105.

12. ГОСТ 32698–2014. Скрепление рельсовое промежуточное железнодорожного пути. Требования безопасности и методы контроля : утв. приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 13 декабря 2011 г. № 932-ст. М. : Стандартинформ, 2015. 15 с.

13. Анализ технического состояния бесстыкового пути на Западно-Сибирской железной дороге / Д. В. Величко, Д. Г. Шелеметьев, Е. С. Антерейкин, А. А. Николаенко // Вестник Сибирского государственного университета путей сообщения. 2017. № 3 (42). С. 5–11.

14. ГОСТ 33330–2015. Шпалы железобетонные для железных дорог колеи 1520 мм. Общие технические условия. М. : Стандартинформ, 2016. 31 с.

15. Косенко С. А., Акимов С. С. Причины отказов элементов железнодорожного пути на полигоне Западно-Сибирской железной дороги // Вестник Сибирского государственного университета путей сообщения. 2017. № 3 (42). С. 26–34.

16. ГОСТ 7392–2014. Щебень из плотных горных пород для балластного слоя железнодорожного пути. Технические условия. Введ. в действие приказом Росстандарта от 09.07.2015 № 893-ст. М. : Стандартинформ, 2015. 35 с.

17. Карпущенко Н. И., Величко Д. В., Бобовникова Н. А. Влияние ширины колеи и состояния частей подвижного состава на интенсивность износов // Транспорт Российской Федерации. 2010. № 3 (28). С. 13.

18. Виброзащитные конструкции пути для транспортных тоннелей и метрополитенов / Н. И. Карпущенко [и др.] ; отв. ред. Н. И. Карпущенко. Новосибирск : Наука, 2011. 200 с.

S. A. Kosenko, S. V. Bogdanovich, S. S. Akimov

### **Designing Gridiron Stations for Heavy Railway Traffic Organization**

**Abstract.** The article is devoted to the designing gridiron stations for ensure the uninterrupted movement of long and heavy trains. On the West-Siberian Railway, this issue is most relevant in connection with the annually significantly increasing volumes of loading.

The growth of traffic is hampered by various objective factors. Among many, this is insufficient track development and critical filling of the train traffic graphs. This task should be solved simultaneously for stations and for distances. In order to increase the capacity of the Novosibirsk-Barnaul route, in particular the Cherepanovo-Srednesibirskaya site, the possibility of carrying out measures to increase to unified lengths of receiving and sending routes at stations. Operational and technical characteristics of the section are given.

For design, station U, located on the Cherepanovo-Srednesibirskaya site, is considered. The analysis of the station's track development and the design of the receiving and sending tracks is performed. The rationale for the reconstruction of the even neck of the station has been fulfilled, and possible options for lengthening the receiving and sending routes have been proposed. The technology and organization of track works production for the reconstruction of the even neck for the proposed options for lengthening the receiving and sending routes have been developed. The rational composition of the path and machine monitors, the front of the work and the duration of the window time were determined. The technical and economic assessment of the proposed options for extending the receiving and sending routes to unified lengths is given. The constructions of the upper structure track elements for laying in straight lines and curves of various radii at stations and hauls from the condition for the movement of heavy trains are substantiated and proposed.

In addition, an increase in axle loads of up to 25 tons per axle also requires the upgrading of existing track structures and turnouts to extend the service life in difficult conditions.

**Key words:** *heavy traffic; carrying capacity; construction; reconstruction; permanent way; rail fastenings.*

**Косенко Сергей Алексеевич** – доктор технических наук, профессор кафедры «Путь и путевое хозяйство» СГУПС. E-mail: kosenko.s.a@mail.ru

**Богданович Светлана Васильевна** – кандидат технических наук, доцент кафедры «Управление эксплуатационной работой» СГУПС. E-mail: s.v.bogdanovich@mail.ru

**Акимов Сергей Сергеевич** – аспирант кафедры «Путь и путевое хозяйство» СГУПС. E-mail: ak\_s\_s@mail.ru