

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ
УЧРЕЖДЕНИЕ ОБРАЗОВАНИЯ
«БЕЛОРУССКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ТРАНСПОРТА»

Кафедра проектирования, строительства и эксплуатации
транспортных объектов

В. В. РОМАНЕНКО

ОСНОВЫ ЭКСПЛУАТАЦИИ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОГО ПУТИ

*Рекомендовано учебно-методическим объединением
по образованию в области транспорта и транспортной деятельности
для обучающихся по специальности 1-44 01 03
«Организация перевозок и управление на железнодорожном транспорте»
в качестве пособия по учебной дисциплине
«Устройство и эксплуатация железнодорожного пути»*

Гомель 2021

УДК 625.17(075.8)
ББК 39.211-08
Р69

Рецензенты: кафедра транспортной инфраструктуры Днепропетровского национального государственного университета железнодорожного транспорта им. акад. В. Лазаряна (зав. кафедрой – д-р техн. наук, профессор *А. Л. Тюткин*, доцент кафедры, директор центра развития профессионального образования канд. техн. наук, доцент *А. М. Патласов*)
начальник отдела пути Гомельского отделения Белорусской железной дороги *Ю. В. Мицук*

Романенко, В. В.

Р69 Основы эксплуатации железнодорожного пути : пособие / В. В. Романенко ; М-во трансп. и коммуникаций Респ. Беларусь, Белорус. гос. ун-т трансп. – Гомель : БелГУТ, 2021. – 79 с.
ISBN 978-985-891-043-3.

Изложены причины появления и способы предупреждения неисправностей геометрии рельсовой колеи и элементов верхнего строения пути, основные положения системы ведения путевого хозяйства, принятой на Белорусской железной дороге, основные сведения о путевых машинах и механизмах, порядок организации производства путевых работ по замене рельсошпальной решетки, основы разработки технологических процессов ремонтов железнодорожных путей с применением современных путевых машин.

Предназначено для студентов факультета управления процессами перевозок специальности 1-44 01 03 «Организация перевозок и управление на железнодорожном транспорте» дневной и заочной форм получения образования для выполнения курсовой работы по дисциплине «Устройство и эксплуатация железнодорожного пути».

УДК 625.17(075.8)
ББК 39.211-08

ISBN 978-985-891-043-3

© Романенко В. В., 2021
© Оформление. БелГУТ, 2021

ОГЛАВЛЕНИЕ

Введение	5
1 Механизация и механизация путевого хозяйства	6
1.1 Неисправности железнодорожного пути	7
1.1.1 Неисправности в продольном профиле и по уровню	8
1.1.2 Неисправности рельсовых нитей в плане	10
1.1.3 Неисправности ширины рельсовой колеи	10
1.1.4 Неисправности, возникающие в рельсах	11
1.2 Путевые механизмы	13
1.2.1 Путевой гидравлический инструмент	13
1.2.2 Путевой электроисполнительный инструмент	15
1.3 Путевые машины	17
1.3.1 Транспортировка звеньев рельсошпальной решетки	17
1.3.2 Замена рельсошпальной решетки	18
1.3.3 Транспортировка стрелочных переводов	21
1.3.4 Замена стрелочных переводов	22
1.3.5 Очистка щебеночного балласта	24
1.3.6 Выправка пути в плане, в профиле и по уровню	26
1.3.7 Выправка стрелочных переводов в профиле и в плане	29
1.3.8 Динамическая стабилизация пути	30
1.3.9 Комплексная выправка пути	31
1.3.10 Планировка балластной призмы	31
1.3.11 Шлифование рельсов	32
2 Технические, технологические и организационные основы ведения путевого хозяйства	33
2.1 Система ведения путевого хозяйства Белорусской железной дороги	33
2.1.1 Классификация железнодорожных путей	33
2.1.2 Классификация путевых работ	37
2.2 Основы планирования и организации путевых работ	44
2.2.1 Периодичность выполнения ремонтов пути	44
2.2.2 Этапы выполнения ремонтов, методы и способы производства работ. Понятие о технологических процессах производства путевых работ	47
2.2.3 Путевые машинные станции, их производственные базы	49
2.3 Порядок определения продолжительности «окна» по замене рельсошпальной решетки	50
2.4 Составление ведомости затрат труда	53
2.5 Принципы построения графика производства работ в «окно»	55
3 Организация основных работ по ремонту пути в «окно»	57

3.1	Определение нормативно-технических требований к конструкции верхнего строения пути.....	57
3.1.1	Характеристика верхнего строения пути до ремонта	57
3.1.2	Характеристика верхнего строения пути после ремонта	57
3.2	Обоснование назначения вида ремонта пути	58
3.3	Составление ведомости объемов работ	59
3.4	Определение поправочных коэффициентов	60
3.5	Определение продолжительности «окна» по замене рельсошпальной решетки	62
3.6	Составление ведомости затрат труда по техническим нормам.....	65
3.7	График производства основных работ в «окно» по замене рельсошпальной решетки	69
3.8	Обеспечение безопасности движения поездов при производстве путевых работ	70
	Список литературы	75
	Приложение А Исходные данные для выполнения курсовой работы.....	77

ВВЕДЕНИЕ

На Белорусской железной дороге согласно Приказу от 17.12.2018 № 1072 НЗ утвержден и введен в действие с 01.01.2019 стандарт организации СТП БЧ 56.388-2018 «Положение о системе ведения путевого хозяйства Белорусской железной дороги».

Стандарт организации СТП БЧ 56.388-2018 устанавливает общие принципы, технические параметры и нормативно-технические требования к системе ведения путевого хозяйства Белорусской железной дороги исходя из условий обеспечения безопасности движения поездов с установленными скоростями и эффективного использования материальных, трудовых и финансовых ресурсов.

Требования стандарта распространяются на все участки Белорусской железной дороги, по которым обращаются пассажирские поезда со скоростью до 250 км/ч, рефрижераторные – до 120 км/ч, грузовые – до 90 км/ч с осевыми нагрузками до 245 кН/ось (25 тс/ось).

Технологический процесс производства путевой работы определяет строгий порядок выполнения отдельных операций по времени и месту, расстановки рабочих и машин, доставки материалов к месту работы и имеет целью выполнение работы с наименьшими затратами труда и наиболее эффективным использованием средств механизации.

Для путевых работ, производство которых связано с движением поездов и безопасностью их следования, правильно разработанные технологические процессы приобретают особо важное значение. Они составляются в увязке с конкретным графиком движения поездов и включают следующие данные:

- характеристику верхнего строения пути;
- продолжительность «окна» в графике движения поездов;
- фронт работ в «окно»;
- условия производства работ с указанием порядка руководства ими, а также порядка пропуска поездов по месту работ;
- данные по организации работ с расчетом рабочей силы;
- графики выполнения работ, наглядно показывающие порядок их выполнения, распределение рабочей силы, машин и механизмов по отдельным операциям;
- перечень потребных путевых инструментов и механизмов.

Таким образом, в технологическом процессе приводятся все сведения, необходимые для правильной организации работ.

1 МЕХАНИЗАЦИЯ И МАШИНИЗАЦИЯ ПУТЕВОГО ХОЗЯЙСТВА

Одним из важнейших хозяйств, от которого зависит работоспособность всей железной дороги, является **путевое хозяйство**. От его состояния и мощности обустройств в значительной степени зависят пропускная способность дороги, безопасность и допускаемые скорости движения поездов.

Путевое хозяйство Белорусской железной дороги (БЖД), по состоянию на 01.01.2021 г. – около 12 тыс. км железнодорожных путей, из которых 7,2 тыс. км – главные пути, 12,4 тыс. стрелочных переводов, 1903 моста (в том числе путепроводы), 1750 железнодорожных переездов. Протяженность железнодорожного пути, уложенного на железобетонных шпалах в главных путях, – 7096,8 км, в станционных и специальных – 2326,8 км. Протяженность бесстыкового пути в главных путях – 4865,1 км. Общая протяженность электрифицированных линий – 1227,9 км.

Планомерная работа по модернизации и ремонту пути, проводимая путевым хозяйством, направлена на обеспечение и поддержание высокого уровня безопасности железнодорожных перевозок, а также комфорта пассажиров.

Содержание путевого хозяйства и его ремонт обеспечивают 20 дистанций пути, 7 путевых машинных станций, центр механизации путевых работ, рельсоварочный поезд, 6 дистанций защитных лесонасаждений [1].

Дистанция пути (ПЧ), например, Гомельская дистанция пути РУП «Гомельское отделение Белорусской железной дороги» – структурное подразделение железной дороги. Основной задачей ПЧ является *текущее содержание пути*, земляного полотна, искусственных, а также других сооружений и устройств путевого хозяйства в рабочем состоянии для обеспечения безопасного и бесперебойного движения поездов.

Путевые работы производятся в основном с использованием путевых инструментов и находящихся на балансе ПЧ выправочно-подбивочно-рихтовочных машин типа ВПР и ВПРС, а также ДГК^У, МПТ, кранов КДЭ на железнодорожном ходу.

Республиканское унитарное предприятие «Ремпуть Белорусской железной дороги» (образовано 1 апреля 2020 года) включает семь **путевых машинных станций (ПМС)**, например, ПМС-Гомель РУП «Ремпуть Белорусской железной дороги».

Основными целями деятельности предприятия является своевременное и качественное *выполнение ремонта железнодорожных путей*. Помимо деятельности, которая непосредственно связана с работой на железнодорожных путях, ПМС уделяет внимание охране окружающей среды от загрязнений и иных неблагоприятных воздействий, поддерживает в исправном состоянии здания, сооружения, механизмы и устройства. *Работы выполняются с применением машин тяжелого типа*, таких как укладочные краны УК 25/9-18 и УК 25/25, электробалластеры типа ЭЛБ, путерихтовочные машины типа ПРБ,

выправочно-подбивочно-отделочные машины типа ВПО-3000, а также путевой техники, находящейся на балансе центра механизации путевых работ.

Основной деятельностью **Эксплуатационного республиканского унитарного предприятия «Центр механизации путевых работ Белорусской железной дороги»** является ремонт и техническое обслуживание путевых машин для обеспечения деятельности по эксплуатации и содержанию железнодорожного пути. На балансе предприятия имеются железнодорожно-строительные путевые машины фирмы *Plasser & Theurer* такие как RM-76, RM-80, ВПРС-08, ВПР-09, ВПР-08, Dynamic express 09-3X, SSP-110, DGS-62, МФС-240, COMPEL VAC 500 RD.

Основные направления деятельности Эксплуатационного республиканского унитарного предприятия «**Рельсосварочный поезд №10** станции Орша Белорусской железной дороги» (РСП): сварка рельсов в плети бесстыкового пути электроконтактным способом в стационаре, ремонт старогодных рельсов, восстановление плетей бесстыкового пути рельсосварочными машинами и т. п.

Дистанция защитных лесонасаждений (ПЧЛ), например, Транспортное республиканское унитарное предприятие «Гомельское отделение Белорусской железной дороги» Гомельская дистанция защитных лесонасаждений. Основной задачей является создание и текущее содержание минерализованных полос, снос и уборка аварийных деревьев, текущее содержание газонов, озеленение и т. п.

1.1 Неисправности железнодорожного пути

Текущее содержание пути, кроме выполнения путевых работ, предусматривает диагностику состояния пути и на ее основании планирование объемов работ, контроль за их выполнением и оценку качества, в т. ч. с применением автоматизированных систем управления.

Так как основной задачей текущего содержания пути является обеспечение безопасности движения поездов, диагностика состояния пути должна обеспечивать своевременное обнаружение неисправностей пути и элементов верхнего строения пути с целью проведения мероприятий по предупреждению их развития.

Под действием поездов и атмосферных явлений в железнодорожном пути происходит *накопление остаточных деформаций*, которые приводят к **неисправностям пути**. Различают неисправности в плане, профиле и по уровню, а также неисправности элементов верхнего строения пути (рельсов, шпал, креплений) [2].

Планом линии называется проекция трассы на горизонтальную плоскость (рисунок 1.1), а проекция трассы на вертикальную плоскость – **продольным профилем линии** (рисунок 1.2).

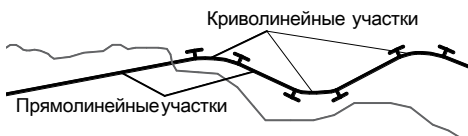


Рисунок 1.1 – План линии



Рисунок 1.2 – Продольный профиль

В плане путь состоит из *прямолинейных* (прямых) и *криволинейных* (кривых) участков. В продольном профиле – из *спусков*, *подъемов* и *горизонтальных площадок*.

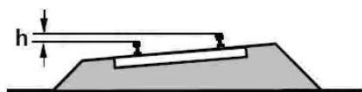


Рисунок 1.3 – Возвышение наружного рельса в кривых

Взаимное расположение рельсовых нитей определяется как **уровень**. В прямолинейном участке пути рельсовые нити должны находиться в одном уровне (0 ± 6 мм), в криволинейном участке (рисунок 1.3) устраивается возвышение наружного рельса (h).

Таким образом, неисправностями в плане являются *отклонения от прямолинейного положения* в прямом участке пути и *от требуемой кривизны* в кривой. К неисправностям в продольном профиле относят *отклонения от необходимой высоты уровня головки рельса*, а по уровню – *разницу между поверхностями катания рельсов более 6 мм* в прямых и *возвышение наружного рельса более или менее установленного* в кривых. Ряд неисправностей является следствием отклонений, приведенных выше, а также сочетания нескольких отклонений [8].

1.1.1 Неисправности в продольном профиле и по уровню

Просадки – волнообразные отклонения по уровню одной рельсовой нити на протяжении менее 10 м. Односторонние (рисунок 1.4, ΔZ_2) и двухсторонние просадки (рисунок 1.4, ΔZ_1).

Перекосы – последовательные отклонения по уровню и в продольном профиле обеих рельсовых нитей в разные стороны на расстоянии между вершинами менее 20 м (рисунок 1.4, ΔZ_3).

Причины: неодинаковая степень упругости балласта под шпалами (нарушение равноупругости подшпального основания) вследствие загрязнения балласта и/или деформаций земляного полотна.

Предупреждение: обеспечение отвода воды от балластной призмы; принятие мер по уменьшению загрязнения балласта, своевременная очистка балласта, равномерное его уплотнение под шпалами; содержание чистой обочины земляного полотна, спланированной с уклоном от балластной призмы; своевременная очистка кюветов, придание им уклона, исключающего застой воды; трамбовка балласта в шпальных ящиках и у торцов шпал, для предотвращения образования щелей в балластном слое; удаление мокрого снега, выпадающего осенью и весной (иначе образующаяся вода увлажнит балластную

призму и она станет менее устойчивой); обеспечение равноупругости подрельсового основания (расположение шпал по эюре, т. е. установление одинакового расстояния между их осями).

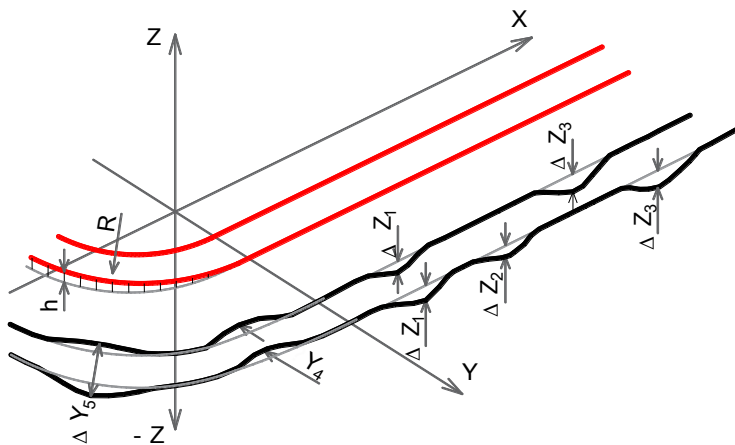


Рисунок 1.4 – Неисправности геометрии рельсовой колеи

Способы устранения: выправка пути по уровню различными способами, в том числе с использованием путевых механизмов и машин.

Вследствие плохого качества балласта (потеря дренирующих свойств) зимой, при отрицательных температурах, вода, находящаяся в балласте, замерзает и увеличивается в объеме, тем самым образуя **пучинный горб** (рисунок 1.5), при оттаивании балласта в этом месте образуется **выплеск** (рисунок 1.6).

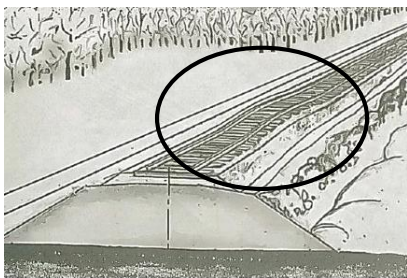


Рисунок 1.5 – Пучинный горб



Рисунок 1.6 – Выплеск

Причины: наличие в теле земляного полотна на основной площадке балластных корыт, лож, мешков и сильное загрязнение балласта, переувлажнение балластной призмы.

Предупреждение: качественный отвод воды, своевременная очистка балласта, плотная подбивка щебня под шпалами.

Способы устранения: при ремонтах пути – оздоровление основной площадки, очистка щебня; при текущем содержании пути – устройство плавных отводов от пучинного горба; замена балласта в местах выплесков на чистый.

1.1.2 Неисправности рельсовых нитей в плане

Угол – отклонение рельсошпальной решетки относительно прямолинейного направления либо от необходимой кривизны (см. рисунок 1.4, Y_n).

Извилина – последовательные разносторонние отклонения рельсошпальной решетки относительно прямолинейного направления либо от необходимой кривизны (см. рисунок 1.4, ΔY_4 и рисунок 1.7).

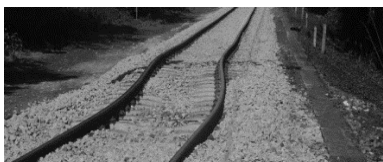


Рисунок 1.7 – Извилина

Причины: горизонтальные поперечные силы, действующие на путь от подвижного состава, загрязненность балласта и недостаточная ширина плеча балластной призмы.

Предупреждение: балласт в шпальных ящиках и за торцами шпал должен быть всегда утрамбован, а балластная

призма сформирована в соответствии с типовыми профилями.

Способы устранения: назначают **рихтовку пути** – выправку пути в плане т. е. сдвигу рельсошпальной решетки в поперечном направлении с использованием путевых механизмов и машин.

1.1.3 Неисправности ширины рельсовой колеи

Ширина рельсовой колеи – расстояние между внутренними гранями головок рельсов, измеренное на уровне 13 мм ниже поверхности катания. Внутреннюю грань головки рельса еще называют **рабочая грань головки рельса**.

Уширение – изменение ширины колеи в сторону увеличения (более 1528 мм) (см. рисунок 1.4, ΔY_5 и рисунок 1.8).

Сужение – изменение ширины колеи в сторону уменьшения (менее 1516 мм) (см. рисунок 1.4, ΔY_6).

Причины: *уширение на деревянных шпалах* – разработка костыльных отверстий; *на железобетонных шпалах* – боковой износ рельсов; *сужение на деревянных шпалах* – зимой напрессовка снега под рельсами; *на железобетонных шпалах* – из-за люфтов между ребордами подкладок и боковыми гранями подошвы рельса.

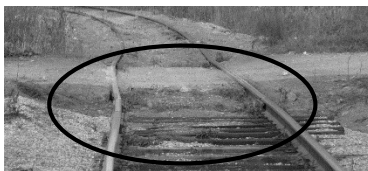


Рисунок 1.8 – Уширение колеи

Предупреждение: на *деревянных шпалах* – сокращение числа перешивок; соблюдение технологии перешивки; предварительное сверление костыльных отверстий в новых шпалах; антисептирование отверстий в шпалах; недопущение зашивки гнутыми костылями и т. п., а также периодическое добавление железобетонных шпал; на *железобетонных шпалах* – своевременная замена изношенных резиновых прокладок металлических подкладок.

1.1.4 Неисправности, возникающие в рельсах

Износ рельсов – результат истирания рабочих (внутренних) граней головок рельсов, возникающий при взаимодействии рельсов с колесами подвижного состава. У новых рельсов износ равен нулю, в процессе эксплуатации он увеличивается и при превышении своих допускаемых значений является неисправностью.

Волнообразный износ рельсов – деформация поверхности катания головки рельса (рисунок 1.9).

Причины появления: низкое качество металла, отклонения положения рельсовых нитей в плане и профиле, проскальзывание колес вагонов (в кривых), несоблюдение эшпюры шпал.

Предупреждение: повышение качества рельсов при изготовлении, обеспечение равноупругости подшпального основания, исправность подвижного состава.

Способы устранения: шлифование рельсов, а при превышении допустимых норм износа – замена.

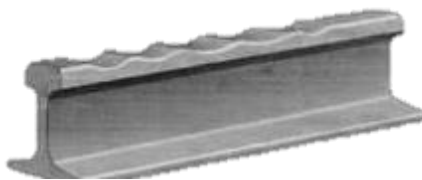


Рисунок 1.9 – Волнообразный износ рельса

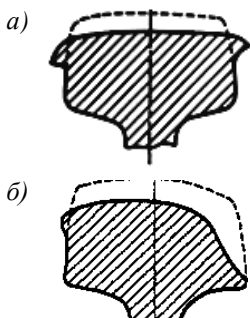


Рисунок 1.10 – Неравномерный износ рельса:
а – внутреннего;
б – наружного

Неравномерный износ рельсов в кривых участках пути.

Интенсивное смятие поверхности катания головки внутреннего рельса в кривой (рисунок 1.10, а) при отсутствии или незначительном боковом износе головки наружного рельса или даже образования на ней наплыва металла является признаком чрезмерного возвышения наружного рельса, так как при этом давление на внутренний рельс существенно увеличивается.

Причины появления: чрезмерное возвышение наружного рельса, сужение рельсовой колеи, малый радиус кривой.

Предупреждение: расчет величины возвышения в соответствии с реализуемыми

скоростями движения; содержание пути по ширине колеи и по уровню в соответствии с нормами; в кривых малого радиуса смазка рабочей грани рельсов.

Способы устранения: профильное шлифование рельсов, а при сверхнормативном износе – замена рельсов.

Интенсивный боковой износ головки наружного рельса (рисунок 1.10, б) свидетельствует об усилении давления за счет либо недостаточного возвышения наружного рельса, либо нарушения правильности установки и работы рельсосмазывателей.

Угон пути – продольное перемещение рельсов (рельсовых плетей) относительно шпал либо рельсошпальной решетки относительно балласта под действием продольных сил, создаваемых движущимися подвижными составами и изменениями температуры.

Угон вызывает либо слитые, либо сильно растянутые зазоры в стыках, перекашивает шпалы относительно поперечной оси пути и смещает их на менее уплотненный балласт. Несколько подряд расположенных слитых зазоров могут привести к выбросу пути. Признаки появления угона приведены на рисунке 1.11.

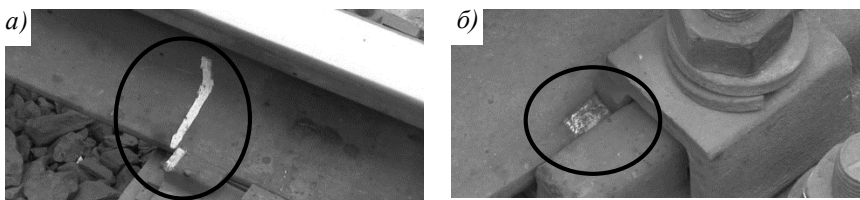


Рисунок 1.11 – Признаки появления угона:

а – расхождение трещины на маячной шпале и подошве рельсовой плети;

б – следы от клеммы на подошве рельса

Причины: удар колеса о впередилежащий конец рельса, изгиб рельса под тяжестью колеса, действие сил торможения, действие температурных колебаний.

Последствия угона: срез стыковых болтов, излом накладок, уширение колеи и, как следствие, полное расстройство пути. Угон пути вызывает дополнительные работы по перешивке ширины колеи, перегонке шпал, разгонке стыковых зазоров.



Рисунок 1.12 – Правильное положение противоугона относительно шпалы

Предупреждение: пополнение противоугонов до нормы и правильная их установка (рисунок 1.12), подкрепление противоугонов и/или клеммных болтов, добивка костылей, подтягивание болтов в стыках, достаточное количество утрамбованного балласта в шпальных ящиках.

Способы устранения: разгонка или регулировка зазоров, перешивка ширины колеи.

1.2 Путьевые механизмы

В путьевом хозяйстве большое распространение получили *гидравлические и электрические инструменты* [3].

1.2.1 Путьевой гидравлический инструмент

Для выполнения работ по ремонту и текущему содержанию пути используется **путьевой гидравлический инструмент**: путьевые домкраты, рихтовщики, разгоночные приборы, натяжные устройства, шпалоперегонщики.

Достоинствами являются: значительный выигрыш в силе по сравнению с рычажными инструментами, отсутствие необходимости в дизельном топливе или бензине, экологическая чистота, компактность, небольшая масса, простота в обслуживании, удобство в обращении. Однако при низких температурах гидравлический инструмент работает неустойчиво.

Путьевой гидравлический домкрат – грузоподъемный механизм, обычно небольших размеров, предназначенный для плавного поднятия рельсошпальной решетки (или другого элемента верхнего строения пути) на необходимую высоту и надежной фиксации ее в таком положении (рисунок 1.13).

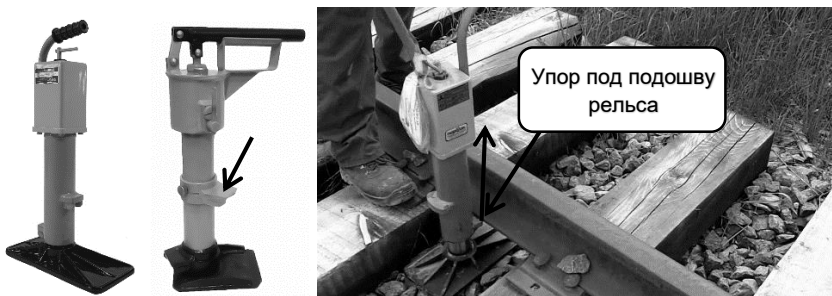


Рисунок 1.13 – Путьевой гидравлический домкрат

Главное преимущество домкратов в том, что, прикладывая сравнительно небольшое усилие, можно поднимать и опускать объекты значительной массы. При этом обеспечивается плавность хода, в том числе обратного.

Путьевой гидравлический рихтовщик – механизм, предназначенный для поперечной сдвижки (рихтовки) рельсошпальной решетки в плане (рисунок 1.14).

Устанавливается между шпалами так, чтобы одна из упорных ступеней корпуса вошла под подошву рельса. В результате создания усилия, рельсошпальная решетка сдвигается.

Путьевой гидравлический разгонщик применяется для продольного перемещения рельсов, рельсовых плетей и получения необходимых стыковых зазоров между их торцами (рисунок 1.15). Разгонщик рельсов состоит из двух

корпусов, внутри которых находятся зажимные клинья. Разгонщик устанавливается в стыке, под давлением клинья зажимают головки рельсов и осуществляется раздвигание рельсов на необходимую величину.

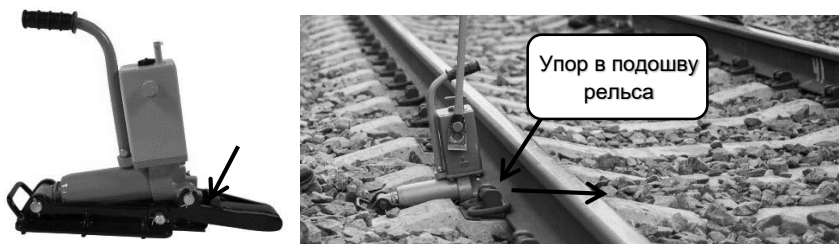


Рисунок 1.14 – Путьевой гидравлический рихтовщик

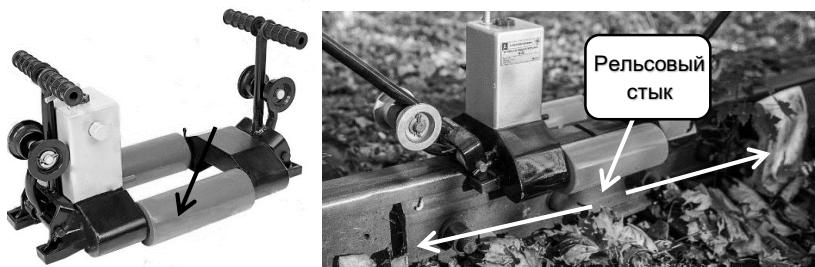


Рисунок 1.15 – Путьевой гидравлический разгонщик

Шпалоперегонщик (рисунок 1.16) применяется при путевых работах по ремонту и текущему содержанию пути для перегонки (продольному смещению) и установки по эпюре деревянных и железобетонных шпал без предварительного удаления балласта из соседних шпальных ящиков.

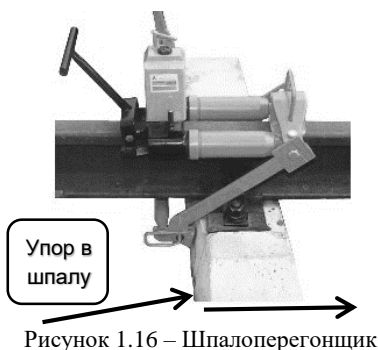


Рисунок 1.16 – Шпалоперегонщик

Применяется для восстановления равноупругости подрельсового основания, так как расстояние между осями шпал должно быть одинаковым.

Принудительный ввод плетей в оптимальный интервал температур закрепления плетей бесстыкового пути выполняется с использованием **гидравлических**

натяжных устройств (ГНУ). Применение ГНУ позволяет удлинить плеть и закрепить ее в таком состоянии, чтобы обеспечить закрепление плетей сразу на постоянный режим эксплуатации.

1.2.2 Путьевой электроисполнительный инструмент

В зависимости от назначения, различают электрические инструменты, предназначенные для работы: с рельсами (рельсорезные, рельсоверлильные, рельсошлифовальные станки), с балластом (электрошпалоподбойки), со скреплениями (шуруповёрты, гаечные ключи).

К *достоинствам* относится: высокий коэффициент полезного действия электродвигателей, надежная работа при отрицательных температурах, меньшая стоимость электроэнергии по сравнению с другими видами.

Недостатки: большая масса электроинструмента и передвижных электростанций, сложности с организацией электроснабжения от постоянных линий, необходимость принятия мер по защите работников от электрического тока.

Энергетической базой для путевого инструмента и механизмов являются: передвижные электростанции, постоянные электрические сети, двигатели внутреннего сгорания, установленные на механизмах.

Рельсорезный станок предназначен для поперечной резки рельсов.

Различают два вида станков:

– станки первой группы режут рельс при помощи ножовочного полотна, которое движется поперек рельса при помощи кривошипно-шатунного механизма (рисунок 1.17, *а*).

– вторая группа станков использует в качестве режущего инструмента абразивный отрезной круг, работающий от источника питания либо с приводом от бензинового двигателя (рисунок 1.17, *б*).

Применяются для обрезки рельсов, вырезки дефектного куска рельсовой плети в которой обнаружен дефект при ее восстановлении и т. п.

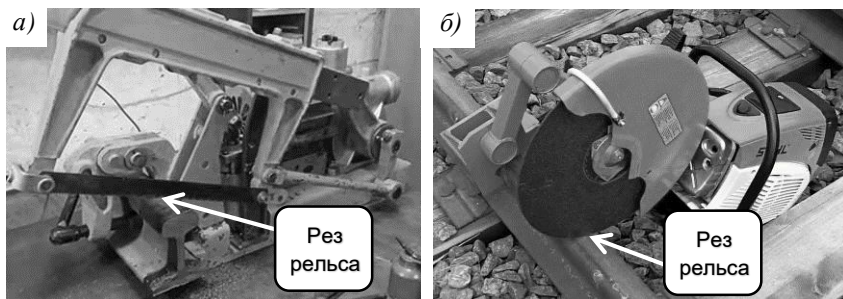


Рисунок 1.17 – Рельсорезный станок:
а – первой группы; *б* – второй группы

Рельсоверлильный станок – путьевой механизм для сверления отверстий под стыковые болты в шейке рельса (рисунок 1.18). Применяются при работах по восстановлению целостности рельсовой плети, после вырезки дефектного куска рельса и вставки вместо него рельса без дефекта для постановки стыковых накладок.

Применяют станки как работающие от источника питания, так и с приводом от бензинового двигателя.

Рельсошлифовальный станок (рельсошлифовалка) – путевой механизм для шлифования поверхностей рельсов и элементов стрелочных переводов (рисунок 1.19). Основной рабочий орган представлен абразивным шлифовальным кругом (камнем), который оснащен приводом от электрического или бензинового двигателя.

Применяется для шлифования стыков после сварки рельсов либо наплавки концов рельсов, наплавленных острияков, крестовин, концов рельсов, снятия боковых накатов с рельсов и элементов стрелочных переводов и т. п.



Рисунок 1.18 – Рельсоверлильный станок

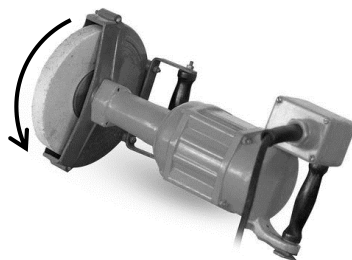


Рисунок 1.19 – Рельсошлифовалка



Рисунок 1.20 – Электрошпалоподбойка

Электрошпалоподбойка (рисунок 1.20) применяется для уплотнения щебеночного балласта под шпалами при текущем содержании и ремонтах пути, при выправочных работах в продольном профиле и по уровню (устранение просядок, перекосов и т. п.), после ликвидации выплесков и сдвижки рельсошпальной решетки в плане.

При выправке просядки либо перекоса, подбивка щебня под шпалами выполняется несколькими механизмами одновременно, для работы необходим источник питания.

Уплотнение балласта происходит за счет передачи энергии колебаний подбивочному полотну, погруженному в балласт. За счет вибрации происходит уплотнение щебня под шпалой.

Для работы со скреплением используются шуруповерты и гаечные ключи.

Путевой электрический шуруповерт предназначен для завинчивания и отвинчивания шурупов, гаек клеммных и закладных болтов, а также для сверления отверстий под шурупы и костыли.

Применяется при сборке звеньев рельсошпальной решетки на звеносборочной базе путевой машинной станции для прикрепления рельсов к шпалам, например, при скреплении КБ (рисунок 1.21), сплошного отвинчивания и завинчивания гайк клеммных болтов при замене инвентарных рельсов плетями бесстыкового пути.

Электрогаечные ключи предназначены для отвертывания и завертывания гайк стыковых болтов. Применяются при монтаже и демонтаже рельсовых стыков при работах по замене рельсошпальной решетки.

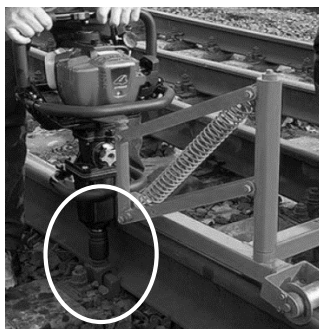


Рисунок 1.21 – Электрический путевой шурупверт

1.3 Путевые машины

1.3.1 Транспортировка звеньев рельсошпальной решетки

Транспортировка звеньев производится на четырехосных платформах, оборудованных УСО в виде **пакета** – определенного количества звеньев, уложенных друг на друга. При железобетонных шпалах со скреплением КБ – не более 6 шт., скреплении СБ-3 – не более 5 шт., при деревянных шпалах и рельсах типа Р65 и Р75 – не более 6 шт., типа Р50 – не более 7 шт. Погрузка одного звена (при длине рельсов 25,0 м) выполняется на сцеп из двух платформ.

Унифицированное съемное оборудование УСО-4 (рисунок 1.22) представляет комплект, включающий два портала, роликовый транспортер и рельсовые упоры. Оборудование предназначено для ограничения продольных и поперечных перемещений пакетов звеньев рельсошпальной решетки на железнодорожных платформах при их транспортировке, а также обеспечения перемещения пакетов при перетяжке их по платформам.

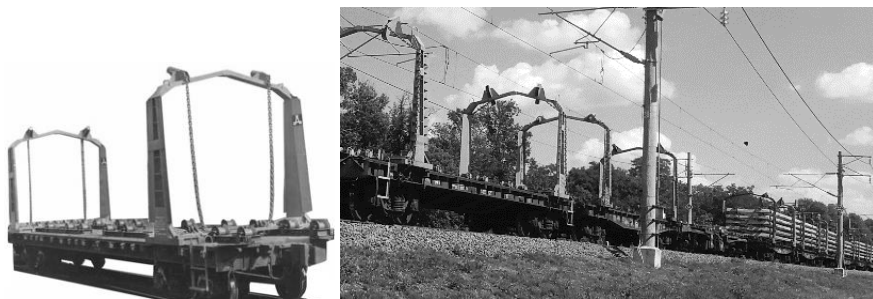


Рисунок 1.22 – Платформы для транспортировки пакетов звеньев

1.3.2 Замена рельсошпальной решетки

Укладочный кран на железнодорожном ходу – самоходная машина с горизонтальной консольной стрелой, под которой на платформе крана и платформе, находящейся рядом с краном, размещают звенья. Для производства работ укладочный кран включается (в зависимости от назначения) в путеразборочный или путеукладочный состав. **Укладочный кран УК 25/9, УК 25/9-18** предназначен для демонтажа и монтажа рельсошпальной решетки звеньями длиной до 25 метров на деревянных (УК 25/9) и железобетонных (УК 25/9-18) шпалах (рисунок 1.23).



Рисунок 1.23 – Звеньевой путеукладочный кран УК 25/9-18

При демонтаже рельсошпальной решетки снимаемое звено закрепляется траверсой крана за головки рельса, после чего звено предварительно поднимают для осыпания балласта и проверки надежности закрепления траверсы, после чего производится дальнейший подъем звена.



После окончательного подъема звено переносится по стреле крана и опускается на его и расположенную за ним платформы.

После набора полного пакета звеньев его перетягивают на порожние платформы, освобождая платформу крана для набора следующего пакета. За время переноса звена на платформу крана, он отъезжает задним ходом для демонтажа следующего звена.

После работ по демонтажу рельсошпальной решетки бульдозерами производится разравнивание поверхности балластной призмы, на которую будут уложены новые звенья.



Для монтажа звеньев рельсошпальной решетки на платформу крана и расположенную за ним платформу перемещают очередной пакет звеньев.



После закрепления траверсы за рельсы верхнего звена поднимают его и перемещают вперед, после чего опускают звено на балластную призму. После стыкования этого звена с ранее уложенным, кран надвигается на него, одновременно грузовые тележки возвращаются обратно за следующим звеном.



Путеразборочный (путеукладочный) состав L_1 (L_2) включает локомотив, порожние четырехосные платформы, оборудованные УСО, для погрузки пакетов снятых звеньев (груженные – для транспортировки к месту работ пакетов новых звеньев), моторные платформы, путеукладочный кран УК 25/9-18 с платформой, две четырехосные платформы прикрытия (рисунки 1.24 и 1.25).

$$L_1 = L_{\text{лок}} + l_{\text{пл}} n_{\text{пл}}^{\text{пор}} + l_{\text{мп}} n_{\text{мп}} + L_{\text{ук}} + l_{\text{пл}} n_{\text{пр}}; \quad (1.1)$$

$$L_2 = L_{\text{лок}} + l_{\text{пл}} n_{\text{пл}}^{\text{гр}} + l_{\text{мп}} n_{\text{мп}} + L_{\text{ук}} + l_{\text{пл}} n_{\text{пр}}, \quad (1.2)$$

где $L_{\text{лок}}$ – длина локомотива (М-62 = 17,4 м, ТЭ-2 = 21,2 м);

$l_{\text{пл}}$ – длина четырехосной платформы, $l_{\text{пл}} = 14,6$ м;

$n_{\text{пл}}^{\text{пор}}$, $n_{\text{пл}}^{\text{гр}}$ – количество порожних и груженных платформ, оборудованных УСО, шт.;

$l_{\text{мп}}$ – длина моторной платформы, $l_{\text{мп}} = 16,2$ м;

$n_{\text{мп}}$ – количество моторных платформ, $n_{\text{мп}} = 2$ шт.;

$L_{\text{ук}}$ – длина путеукладочного крана УК 25/9-18 с четырехосной платформой прикрытия, не оборудованной УСО, $L_{\text{ук}} = 16,2 + 14,6 = 30,8$ м;

$n_{\text{пр}}$ – количество платформ прикрытия под стрелу крана, $n_{\text{пр}} = 2$ шт.

При фронте работ 1000 м: 1 м. пл. + 8 пл. УСО + 1 м. пл. + 8 пл. УСО + 3 пл. пр. + УК



Рисунок 1.24 – Путеразборочный состав

При фронте работ 1000 м: 3 пл. пр. + УК + 4 пл. УСО + 1 м. пл. + 4 пл. УСО + 1 м. пл. + 4 пл. УСО



Рисунок 1.25 – Путьекладочный состав

Количество порожних и груженных четырехосных платформ, оборудованных УСО:

$$n_{\text{пл}}^{\text{пор}} = n_{\text{пак}}^{\text{д}} k; \quad (1.3)$$

$$n_{\text{пл}}^{\text{гр}} = n_{\text{пак}}^{\text{м}} k; \quad (1.4)$$

где $n_{\text{пак}}^{\text{д}}$, $n_{\text{пак}}^{\text{м}}$ – количество пакетов звеньев, соответственно демонтируемой и монтируемой рельсошпальной решетки, шт.;

k – количество четырехосных платформ, на которые укладывается пакет звеньев, при $l_{\text{зв}} = 12,5$ м $k = 1$ шт., $l_{\text{зв}} = 25,0$ м $k = 2$ шт.

Количество пакетов звеньев демонтируемой и монтируемой рельсошпальной решетки, соответственно на порожних и груженных платформах

$$n_{\text{пак}}^{\text{д}} = n_{\text{зв}}^{\text{д}} / n_{\text{яр}}^{\text{д}}; \quad (1.5)$$

$$n_{\text{пак}}^{\text{м}} = n_{\text{зв}}^{\text{м}} / n_{\text{яр}}^{\text{м}}, \quad (1.6)$$

где $n_{зв}^д, n_{зв}^м$ – количество звеньев, соответственно демонтируемой и монтируемой рельсошпальной решетки, шт.;

$n_{яр}^д, n_{яр}^м$ – количество звеньев, соответственно демонтируемой и монтируемой рельсошпальной решетки, погруженных в виде пакета на один сцеп платформ, шт.

Пакет звеньев – количество звеньев, уложенных друг на друга для транспортировки. Зависит от грузоподъемности платформ, вида шпал, типа рельсов.

Укладочный кран УК-25/25 повышенной грузоподъемности (рисунок 1.26). В рабочем положении телескопическая стрела обеспечивает монтаж (демонтаж) звеньев длиной до 25 метров и массой до 25 т, имеет возможность отклоняться в обе стороны от продольной оси крана на угол до 3°, что позволяет уложить звено на ось пути с большей точностью.



Рисунок 1.26 – Звеньевай путеукладочный кран УК 25/25

1.3.3 Транспортировка стрелочных переводов

Стрелочные переводы транспортируют блоками. Основным способом является перевозка с помощью механизированных платформ.

Платформа механизированная ППК-2В и ППК-3В (рисунок 1.27) предназначены соответственно для транспортировки крестовинного и закрестовинного блоков длиной не более 12,5 м и крестовинного блока стрелочного перевода для скоростного движения на железобетонных или деревянных брусках всех обыкновенных одиночных стрелочных переводов в габарите Т, а также для пропуска через себя других блоков стрелочных переводов.

Перевозка блоков на платформах в горизонтальном положении осуществляется на одной платформе. Недостатком такого способа погрузки является негабаритность груза. Так, при погрузке стрелочного перевода с деревянными

брусьями длиной 4,5 м создается негабаритность IV степени. Поэтому данный способ применяется редко и только для расположенных вблизи от сборочной базы объектов, где отсутствуют мосты с ездой понизу, а также нет расположенных вблизи пути мачт и других негабаритных мест.



Рисунок 1.27 – Механизированные платформы для транспортировки блоков стрелочного перевода в габарите Т

1.3.4 Замена стрелочных переводов

Укладочный кран УК-25СП (рисунок 1.28) для замены стрелочных переводов разработан на базе УК 25/9-18. Самоходный, является головной машиной комплекса, предназначенного для транспортировки и замены блоками стрелочных переводов марок 1/6, 1/9, 1/11 с рельсами Р43, Р50, Р65 на железобетонных и деревянных брусках массой не более 20 т.



Рисунок 1.28 – Путьукладочный кран для замены стрелочных переводов УК-25СП

Кроме замены стрелочных переводов может использоваться для разборки и укладки рельсовых звеньев длиной 12,5 м с деревянными и железобетонными шпалами.

Основные отличия крана УК-25СП от крана УК 25/9-18:

- поворотные порталы по размеру шире (6900 мм), что дает возможность переноса блоков стрелочного перевода с переводными брусьями длиннее шпал;
- в рабочем положении поворотные порталы располагаются перпендикулярно продольной оси крана, в транспортном – под углом, для возможности транспортировки крана в пределах габарита подвижного состава;



- траверсы для захвата звеньев блоков стрелочного перевода специальной конструкции;
- порталы и ферма соединены через ось, что обеспечивает возможность их поворота.

Для замены стрелочных переводов блоками на участках скоростного движения, а также уменьшения времени работы в «окно» разработаны краны повышенной грузоподъемности – **укладочный кран УК-25/28СП** (рисунок 1.29) с телескопической стрелой грузоподъемностью 30 т.



Рисунок 1.29 – Укладочный кран повышенной грузоподъемности УК-25/28СП



Рисунок 1.30 – Замена стрелочного перевода стреловым краном

Кроме специализированной путевой техники, замена стрелочных переводов может производиться с помощью **стреловых кранов на железнодорожном ходу типа КДЭ, ЕДК, КЖ и т. п.** (рисунок 1.30). В зависимости от грузоподъемности крана замена стрелочных переводов на железобетонном основании возможна крупными блоками, а на деревянном основании – целиком. Замена таким способом имеет ряд ограничений при работе на электрифицированных путях, так как на все время работ необходимо снятие контактного провода, либо замена производится краном типа КЖ-971 с телескопической стрелой, рабочее положение которой может быть горизонтальным. Однако применение кранов типа КЖДЭ либо ЕДК позволяет собирать блоки нового стрелочного перевода непосредственно

на самой станции, исключая тем самым транспортные расходы.



1.3.5 Очистка щебеночного балласта

Состояние верхнего строения пути во многом зависит от состояния балластной призмы. Состояние балласта должно *обеспечивать равноупругость и равнопрочность подшпального основания*, т. е. быть *определенных фракций*,

чистым, сухим. Щебеночный балласт должен обладать *хорошими дренажными свойствами*, для чего необходимо своевременно производить оздоровление балластной призмы, в частности – ликвидировать выплески.

Щебнеочистительная машина RM-80 UHR предназначена для глубокой очистки щебеночного балласта (рисунок 1.31) с погрузкой засорителей в специальный подвижной состав и укладки очищенного щебня в путь.



Рисунок 1.31 – Работа щебнеочистительной машины RM-80 UHR

Выборка щебня из пути на заданную глубину (до 1,0 м) производится *выгребным устройством с баровой (скребковой) цепью*. Вырезанный щебень падает на вибрационный грохот.



Вибрационный грохот представляет собой короб с двумя или тремя ситами с отверстиями различных диаметров. Щебень, который остается на ситах, возвращается в путь. Все, что просеивается является засорителем. Конвейеры сброса засорителей позволяют производить их отгрузку в любую из сторон от машины или в специальные полувагоны.



1.3.6 Выправка пути в плане, в профиле и по уровню

Выправка пути – одна из основных работ его текущего содержания и всех видов ремонта. Производится с целью *восстановления равноупругости и равнопрочности подшпального основания.*

Выправочно-подбивочно-отделочная машина ВПО-3000 (рисунок 1.32) непрерывного действия производительностью до 3000 м/ч. Выполняет чистовую дозировку балласта; подъемку пути с его выправкой в плане, по высоте и уровню; объемное уплотнение и планировку балластной призмы.



Рисунок 1.32 – Выправочно-подбивочно-отделочная машина ВПО-3000



Для уплотнения балласта на ВПО-3000 находятся две *вибрационные плиты с дополнительными клиньями*, расположенные по обеим сторонам фермы.

Машина ВПО-3000 применяется в «окно» по замене *рельсошпальной решетки* после укладки новых звеньев для перераспределения щебеночного балласта с отвалов на торцы шпал, а также объемного уплотнения щебня под шпалами для возможности открыть движение поездов с уменьшенной скоростью, движение поездов с установленной скоростью возможно после прохода машины типа ВПР и динамического стабилизатора.

Выправочно-подбивочно-рихтовочная машина ВПР-1200 (рисунок 1.33), ВПР-02 и их модификации (ВПР-03, ВПР-08 и др.) – машины циклического действия, предназначены для выправки железнодорожного пути в плане (рихтовки), в продольном и поперечном профилях, а также для уплотнения (подбивки) балласта при всех видах ремонта и текущем содержании.



Рисунок 1.33 – Выправочно-подбивочно-рихтовочная машина ВПР-02

Основными рабочими органами являются: подбивочный блок, подъемно-рихтовочное устройство и уплотнитель балласта у торцов шпал.

Принцип работы машин циклического действия заключается в том, что выправочная операция производится при остановке машины над подбиваемыми шпалами, т. е. циклами, состоящими из следующих операций: остановка машины; захват рельсов роликами выправочного агрегата; опускание подбивочных блоков; заглупление подбоек в балласт на 0,4–0,6 м; уплотнение балласта при вибрации и сжатии подбоек; разжатие подбоек; возвращение подбивочного блока; размыкание рельсовых захватов.



По каждой рельсовой нити размещено по одному *подбивочному блоку*. В каждом блоке 16 подбоек, которые расположены рядами по 4 подбойки. Это обеспечивает уплотнение щебня за один цикл под двумя рядом лежащими шпалами.

Выправочно-подбивочно-рихтовочная машина ВПР-09 (рисунок 1.34) предназначена для выправки путей с любыми типами верхнего строения пути, обеспечивающей оптимальную геометрию рельсовой колеи.



Рисунок 1.34 – Выправочно-подбивочно-рихтовочная машина ВПР-09

Основными рабочими органами являются: подбивочный блок, подъемно-рихтовочное устройство и уплотнитель балласта у торцов шпал.

Принцип работы такого типа машин – **непрерывно-циклический**, т. е. циклический (см. принцип работы машины типа ВПР-02), но при работе машина движется по пути непрерывно за счет оригинальной конструкции крепления подбивочных блоков на спутнике. При работе машины спутник совершает движения с остановками в каждом цикле над очередной парой подбиваемых шпал, а сама машина движется непрерывно с незначительными плавными замедлениями и ускорениями.



Виброуплотнители балласта у торцов шпал предназначены для уплотнения балласта у торцов шпал, что позволяет заполнить балластом пустоты, образующиеся при рихтовке пути, предотвратить боковое выпирание балласта из-под торцов шпал.

Подъемно-рихтовочные устройства снабжены комплектом роликовых захватов для подъёмки пути, рихтующими роликами для сдвига пути.

1.3.7 Выправка стрелочных переводов в профиле и в плане

Выправочно-рихтовочные машины для выправки стрелочных переводов типа ВПРС-500, ВПРС-02, ВПРС-03, Plasser 08-275-3S, Unimat 08-475-4S и т. п., производят одновременную или независимую выправку, рихтовку и подбивку железнодорожного пути и стрелочных переводов (рисунок 1.35).



Рисунок 1.35 – Выправочно-подбивочно-рихтовочная машина для работы на стрелочном переводе Plasser 08-275-3S (ВПРС)

Одношпальные подбивочные блоки могут перемещаться перпендикулярно оси машины раздельно, независимо друг от друга для маневрирования в кривых и на стрелочных переводах. Кроме того, рычаги подбоек могут отклоняться от вертикальной плоскости.



Машины типа ВПРС-08 оборудованы устройством для подъёмки третьего рельса в крестовине, для исключения перекоса крестовинного блока при его подъёмке подъемно-рихтовочным устройством.



1.3.8 Динамическая стабилизация пути

В связи с повышением требований к безопасности движения поездов остро встает вопрос, касающийся повышения их скоростей до установленных сразу после проведения ремонта пути. Скорость на участке может быть установлена только после осадки и стабилизации балластной призмы после пропуска не менее 300 тыс. т брутто. В настоящее время этот вопрос может решить применение динамических стабилизаторов.

Динамический стабилизатор пути DGS-62 (рисунок 1.36, *а*) предназначен для *ускоренной, регулируемой и контролируемой стабилизации пути* без нарушения его положения в плане, в продольном и поперечном профилях. Применяется после выполнения работ по глубокой очистке щебеночного балласта, так как машины типа ВПР и ВПО не могут обеспечить требуемой степени его уплотнения на большую глубину. Принцип действия стабилизаторов заключается в виброобжимном воздействии на балластную призму через путевую решетку.

Блок динамической стабилизации пути (рисунок 1.36, *б*) – рабочий орган DGS-62, содержит три виброблока, каждый из которых реализует горизонтальную составляющую колебаний, которая сочетается с вертикальной. Схема соединения виброблоков позволяет получить эффект бегущей вперед вдоль пути упругой волны колебаний путевой решетки, что имитирует поездную нагрузку. Таким образом, балластный слой объемно уплотняется, после чего движение поездов возможно открыть с установленной скоростью.



Рисунок 1.36 – Динамический стабилизатор пути DGS-62:
а – общий вид; *б* – блок динамической стабилизации

1.3.9 Комплексная выправка пути

С целью увеличения производительности комплексной выправки создаются машины, совмещающие в себе функции рихтовки, выправки и подбивки пути с его динамической стабилизацией – машина «**Dinamik express 09-3X**» (рисунок 1.37). Предназначена для *комплексной выправки* в плане, продольном и поперечном профилях с одновременным уплотнением щебеночного балласта *под тремя шпалами* и за их торцами, а также интегрированной *системой динамической стабилизации пути* (аналогичной DGS-62). После такой выправки путь можно эксплуатировать с установленной скоростью.



Рисунок 1.37 – Dinamik express 09-3X

Рабочий процесс подбивки (аналогичный машине ВПП-09) и стабилизация пути одной машиной позволяет сразу же после рихтовки, подъёмки и подбивки оставить за собой отличную геометрию рельсовой колеи. Применение стабилизирующего устройства обеспечивает не только уплотнение балласта, но и повышение сопротивление пути к боковым смещениям.



1.3.10 Планировка балластной призмы

Быстроходный планировщик балласта SSP-110 (рисунок 1.38) применяется для обеспечения равномерной толщины щебня, с планировкой требуемого очертания балластной призмы и подбором лишнего балласта из пути.



Рисунок 1.38 – Быстроходный планировщик балласта SSP-110

Машина выполняет: перемещение балласта с левой обочины (откоса, плеча) балластной призмы на правую и наоборот; перемещение балласта от оси пути на плечи, откос и в междупутье; перемещение балласта с откосов, плеч и междупутья балластной призмы в середину пути; дозирование балласта за счет изменения высоты подъема плугов и т. п.



1.3.11 Шлифование рельсов

Рельсошлифовальный поезд РШП-48 (рисунок 1.39) предназначен для ликвидации дефектов и волнообразных неровностей на поверхности катания рельсов лежащих в пути (см. рисунки 1.9 и 1.10). Выравнивание происходит посредством шлифования рельсов 48 абразивными камнями.

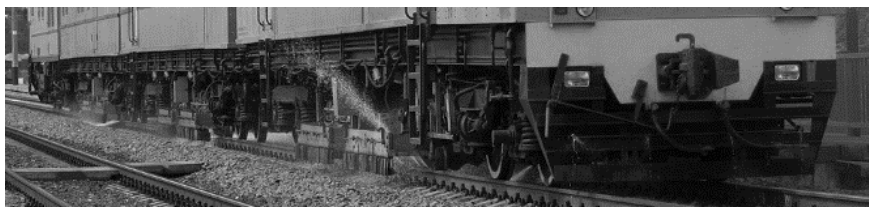


Рисунок 1.39 – Рельсошлифовальный поезд РШП-48

2 ТЕХНИЧЕСКИЕ, ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ И ОРГАНИЗАЦИОННЫЕ ОСНОВЫ ВЕДЕНИЯ ПУТЕВОГО ХОЗЯЙСТВА

2.1 Система ведения путевого хозяйства Белорусской железной дороги

Система ведения путевого хозяйства Белорусской железной дороги согласно СТП БЧ 56.388-2018 [4] основана на **классификации железнодорожных путей** в зависимости от *грузонапряженности, скоростей движения поездов*, интенсивности пассажирского движения, значимости конкретного участка в международном железнодорожном сообщении – главных факторов, непосредственно влияющих на перевозочный процесс и работу всех элементов железнодорожного пути.

Устанавливаемые [4] параметры железнодорожного пути, нормативы и технические условия на применение новых и старогодных материалов верхнего строения пути предусматривают ступенчатую перекладку рельсов, стрелочных переводов, других элементов верхнего строения с путей более высокого класса на пути более низкого класса, вплоть до полного исчерпания ими ресурса, а также варьирование видов и периодичности путевых работ в зависимости от конкретных условий.

На основе [4] разрабатываются другие нормативно-технические документы, связанные с устройством и содержанием железнодорожного пути, условиями эксплуатации верхнего строения пути, земляного полотна и искусственных сооружений в зависимости от класса пути.

Реализация системы ведения путевого хозяйства предусматривает оснащение его современными комплексами путевых машин и механизмов для ремонта и текущего содержания железнодорожного пути, внедрение современных средств диагностики.

При введении подвижного состава с осевыми нагрузками и скоростями, превышающими указанные в [4, разд. 1], их эксплуатация осуществляется в соответствии с требованиями норм и правил, утвержденных руководством Белорусской железной дороги.

Требования [4] являются обязательными к применению структурными подразделениями Управления, обособленными структурными подразделениями, организациями Белорусской железной дороги и их обособленными структурными подразделениями (см. стр. 6, 7).

2.1.1 Классификация железнодорожных путей

Главная цель классификации железнодорожных путей – достижение наибольшей эффективности использования материалов верхнего строения пути за счет применения *новых только на путях высших классов, а старогодных – на путях более низких классов*.

Этим обеспечивается надежное состояние наиболее важных и ответственных участков железнодорожных линий, повышение безопасности движения поездов, увеличение сроков службы элементов верхнего строения пути.

Старогодные элементы верхнего строения пути – бывшие в эксплуатации, снятые в результате ремонта, не соответствующие требованиям 1-го и 2-го классов, но соответствующие требованиям более низких классов.

Железнодорожные пути классифицируются в соответствии с таблицей 2.1 в зависимости от сочетания грузонапряженности и допускаемых скоростей движения пассажирских и грузовых поездов, интенсивности пассажирского движения и значимости конкретного участка в международном сообщении.

Классы железнодорожных путей обозначаются цифрами от 1 до 5. К более высоким классам относятся 1-й и 2-й, включающие более высокие скорости и грузонапряженности.

Таблица 2.1 – **Классы железнодорожных путей**

Грузонапряженность, млн т·км брутто/км в год	Допускаемые скорости движения поездов, км/ч (числитель – пассажирских, знаменатель – грузовые)					
	$\frac{> 140}{> 90}$	$\frac{121-140}{81-90}$	$\frac{101-120}{71-80}$	$\frac{70-100}{51-70}$	$\frac{41-70}{41-50}$	40 и менее
Более 30	1	1	1	1	2	3
От 20 до 30 вкл.	1	1	1	2	3	3
» 10 » 20 »	1	1	2	3	3	4
» 5 » 10 »	1	1	3	3	4	4
5 и менее	1	2	3	4	4	4

Примечания

- 1 На участках, расположенных на международных транспортных коридорах, путь должен быть не ниже 2-го класса.
- 2 При числе графиковых пассажирских и пригородных поездов на участках со скоростями движения 80 км/ч и более, независимо от грузонапряженности, путь должен быть не ниже:
 - 1-го класса – более 100 поездов в сутки;
 - 2-го класса – от 31 до 100 поездов в сутки;
 - 3-го класса – от 6 до 30 поездов в сутки.
- 3 Приемо-отправочные и другие станционные пути, со скоростями движения поездов 40 км/ч и более, а также горочные пути относятся к 3-му классу. Станционные пути, где реализуются скорости от 25 до 40 км/ч, пути, предназначенные для обращения подвижного состава с опасными грузами, и пути необщего пользования со скоростями движения поездов более 25 км/ч относятся к 4-му классу. Остальные станционные пути и пути необщего пользования относятся к 5-му классу.

Непрерывная длина пути соответствующего класса не должна быть менее длины участка движения с одинаковыми на всем его протяжении грузонапряженностью и установленными скоростями движения пассажирских или грузовых поездов (в зависимости от того, какая из них соответствует более высокому классу) без учета отдельных километров и мест, по которым снижена установленная скорость вследствие наличия кривых малого радиуса,

неудовлетворительного технического состояния пути или искусственных сооружений, либо по другим причинам.

На участках с двумя и более железнодорожными путями класса путей устанавливаются одинаковыми с путем, имеющим бóльшую грузонапряженность, при условии, если разница по этому показателю не превышает 50 %. При большей разнице классы устанавливаются по фактическому сочетанию грузонапряженности и скорости движения отдельно для каждого из путей.

Нормативно-технические требования к конструкции верхнего строения пути различных классов и виды путевых работ приведены в таблице 2.2.

Таблица 2.2 – **Нормативно-технические требования к конструкции железнодорожного пути**

Тип (марка) и значение характеристики верхнего строения пути и его элементов					
Класс пути					
1 (со скоростями более 140 км/ч)	1-й	2-й	3-й	4-й	5-й
<i>Конструкция верхнего строения пути</i>					
Бесстыковой путь на железобетонных шпалах		Бесстыковой или звеньевой путь на железобетонных шпалах		Бесстыковой путь на железобетонных шпалах или звеньевой на железобетонных или деревянных шпалах	
<i>Тип и характеристика верхнего строения пути</i>					
Рельсы Р65 новые		Рельсы Р65 старогодные	Рельсы Р50 и Р65 старогодные	Рельсы не легче Р50, старогодные	
Скрепления с упругими клеммами новые	Скрепления новые	Скрепления новые и старогодные			
Шпалы железобетонные новые		Шпалы железобетонные старогодные		Шпалы железобетонные старогодные или деревянные новые; допускается чередование старогодных железобетонных с деревянными новыми	
Эпюра шпал в прямых и кривых $R > 1200$ м – 1840 шт./км, в кривых $R \leq 1200$ – 2000 шт./км			Эпюра шпал в прямых и кривых $R > 1200$ м – не менее 1600 шт./км, в кривых $R \leq 1200$ – 1840 шт./км		Эпюра шпал в прямых и кривых $R > 650$ м – 1440 шт./км, в кривых $R \leq 650$ м – 1600 шт./км

Окончание таблицы 2.2

Тип (марка) и значение характеристики верхнего строения пути и его элементов					
Класс пути					
1 (со скоростями более 140 км/ч)	1-й	2-й	3-й	4-й	5-й
Балласт щебеночный с толщиной слоя под железобетонными шпалами не менее 40 см	Балласт щебеночный с толщиной слоя под железобетонными шпалами не менее 35 см		Балласт щебеночный с толщиной слоя под железобетонными шпалами не менее 35 см и под деревянными – не менее 30 см	Балласт щебеночный с толщиной слоя под железобетонными шпалами не менее 30 см и под деревянными – не менее 25 см	Балласт всех видов с толщиной слоя под шпалами не менее 20 см
Балластная призма типовых размеров					
<i>Виды работ при замене верхнего строения пути</i>					
Реконструкция, капитальный ремонт, восстановительный ремонт на новых материалах			Восстановительный ремонт на старогодных материалах		
<i>Конструкция стрелочных переводов</i>					
Р65 новые с гибкими остриями и крестовиной с НПК, брусья железобетонные новые	Р65 новые, брусья деревянные или железобетонные новые		Р50 и Р65 новые и старогодные, брусья деревянные или железобетонные новые и старогодные		Не легче Р50 старогодные, брусья деревянные или железобетонные новые и старогодные
<i>Виды работ при замене стрелочных переводов</i>					
Реконструкция, капитальный ремонт, восстановительный ремонт на новых материалах, замена стрелочных переводов блоками			Восстановительный ремонт на старогодных материалах, замена стрелочных переводов блоками		
<p>Примечания</p> <p>1 Конструкция пути, не соответствующая типовой, изменяется в плановом порядке.</p> <p>2 Допускается:</p> <ul style="list-style-type: none"> – укладка на путях 2-го класса старогодных рельсов I, I-П, и II-П групп годности в соответствии со сферами их применения; – укладка на путях 3-го класса новых рельсов. <p>3 Разрешается на путях 3-го класса применять новые железобетонные шпалы. На путях 4-го и 5-го классов новые железобетонные шпалы разрешается применять при недостатке старогодных железобетонных шпал.</p> <p>4 На путях 4-го и 5-го классов при использовании для укладки в путь без разборки снятой с пути более высокого класса рельсошпальной решетки, элементы которой отвечают требованиям, предъявляемым к старогодным материалам допускается эпюра шпал в прямых 1840 шт./км и в кривых участках 2000 шт./км.</p>					

2.1.2 Классификация путевых работ

Работы по ремонту и содержанию железнодорожного пути и стрелочных переводов подразделяются на следующие основные виды:

- реконструкция железнодорожного пути;
- капитальный ремонт железнодорожного пути;
- восстановительный ремонт железнодорожного пути на новых материалах;
- восстановительный ремонт железнодорожного пути на старогодных материалах;
- средний ремонт железнодорожного пути;
- планово-предупредительная выправка железнодорожного пути;
- замена стрелочных переводов блоками;
- сплошная замена рельсов;
- шлифование рельсов;
- ремонт переездов;
- капитальный ремонт земляного полотна и искусственных сооружений;
- другие виды ремонтных работ;
- работы по текущему содержанию железнодорожного пути, которые осуществляются в межремонтные сроки постоянно.

Виды ремонтов железнодорожного пути, их последовательность и периодичность проведения устанавливаются ремонтными схемами, регламентированными [3] в зависимости от класса пути.

К **реконструкции железнодорожного пути** относятся работы, приводящие, как правило, к изменению категории и/или назначения пути. После реконструкции *путь может переводиться в более высокий класс.*

Реконструкция железнодорожного пути направлена на повышение прочности, несущей способности, стабильности, долговечности и других показателей надежности как железнодорожного пути в целом, так и его составных частей и элементов, обеспечивающих продление срока службы, сокращение трудоемкости и стоимости технического обслуживания пути.

В отличие от капитального и восстановительного ремонтов, при которых выполняются в основном работы только по верхнему строению пути, а именно: замена изношенной рельсошпальной решетки на деревянных или железобетонных шпалах без переустройства положения пути в плане и профиле, очистка или замена балласта, очистка водоотводов т. п., при реконструкции железнодорожного пути, помимо работ по верхнему строению пути, выполняется комплекс работ по улучшению плана и профиля пути, по земляному полотну, малым и средним мостам и другим инженерным сооружениям.

Реконструкция железнодорожного пути проводится в составе комплексной реконструкции инфраструктуры при необходимости увеличения пропускной способности, в первую очередь на линиях 1–3-го классов, подготавливаемых для скоростного или высокоскоростного движения пассажирских поездов, увеличения пропускной и провозной способности, повышения нагрузки на ось.

Выполняется по специально разработанным нормативам и требованиям по отдельным программам.

Капитальный ремонт железнодорожного пути предназначен для сплошной замены верхнего строения пути смонтированным из новых материалов, с усилением балластной призмы, оздоровлением земляного полотна и основной его площадки, ремонта водоотводных и дренажных сооружений.

Капитальный ремонт пути назначается с учетом его фактического состояния при наработке не менее нормативной после проведения реконструкции, капитального или восстановительного ремонтов. Состав работ приведен в таблице 2.3.

Восстановительный ремонт пути железнодорожного пути на новых материалах предназначен для комплексного обновления выработавшей ресурс рельсошпальной решетки и восстановления несущей способности и дренирующих свойств балластной призмы на путях 1-го и 2-го классов, включает в себя работы по верхнему строению пути, устранению деформаций земляного полотна, восстановлению водопропускной способности водоотводных сооружений.

Восстановительный ремонт пути на новых материалах назначается с учетом его фактического состояния при наработке пропущенного тоннажа и/или истечению определенной продолжительности не менее нормативной после проведения реконструкции, капитального или восстановительного ремонтов. Состав работ приведен в таблице 2.3.

Восстановительный ремонт пути на новых материалах выполняется по технологическим процессам в соответствии с проектной документацией, разработанной по результатам обследований, а также учитывающей местные условия и требования к пути после ремонта.

Восстановительный ремонт железнодорожного пути на старогодных материалах предназначен для замены рельсошпальной решетки на более мощную или менее изношенную на путях 3–5-го классов, смонтированную из старогодных рельсов, новых и старогодных шпал и креплений.

Состав основных работ, входящих в объем восстановительного ремонта на старогодных материалах, аналогичен составу основных работ, входящих в объем восстановительного ремонта пути на новых материалах (см. таблицу 2.3).

Таблица 2.3 – Состав работ капитального и восстановительных ремонтов пути

Параметр	Вид ремонта железнодорожного пути		
	капитальный	восстановительный	
		на новых материалах	на старогодных материалах
<i>Основные работы</i>			
Рельсошпальная решетка	Из новых элементов, в том числе с элементами более высокого технического уровня (более мощный тип рельсов, железобетонные шпалы, упругие типы креплений)		
Состояние элементов	Новые		Старогодные
Стрелочные переводы	Замена на новые, в том числе с элементами более высокого технического уровня	–	–
Плети бесстыкового пути	Укладка и сварка плетей бесстыкового пути предусмотренной проектом длины, в том числе до длины блок-участка или перегона		
Балластная призма	Очистка балласта на глубину согласно проекту, создавая при этом толщину слоя очищенного и нового щебня в соответствии с таблицей 1.2		
	В необходимых случаях проектом предусматривается устройство разделительного слоя между очищенным щебнем и поверхностью среза основной площадки земляного полотна		
	Доведение балластной призмы до требуемых размеров		
Продольный профиль пути	Выправка, подбивка и стабилизация пути с постановкой на проектные отметки		
План пути	Ликвидация многорадиусности кривых, если это не требует дополнительных работ по отсыпке земляного полотна и замены или перестановки опор контактной сети в объеме более 10 %	Ликвидация многорадиусности кривых, если это не требует дополнительных работ по отсыпке земляного полотна и замены или перестановки опор контактной сети	–
	Постановка пути на ось в плане и приведение длин переходных кривых и прямых вставок между смежными кривыми в соответствии с максимальными скоростями движения поездов		

Окончание таблицы 2.3

Параметр	Вид ремонта железнодорожного пути		
	капитальный	восстановительный	
		на новых материалах	на старогдных материалах
Земляное полотно	Срезка и планировка обочин земляного полотна		
	Уположение или укрепление откосов насыпей материалом, образовавшимся в результате работы щетнеочистительных машин и другой путевой техники, а также при замене вида балласта		
	Уширение основной площадки	—	—
Места с пучинами	Ликвидация пучинистых мест и повышение несущей способности основной площадки земляного полотна в неустойчивых местах	—	—
	Укладка в местах с пучинами, просадками пути и интенсивными расстройками рельсовой колеи пенополистирола, нетканого материала, подбалластного слоя из щебеночно-гравийно-песчаной смеси, в т. ч. с георешетками	—	—
Водоотводные и дренажные сооружения	Восстановление и ремонт кюветов, лотков, водоотводных канав	—	—
	Ремонт водоотводов и восстановление дренажных устройств	—	—
	Переустройство лотков, изменение схемы водоотведения с устройством новых лотков	—	—
	Устройство новых или переустройство дренажей глубокого заложения с изменением существующей схемы их расположения, устройство коллекторов и дополнительных смотровых колодцев	—	—
	Устройство дренажей мелкого заложения	—	—

Переезды и переходы	Ремонт железнодорожных переездов и пешеходных переходов (объем работ по ремонту каждого переезда и пешеходного перехода на участке ремонта пути определяется проектно-сметной документацией)	
Знаки	Замена путевых километровых и пикетжных знаков, а также реперов начала и конца круговых кривых, начала и конца переходных кривых	
Другие	Очистка русел и планировка конусов малых искусственных сооружений	
	Уборка накопленных балластных материалов на откосах выемок и насыпей	
	Утилизация снимаемых и негодных к повторной укладке в путь элементов верхнего строения пути.	
<i>Дополнительные работы</i>		
Балластная призма	Полная вырезка балласта, сложенной из щебня слабых пород, согласно проекту, создавая при этом толщину слоя нового щебня в соответствии с таблицей 1.2. В необходимых случаях проектом предусматривается устройство разделительного слоя между новым щебнем и поверхностью среза основной площадки земляного полотна	
План пути	Частичное уположение кривых, удлинение переходных кривых и прямых вставок, если это не требует дополнительных работ по отсыпке земляного полотна и перестановки опор контактной сети в объеме более 10 %	Частичное уположение кривых, удлинение переходных кривых и прямых вставок, если это не требует дополнительных работ по отсыпке земляного полотна и перестановки опор контактной сети
	Плети бесстыкового пути	Сохранение старогодных рельсовых плетей с последующей укладкой их в путях более низких классов при производстве восстановительного ремонта на старогодных материалах
–	Другие работы, предусмотренные проектом	

Средний ремонт железнодорожного пути предназначен для восстановления дренарующих и прочностных свойств балластной призмы, а также обеспечения равноупругости подшпального основания.

Средний ремонт пути проводится в зависимости от ремонтных схем в промежутке между реконструкцией либо капитальными, либо восстановительными ремонтами.

В состав среднего ремонта пути входят следующие основные виды работ: очистка щебеночного балласта; замена всех негодных и дефектных элементов верхнего строения пути; восстановление целостности рельсовых плетей; сварка рельсовых плетей до длины блок-участка либо перегона; выправка пути в плане, в профиле и по уровню с постановкой кривых в проектное положение и т. п.

Планово-предупредительная выправка железнодорожного пути предназначена для сплошной выправки железнодорожного пути и расположенных на нем стрелочных переводов с подбивкой шпал с целью восстановления равноупругости подшпального основания и уменьшения степени неравномерности отступлений рельсовых нитей в плане, в профиле и по уровню.

Планово-предупредительная выправка железнодорожного пути включает следующие работы: сплошная механизированная выправка пути в плане и профиле с постановкой кривых в проектное (паспортное) положение; замена негодных элементов верхнего строения пути; вырезка выплесков, в том числе, при необходимости, с использованием щебнеочистительных машин.

Замена стрелочных переводов блоками производится в комплексе с очисткой щебня щебнеочистительной машиной либо вырезкой балласта и последующей выправкой машиной типа ВПРС в соответствии с разработанными технологическими процессами.

Сплошная замена рельсов на участках звеньевого и бесстыкового пути производится между реконструкцией, капитальным или восстановительным ремонтами либо капитальными или восстановительными ремонтами с сопутствующими работами в объеме среднего ремонта или планово-предупредительной выправки железнодорожного пути.

Вид сопутствующих работ, а также количество элементов креплений и шпал, требующих замены, определяются по результатам осмотра пути. Результаты осмотра оформляются актом о состоянии снятых с пути старогодных материалов верхнего строения пути формы ПУ-81 согласно [5].

На участках пути 1-го и 2-го классов, перешедших из 3-го класса, где ранее были уложены старогодные рельсы, требуется замена старогодных рельсов на новые рельсы после пропуска нормативного тоннажа, определяемого по [5].

Дополнительная сплошная замена рельсов новыми или старогодными назначается в кривых участках пути по величине бокового износа их головки, а также, в обязательном порядке, при наличии бокового износа головки рельсов, при котором требуется ограничение скорости движения поездов, и сопровождается, при необходимости, планово-предупредительной выправкой железнодорожного пути.

При сплошной замене рельсов в кривых, при необходимости, проводят замену дефектных шпал, элементов промежуточных скреплений, закрепление клеммных и закладных болтов.

Шлифование рельсов предназначено для *устранения волнообразного износа и других поверхностных дефектов* с целью уменьшения вибрационных воздействий подвижного состава на путь и обеспечения его стабильного состояния, недопущения или отдаления периода образования в головке рельсов дефектов контактно-усталостного характера, формирования и поддержания поперечного и продольного профилей головок рельсов.

Шлифование рельсов производится двух видов:

– *профилактическое* – предусматривает регулярное снятие поврежденного слоя металла с поверхностными трещинами, позволяет предотвратить их ускоренное развитие;

– *профильное* – при которой головка рельса шлифуется по всему периметру (по поверхности катания и выкружкам) с целью устранения волнообразного износа, неровностей на поверхности катания и восстановления профиля, приближенного к новому.

Первоначальное сплошное шлифование рельсов, за исключением рельсов повышенной прямолинейности, должно осуществляться в рамках реконструкции, капитального или восстановительного ремонта пути на новых материалах и сплошной смены рельсов в наиболее короткий срок после укладки рельсов.

Приоритетность назначения шлифования, технология и дальнейшая периодичность шлифования рельсов определяются в соответствии с [7].

Шлифование рельсов производится рельсошлифовальными поездами.

Ремонт железнодорожных переездов в основном проводится в комплексе с реконструкцией, капитальным, восстановительным и средним ремонтами пути.

При ремонте железнодорожных переездов выполняются следующие работы: замена переездного настила; замена негодных и дефектных шпал; замена ограждений на типовые, их ремонт и окраска; ремонт, очистка, а при необходимости устройство водоотводных и водопропускных сооружений земляного полотна в пределах переездов и т. п.

В состав работ по ремонту железнодорожного переезда, при необходимости, могут быть включены работы по замене ручных и нетиповых механизированных шлагбаумов на типовые, ремонт и окраска существующих шлагбаумов.

К другим видам путевых работ относятся:

- сплошная замена брусьев на стрелочных переводах;
- постановка стрелочных переводов на щебень;
- замена изношенных металлических частей стрелочных переводов;
- замена стрелочного перевода участком железнодорожного пути;
- сварка или наплавка (восстановление) рельсов, крестовин, других элементов стрелочных переводов и другие работы.

Основной задачей **текущего содержания железнодорожного пути** является его содержание в пределах установленных норм и допусков, обеспечение длительных сроков службы всех элементов пути, предупреждение появления неисправностей, своевременное их устранение и ликвидация причин, которые вызывают неисправности пути и сооружений [8].

Текущее содержание должно обеспечивать исправное состояние всех элементов железнодорожного пути (земляного полотна, верхнего строения, искусственных сооружений и путевых устройств) в межремонтные сроки, гарантирующее безопасное и плавное движение поездов с установленными скоростями.

Текущее содержание осуществляется непрерывно в течение всего года и на всем протяжении пути, включая и участки, где производится тот или иной вид периодического ремонта. Оно включает в себя систематический надзор за состоянием пути, изучение причин появления неисправностей и выполнение необходимых работ, виды, объемы и сроки которых устанавливаются с учетом времени года и местных условий.

Все сооружения и устройства пути на перегонах и станциях должны содержаться в соответствии с нормами и допусками, установленными нормативными документами.

Перечень работ по **капитальному ремонту и текущему содержанию земляного полотна и искусственных сооружений** установлен [9] и [10].

2.2 Основы планирования и организации путевых работ

2.2.1 Периодичность выполнения ремонтов пути

Нормы периодичности ремонтов железнодорожного пути определяются с учетом нормативного ресурса (срок службы) конструкции пути, соответствующей определенному классу.

Нормативные ресурсы и нормативные сроки службы железнодорожного пути различных классов, определяющие нормы периодичности капитальных и восстановительных ремонтов на новых и старогодных материалах, а также рекомендуемые ремонтные схемы для пути приведены в таблице 2.4.

Значения нормативных ресурсов и нормативных сроков службы пути приведены с учетом использования в конструкции верхнего строения пути 1 и 2-го классов новых термоупрочненных рельсов, а также при безусловном выполнении в течение жизненного цикла требований [3] и других нормативно-технических документов по техническому обслуживанию пути.

На основании норм периодичности ремонтов железнодорожного пути составляют ремонтные схемы с указанием видов путевых работ и очередность их выполнения в течение межремонтного цикла.

Таблица 2.4 – **Нормы периодичности капитального и восстановительных ремонтов железнодорожного пути на новых и старогодных материалах**

Класс пути	Грузонапряженность, млн т·км брутто/км в год	Нормативный ресурс (нормативный срок службы) железнодорожного пути, (числитель – млн т брутто, знаменатель – годы)				Рекомендуемые ремонтные схемы – виды путевых работ и очередность их выполнения за межремонтный цикл
		Бесстыковой путь на железобетонных шпалах		Звеньевой путь на новых деревянных или старогодных железобетонных шпалах		
		новые материалы	старогодные материалы	новые материалы	старогодные материалы	
1-й, 2-й	Более 30	750/–	–	550/–	–	В _н -ПП-ПП-С-ПП-ПП-В _н
	От 20 до 30 вкл.	750/30	–	550/20	–	
	20 и менее	–/30	–	–/20	–	
3-й	Более 25	750/–	300/–	550/–	300/–	В _с -ПП-С-ПП-В _с
	От 10 до 25 вкл.	750/30	300/18	550/20	300/15	
	» 5 » 10 »	–/35	–/18	–/20	–/15	
	5 и менее	–/40	–/30	–/20	–/25	
4-й	Не зависимо	–	–/35	–	–/30	В _с -ПП-ПП-С-ПП-ПП-В _с
5-й	Не зависимо	–	–/40	–	–/35	В _с -ПП-ПП-С-ПП-ПП-В _с
<p>Примечания</p> <p>1 На участках путей 1-го и 2-го классов, перешедших из 3-го класса, где ранее была уложена рельсошпальная решетка, собранная из старогодных материалов, нормативный ресурс (нормативный срок службы) определяется как для путей 3-го класса со старогодными материалами.</p> <p>2 Виды работ В_н и В_с, приведенные в рекомендуемых ремонтных схемах, могут быть заменены на К или Р в зависимости от набора работ.</p> <p>3 В таблице приведены рекомендуемые ремонтные схемы, которые могут корректироваться в зависимости от местных условий и фактического состояния участка железнодорожного пути.</p> <p>4 Для участков звеньевое пути, где была уложена рельсошпальная решетка, собранная из новых железобетонных шпал и рельсов, принимается 550 млн т брутто или 25 лет независимо от грузонапряженности.</p> <p>5 Нормативный ресурс, указанный в графах со старогодными материалами, приведен для старогодных рельсов типа Р65 без профильной обработки головки рельсов и II-II группы годности. Для рельсов других типов и групп годности нормативный ресурс принимается в соответствии с требованиями пункта 5.5.8 [5].</p> <p>6 Нормативный ресурс железнодорожного пути на старогодных материалах уменьшается:</p> <ul style="list-style-type: none"> – на 20 % для участков, на которых уложены рельсы с суммарной наработкой от 750 до 850 млн т брутто; – на 30 % для участков, на которых уложены рельсы с суммарной наработкой более 850 млн т брутто. 						

На схемах (рисунок 2.1) указывают виды ремонтов, которые необходимо выполнить (см. таблицу 2.4) между капитальным либо одним из восстановительных ремонтов пути, т. е. ремонтов, предусматривающих замену рельсошпальной решетки. Определяют сроки, в течение которых проводятся все виды ремонтных работ. В течение всего межремонтного периода силами дистанции пути выполняется текущее содержание пути. Виды и объемы работ назначаются исходя из текущего состояния пути (наличие неисправностей, см. подразд. 1.1), которое измеряется и регистрируется вагонами-путеизмерителями.

В случае, когда основные критерии назначения среднего ремонта не достигают значений, предусмотренных для его назначения, в течение всего межремонтного цикла допускается средний ремонт не проводить.

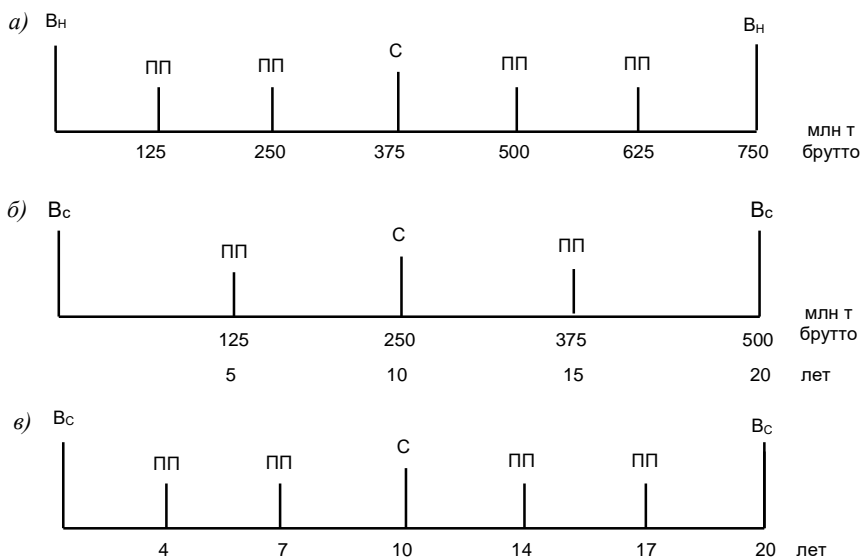


Рисунок 2.1 – Ремонтные схемы:

- а – для 1-го и 2-го классов пути при грузонапряженности более 30 млн т·км брутто/км в год для бесстыкового пути на железобетонных шпалах с новыми материалами;
- б – для 3-го класса пути при грузонапряженности более 10 до 25 млн т·км брутто/км в год для звеньевых путей на старогонных железобетонных шпалах с новыми материалами;
- в – для 4-го класса пути для звеньевых путей на старогонных железобетонных шпалах со старогонными материалами

В состав работ по текущему содержанию включаются работы, которые выполняются с применением путевых механизмов (см. подразд. 1.2) либо путевых машин (см. подразд. 1.3), находящихся на балансе дистанций пути. Машинизация путевых работ текущего содержания в основном заключается в

проведении выправочных работ по устранению неисправностей в плане, продольном профиле и по уровню с применением выправочно-подбивочно-рихтовочных машин типа ВПР и ВПРС.

2.2.2 Этапы выполнения ремонтов, методы и способы производства работ. Понятие о технологических процессах производства путевых работ

Весь комплекс работ по ремонту железнодорожного пути выполняется в следующие **этапы**: подготовительный, основной, заключительный либо отделочный.

Выполнение работ *основного этапа предусматривает предоставление «окон»*, продолжительность которых определяется исходя из протяженности фронта работ, применяемых машин, количества пропускаемых поездов по соседнему пути и т. п.

«Окно» – время закрытия перегона для движения поездов, в течение которого на участке протяженностью в фронт работ производятся путеремонтные работы.

Фронт работ – протяженность участка, на котором работы производятся в течение одного «окна».

Для ремонта, предусматривающего замену рельсошпальной решетки и очистку щебеночного балласта, основной этап делится на две части, таким образом эти ремонты выполняются в *четыре этапа*. Общий срок выполнения ремонта на заданном участке будет зависеть от *периодичности предоставления «окон»* на производство работ по замене рельсошпальной решетки.

Периодичность предоставления «окон» – количество дней, в течение которых «окно» по замене рельсошпальной решетки предоставляется один раз.

Последовательность производства работ и условия их выполнения, характеристика ремонтируемого участка пути, объемы производства работ, затраты труда, техника безопасности при производстве путевых работ отражается в **технологических процессах**, которые состоят:

– из пояснительной записки, включающей: описание верхнего строения пути ремонтируемого участка и его эксплуатационные характеристики; обоснование производства ремонта пути; ведомости объемов работ, расхода материалов верхнего строения пути, определения затрат труда;

– графической части, включающей: график производства работ в «окно» по замене рельсошпальной решетки, график производства работ в «окно» по очистке щебеночного балласта, график распределения работ по дням и участкам.

Для определения периодичности выполнения работ, а также определения дней и участков, на которых выполняется тот или иной этап, составляют график распределения работ по дням и участкам (рисунок 2.2).

17				O ₃	СОБ	ОУР
16				O ₂	ОБ	П
15				O ₁		
14			O ₃	СОБ	ОУР	
13			O ₂	ОБ	П	
12			O ₁			
11		O ₃	СОБ	ОУР		
10		O ₂	ОБ	П		
9		O ₁				
8	O ₃	СОБ	ОУР			
7	O ₂	ОБ	П			
6	O ₁					
5	СОБ	ОУР				
4	ОБ	П				
3						
2	ОУР					
1	П					
	Участок № 1	Участок № 2	Участок № 3	Участок № 4	Участок № 5	Участок № 6

Рисунок 2.2 – Схема поэтапного распределения работ по дням и участкам

Непосредственно выполнение ремонта начинается с **подготовительного периода (П)**, который на *участке № 1* выполняется в *первый день* и включает перечень работ, выполнение которых позволяет начать замену рельсошпальной решетки на следующий день без непроизводительных потерь.

Комплекс **основных работ по замене рельсошпальной решетки** с применением путевых машин (ведущими являются укладочные краны УК 25/9-18) выполняется в «окно» (**ОУР**). Периодичность предоставления ОУР на рассматриваемом участке – через два дня.

Основные работы по очистке щебеночного балласта производятся с применением щебнеочистительной машины RM-80, производительность которой меньше, чем производительность укладочных кранов. Таким образом, для того, чтобы очистить щебень на всем протяжении фронта работ, необходимо не одно «окно», а два (**ОБ и СОБ**). «Окно» ОБ выполняется на первой половине участка фронта работ, СОБ – на второй. Во время очистки щебня на второй половине, на следующем участке выполняется ОУР (пятый день – СОБ на участке № 1, ОУР – № 2, и т. д., см. дни № 8, 11, 14 и 17). Такое планирование «окна» называется *совмещенным*.

Совмещенное «окно» – время закрытия перегона для движения поездов, в течение которого производятся путеремонтные работы на соседнем участке с тем, на котором также выполняются работы в «окно».

Таким образом, можно сказать, что *СОБ производится «под прикрытием» ОУР*, т. е. в одно и то же время, так как на время ОУР будет закрыт не только ремонтируемый участок, но и весь перегон.

Комплекс **отделочных работ** планируется после выполнения основных работ, т. е. после СОБ. Отделочные работы планируется выполнить в течение трех дней – О₁, О₂ и О₃. Отделочные работы предусматривают как работы, выполняемые с применением машин тяжелого типа, так и ручную. Работы, выполняемые с применением машин, целесообразно планировать в дни, в которые уже запланированы «окна» на соседних участках перегона ОУР, СОБ, ОБ.

Перед открытием перегона, после выполнения основных работ, путь приводится в состояние, обеспечивающее безопасный пропуск первых, одного-двух поездов по месту работ со скоростью 25 км/ч, а последующих – со скоростью не менее 60 км/ч. Скорость, установленная для данного участка, восстанавливается после завершения всего комплекса работ.

При выполнении работ по разрабатываемому технологическому процессу необходимо соблюдать: «Правила технической эксплуатации железной дороги в Республике Беларусь» [11], «Безопасность движения поездов при производстве путевых работ» [12], «Правила по охране труда при содержании и ремонте железнодорожного пути и сооружений на государственных объединениях Белорусская железная дорога» [13], «Бесстыковой путь. Устройство, укладка, содержание и ремонт» [14].

2.2.3 Путевые машинные станции, их производственные базы

Замена рельсошпальной решетки производится с применением путеукладочных кранов *УК 25/9-18, которые демонтируют и монтируют рельсошпальную решетку в виде звеньев* (см. подразд. 1.3 (замена рельсошпальной решетки)). Соответственно, для того, чтобы доставить на место производства работ и уложить звенья в путь, их необходимо заранее собрать.

Производством капитального и восстановительных ремонтов занимаются путевые машинные станции (см. разд. 1 (РУП «Ремпуть Белорусской железной дороги»)), которые в своей структуре имеют **производственные базы** – специально оборудованные площадки, на которых производится сборка и разборка звеньев рельсошпальной решетки (рисунок 2.3).

Основными задачами производственных баз являются:

- сборка новых звеньев рельсошпальной решетки с погрузкой их в виде пакетов на платформы путеукладочного состава (см. подразд. 1.3 (транспортировка звеньев рельсошпальной решетки));
- разборка снятых с пути звеньев, сортировка старогодных элементов верхнего строения пути по группам годности;
- складирование новых и старогодных материалов верхнего строения пути, а также и готовых звеньев до момента погрузки их на платформы путеукладочного состава и т. п.



Рисунок 2.3 – Производственная база путевой машинной станции.
Стенд сборки звеньев рельсошпальной решетки

2.3 Порядок определения продолжительности «окна» по замене рельсошпальной решетки

Основные работы в «окно» выполняются поточным способом, в котором темп определяет **ведущая работа**, за которую принимается самая трудоемкая. Для капитального и восстановительных ремонтов пути – *монтаж рельсошпальной решетки путеукладочным краном УК 25/9-18.*

Продолжительность «окна» определяется по формуле

$$T_{\text{ок}} = T_{\text{раз}} + T_{\text{вед}} + T_{\text{св}}, \quad (2.1)$$

где $T_{\text{раз}}$ – продолжительность развертывания работ, мин;

$T_{\text{вед}}$ – продолжительность ведущей работы, мин;

$T_{\text{св}}$ – продолжительность свертывания работ, мин.

Продолжительность развертывания работ состоит из интервалов времени по вступлению в работу отдельных бригад и путевых машин, участвующих в потоке. Продолжительность свертывания работ состоит из интервалов времени по завершению работ отдельных бригад и путевых машин, а также их ухода в период окончания работ.

Продолжительность развертывания работ – это время, необходимое для того, чтобы подготовить участок пути к монтажу звеньев рельсошпальной решетки. В продолжительность развертывания работ включаются интервалы времени, необходимые для подхода хозяйственных поездов к месту производства работ; приведения машин в рабочее положение; демонтажа рельсовых стыков на участке, который будет занят головной частью путеразборочного состава; демонтажа звеньев на участке первоначальной срезки и планировки

балластной призмы бульдозерами и т. п. *Продолжительность развертывания работ определяется от начала оформления закрытия перегона до начала ведущей работы и откладывается в начале фронта работ* (рисунок 2.4, $T_{раз}$).

Продолжительность свертывания работ включает в себя время на выполнение такого объема работ, который необходим для того, чтобы завершить все работы в «окно» и открыть движение поездов.

Продолжительность свертывания включает интервалы времени между окончаниями работ, выполняемых в пределах отвода, таких как монтаж рельсовых рубок; монтаж рельсовых стыков; регулировка рельсошпальной решетки в плане с постановкой на ось моторным гидравлическим рихтовщиком РГУ-1 и регулировка шпал по эпюре; подбивка шпал электрошпалоподбойками на отводе и т. п.

Продолжительность свертывания работ начинается после завершения ведущей работы и заканчивается с окончанием интервала времени оформления открытия перегона, на графике откладывается в конце фронта работ (рисунок 2.4, $T_{св}$).

Перечень и объемы работ, включаемые в $T_{раз}$ и $T_{св}$, зависят от технологии производства работ в каждом конкретном случае. Это время является непроизводительным, поэтому необходимо стремиться к его сокращению.

Затраты труда являются важным показателем трудового участия рабочих в выполнении как отдельных видов работ, так и всего их комплекса. Затраты труда по каждой конкретной работе определяются исходя из объема выполняемой работы и типовой нормы времени на измеритель на эту же работу

$$g = VN, \tag{2.2}$$

где V – объем работ в единицах измерителя;

N – типовая норма времени на измеритель, нормо·мин.

Нормы времени работ, входящих в состав капитального и восстановительного на новых и старогодных материалах ремонтов пути, определяются согласно типовым нормам времени на работы по ремонту верхнего строения пути [15], типовым технически обоснованным нормам времени на работы по текущему содержанию пути [16] либо типовым технологическим процессам.

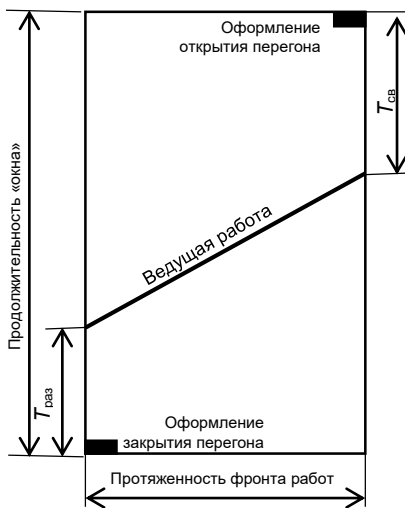


Рисунок 2.4 – Продолжительность «окна»

Типовыми нормами, кроме оперативного («чистого») времени на выполнение единицы объема учтено время:

– на получение и сдачу инструмента, получение задания и инструктаж, установку и снятие инструмента, приспособлений, проходы к рабочему месту в начале и в конце рабочего дня, межоперационные проходы и т. д. ($T_{пз}$);

– технологические перерывы ($T_{отл}$), связанные с физиологическими потребностями;

– технологические перерывы ($T_{пт}$) на ожидание пропуска поезда монтерами пути при ремонте верхнего строения пути, ожидание машинистом крана (крановщиком) строповки и отцепки груза, оформление закрытия перегона, укладку выгружаемых материалов по габариту, переходы в рабочей зоне для выполнения работ в течение рабочего дня и т. п.;

– обслуживание рабочего места ($T_{об}$).

Кроме $T_{пз}$, $T_{отл}$, $T_{пт}$ и $T_{об}$ необходимо еще учесть так называемые «потери рабочего времени» на пропуск графиковых поездов по ремонтуемому пути и по соседнему с ним. Это время в каждом конкретном случае будет определяться отдельно. При определении трудовых затрат это учитывается **поправочным коэффициентом α**

$$g = V a \alpha, \quad (2.3)$$

где α – поправочный коэффициент,

$$\alpha = \frac{T_{р.д}}{T_{р.д} - t_{пр}}; \quad (2.4)$$

$T_{р.д}$ – число минут в рабочем дне, 480 мин;

$t_{пр}$ – потери рабочего времени на пропуск поездов, мин.

Потери рабочего времени на пропуск поездов зависят от количества и вида поездов (пассажирские, грузовые и т. п.), пропускаемых за время работ, а также схемы ограждения участка работ сигнальными знаками и определяются:

– для *однопутного участка*

$$t_{пр} = n_{пас} t_{пас} + n_{гр} t_{гр} + n_{мв} t_{мв}; \quad (2.5)$$

– для *двухпутного участка*

$$t_{пр} = n_{пас} (t_{пас} + t'_{пас}) + n_{гр} (t_{гр} + t'_{гр}) + n_{мв} (t_{мв} + t'_{мв}), \quad (2.6)$$

где $n_{пас}$, $n_{гр}$, $n_{мв}$ – количество соответственно пассажирских, грузовых и моторвагонных поездов, пропускаемых за время производства работы, шт. либо пар;

$t_{пас}$, $t_{гр}$, $t_{мв}$ – норма времени на пропуск поезда по пути, на котором ведутся ремонтные работы, для соответствующего вида пропускаемого подвижного состава, мин;

$t'_{\text{пас}}, t'_{\text{гр}}, t'_{\text{мв}}$ – норма времени на пропуск поездов по соседнему пути для всех видов ограждения, для соответствующего вида пропускаемого подвижного состава, мин.

Нормы времени на пропуск поездов приведены в таблице 2.5.

Таблица 2.5 – Нормы времени на пропуск поездов

В минутах

Способ ограждения места работ	Нормы времени на пропуск поездов		
	грузовых	пассажирских	моторвагонных
Сигналами остановки с пропуском поездов по месту работ с уменьшенной скоростью	5	3	2,5
Сигналами остановки с пропуском поездов по месту работ без уменьшения скорости	2,5	1,5	1,3
Сигналами уменьшения скорости	3	2	1,6
Сигнальными знаками «С»	1,8	1,3	1,0
Пропуск поездов по пути, соседнему с тем, на котором производятся работы, при всех видах ограждения	1,5	1,0	0,7

В итоге, определяются следующие **поправочные коэффициенты**:

- α_1 – учитывающий ограждение участка сигналами остановки с пропуском поездов по месту работ с уменьшенной скоростью;
- α_2 – учитывающий ограждение участка сигналами остановки с пропуском поездов по месту работ без уменьшения скорости;
- α_3 – учитывающий ограждение места работ сигналами уменьшения скорости;
- α_4 – учитывающий ограждение места работ сигнальными знаками «С»;
- α_5 – применяемый для работ, выполняемых в «окно».

2.4 Составление ведомости затрат труда

Для определения продолжительности работ составляется ведомость затрат труда по типовым нормам (таблица 2.6). Кроме продолжительности каждой работы определяется количество исполнителей на отдельные операции. В ведомости сначала заполняются графы 1–7, при этом определяются затраты труда с учетом поправочного коэффициента α . Особое внимание при заполнении графы «Наименование работ» необходимо обратить на правильную технологическую последовательность подготовительных, основных и отделочных работ согласно технологическому процессу.

Типовые нормы времени на измеритель (графы 4, 5) принимаются из [15], в отдельных случаях из [16] или типовых технологических процессов.

Таблица 2.6 – Ведомость затрат труда по типовым нормам

Наименование работ	Измеритель работы	Объем работы	Типовая норма времени на измеритель		Затраты труда, чел·мин		Количество исполнителей, чел.	Продолжительность работы, мин	
			нормо·мин	мин	на работу	с учетом α		исполнителей	машин
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Монтаж рельсовых стыков, ТНВ № 81	1 стык нити	86	16,9	–	1454	1527	10	153	–
Примечание – В расчетах принят поправочный коэффициент $\alpha_5 = 1,05$.									

Для работы «Монтаж рельсовых стыков» (типовая норма времени № 81) согласно [15] с учетом $T_{пз}$, $T_{отл}$, $T_{пт}$ и $T_{об}$ норма времени на объем работ, равный 1 стыку нити, составляет 16,9 нормо·мин.

Объем работ устанавливается по ведомостям, составленным на основе натурального осмотра ремонтируемого участка и характеристик пути до и после ремонта. Объем работ показывается для участка, равному фронту работ в «окно» по замене рельсошпальной решетки.

Графы 8–10 заполняются при составлении графиков производства работ в «окна» и графика распределения работ по дням и участкам.

Для определения графы 6 «Затраты труда, чел·мин / на работу» необходимо объем работ (графа 3) умножить на соответствующую типовую норму времени из графы 4 «Типовая норма времени на измеритель / нормо·мин». Для определения графы 7 «Затраты труда, чел·мин / с учетом α » необходимо затраты труда (графа 6) умножить на поправочный коэффициент α , соответствующий периоду производства работ. Для работ, выполняемых в «окно» или под прикрытием «окна» применяется α_5 , для остальных работ – α_1 – α_4 .

Для заполнения графы 9 «Продолжительность работы, мин / исполнителей» необходимо затраты труда (графа 7) разделить на количество исполнителей (графа 8). Графа 8 «Количество исполнителей, чел.» заполняется в зависимости от того, как выполняется работа:

- с применением машин тяжелого типа – количество исполнителей принимается согласно ТНВ;

- с применением ручного инструмента либо механизмов – количество исполнителей принимается исходя из обеспечения необходимого темпа выполнения работы.

При объединении нескольких работ в один поток, для определения продолжительности работ, затраты труда (графа 7) необходимо сложить.

2.5 Принципы построения графика производства работ в «окно»

График производства работ в «окно» (рисунок 2.5) вычерчивают в координатных осях (ось X – продолжительность «окна», ось Y – протяженность фронта работ) в определенном масштабе.

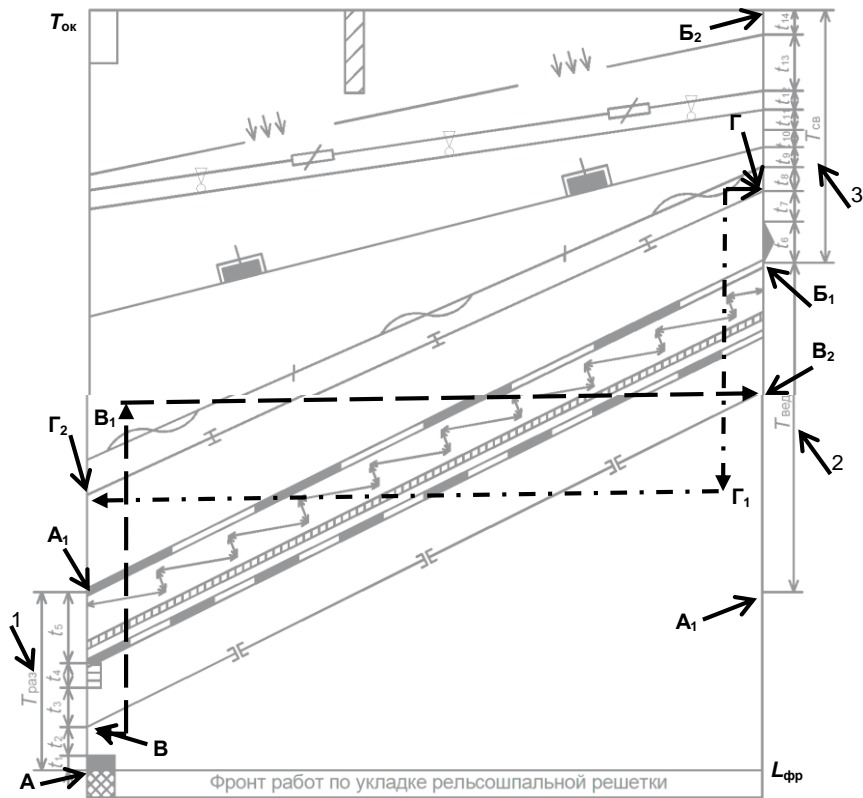


Рисунок 2.5 – Принцип построения графика основных работ в «окно» по замене рельсошпальной решетки

Протяженность фронта работ в «окно» $L_{\text{фр}}$ откладывают в произвольном масштабе, продолжительность работ в «окно» $T_{\text{ок}}$ в часах и минутах – в масштабе 1 мм = 1 мин.

Каждая рабочая операция показывается линией с определенным условным обозначением. Наклон каждой линии определяет **темп выполнения работы**. Разница по оси X между временем началом работы и временем ее окончания – **продолжительность работы**. Таким образом, работы, линии которых на гра-

фиках параллельны, выполняются в одном темпе. Продолжительность работ, отмеченных более пологими линиями, меньше, чем более крутых.

Основой для составления графика основных работ в «окно» являются интервалы времени между отдельными операциями, составляющие $T_{\text{раз}}$ и $T_{\text{св}}$.

Продолжительность «окна» определяется согласно принятому типовому технологическому процессу (см. формулу (2.1)), при этом рассчитываются продолжительность развертывания работ $T_{\text{раз}}$ и продолжительность свертывания работ $T_{\text{св}}$, состоящие из нескольких интервалов. Таким образом, в начале фронта работ, от начала «окна» откладывается $T_{\text{раз}}$ (точки А и А₁), затем в конце фронта работ откладывается продолжительность ведущей работы $T_{\text{всд}}$ (точки А₁ и Б₁), а затем там же – продолжительность свертывания работ $T_{\text{св}}$ (точки Б₁ и Б₂). Все эти составляющие откладываются в одинаковом масштабе.

Затем откладываются интервалы времени t_1-t_5 в рамках $T_{\text{раз}}$ и t_6-t_{14} в рамках $T_{\text{св}}$.

Время начала работ, которые необходимо выполнить до начала ведущей, откладывается от интервалов времени $T_{\text{раз}}$. Например, демонтаж рельсовых стыков вручную (—⌘—) начинается между интервалами t_2 и t_3 (точка В), вверх откладывается продолжительность работы, которая согласно ведомости затрат труда по типовым нормам равна 85 мин. Полученная точка В₁ сносится на противоположную сторону (точка В₂), после чего точки В и В₂ соединяются.

Время окончания работ, которые необходимо выполнить после ведущей, откладывается от интервалов времени $T_{\text{св}}$. Например, монтаж рельсовых стыков (—⌘—) заканчивается между интервалами t_7 и t_8 (точка Г), вниз откладывается продолжительность работы, которая согласно ведомости затрат труда по техническим нормам (см. таблицу 2.6, графа 9) равна 153 мин. Полученная точка Г₁ сносится на противоположную сторону (точка Г₂), после чего точки Г и Г₂ соединяются. Аналогичным образом откладываются все остальные работы.

3 ОРГАНИЗАЦИЯ ОСНОВНЫХ РАБОТ ПО РЕМОНТУ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОГО ПУТИ В «ОКНО»

3.1 Определение нормативно-технических требований к конструкции верхнего строения пути

3.1.1 Характеристика верхнего строения пути до ремонта

Верхнее строение железнодорожного пути до ремонта (приложение А):

- путь звеньевой, рельсы типа Р65 длиной 25,0 м;
- шпалы железобетонные, скрепление КБ;
- накладки в стыках четырехдырные;
- эпора шпал: на прямых участках и в кривых участках радиусом более 1200 м – 1840 шт./км; в кривых радиусом 1200 м и менее – 2000 шт./км;
- балласт щебеночный на песчаной подушке, загрязненность – 30 %;
- плечо балластной призмы 35 см.

3.1.2 Характеристика верхнего строения пути после ремонта

Характеристика верхнего строения пути после ремонта принимается в зависимости от класса пути (см. таблицу 2.1).

Для определения укладываемого в результате ремонта верхнего строения пути (см. таблицу 2.2) в графе, соответствующей классу пути, необходимо выбрать конструкцию и характеристику верхнего строения пути, а именно: тип рельсов, род шпал и тип креплений с указанием «новые/старогодные», эпору шпал, род балласта с указанием его толщины.

Грузонапряженность определяется по формуле

$$\Gamma = (n_{\text{пас}} P_{\text{пас}} + n_{\text{гр}} P_{\text{гр}} + n_{\text{мв}} P_{\text{мв}}) \cdot 365 \cdot 1,1 \cdot 10^{-6}, \quad (3.1)$$

где $n_{\text{пас}}$, $n_{\text{гр}}$, $n_{\text{мв}}$ – количество соответственно пассажирских, грузовых и моторвагонных поездов, проходящих по ремонтируемому пути в течение суток, шт. либо пары шт.;

$P_{\text{пас}}$, $P_{\text{гр}}$, $P_{\text{мв}}$ – масса одного соответственно пассажирского, грузового и моторвагонного поезда, т;

365 – количество дней в году, дни;

1,1 – коэффициент, учитывающий изменение количества поездов;

10^{-6} – перевод из т·км брутто/км в год в млн т·км брутто/км в год.

При расчете грузонапряженности необходимо учесть, что:

- на двухпутном участке движение поездов осуществляется в одном направлении по каждому из путей, т. е. количество поездов принимается в шт.;

– на однопутном участке движение поездов осуществляется в оба направления, поэтому для расчета принимается количество «пар» поездов, т. е. шт. · 2.

Например, (см. приложение А) количество пассажирских поездов – 8 пар, грузовых – 12 пар, моторвагонных – 10 пар, масса пассажирского поезда – 750 т, грузового – 2050 т, моторвагонного – 350 т. Скорость пассажирских поездов – 120 км/ч, грузовых – 80 км/ч.

Для двухпутного участка для ремонтируемого пути, при $n_{\text{пас}} = 8$ шт., $n_{\text{гр}} = 12$ шт., $n_{\text{мв}} = 10$ шт., $P_{\text{пас}} = 750$ т, $P_{\text{гр}} = 2050$ т, $P_{\text{мв}} = 350$ т:

$$Г = (8 \cdot 750 + 12 \cdot 2050 + 10 \cdot 350) \cdot 365 \cdot 1,1 \cdot 10^{-6} = 13,7 \text{ млн т} \cdot \text{км брутто/км в год.}$$

Согласно таблице 2.1 принимается 2-й класс пути.

Таким образом, характеристика верхнего строения пути для путей второго класса:

- бесстыковой путь, рельсы Р65 новые;
- шпалы железобетонные, крепление СБ-3;
- эюра шпал: на прямых и в кривых радиусом более 1200 м – 1840 шт./км; в кривых радиусом 1200 м и менее – 2000 шт./км;
- балласт щебеночный с толщиной слоя под шпалой не менее 30 см;
- балластная призма типовых размеров.

**Например*¹⁾, для однопутного участка, при $n_{\text{пас}} = 8 \cdot 2 = 16$ шт., $n_{\text{гр}} = 12 \cdot 2 = 24$ шт., $n_{\text{мв}} = 10 \cdot 2 = 20$ шт., $P_{\text{пас}} = 750$ т, $P_{\text{гр}} = 2050$ т, $P_{\text{мв}} = 350$ т:

$$Г = (16 \cdot 750 + 24 \cdot 2050 + 20 \cdot 350) \cdot 365 \cdot 1,1 \cdot 10^{-6} = 27,4 \text{ млн т} \cdot \text{км брутто/км в год.}$$

Согласно таблице 2.1 принимается 1-й класс пути.

3.2 Обоснование назначения вида ремонта пути

Вид ремонта назначается согласно [3], учитывая при этом состав основных и дополнительных работ. Согласно таблице 2.3 видами ремонтов с заменой рельсошпальной решетки являются: капитальный, восстановительный ремонт на новых либо старогодных материалах. При назначении капитального ремонта должны быть включены работы по ремонту или переустройству водоотводов, дренажных сооружений и т. п., а также ремонтные работы на земляном полотне, которые не предусмотрены рассматриваемым технологическим проектом. Согласно 2-му классу пути должны быть уложены новые материалы верх-

¹⁾ Примеры расчетов, обозначенные как «*Например» рассматривают различные дополнительные условия и в общую технологическую цепочку разрабатываемого процесса ремонта пути не включаются.

него строения пути, следовательно, назначается вид ремонта – **восстановительный ремонт железнодорожного пути на новых материалах.**

3.3 Составление ведомости объемов работ

Объемы работ представлены в таблице 3.1.

Таблица 3.1 – **Ведомость объемов работ**

Параметр объема, обозначение	Измеритель	Порядок определения объема	Объем в единицах измерителя
Протяженность фронта работ $L_{фр}$	м	$L_{фр}$	1050,0
	км	$L_{фр}$	1,05
Протяженность прямолинейных и криволинейных участков $R > 1200$ м (% см. задание) $L_{пр}$	%	$L_{пр}$	70
	км	$L_{пр} = L_{фр} \cdot \% / 100$	$1,05 \cdot 70 / 100 = 0,735$
Протяженность криволинейных участков $R \leq 1200$ м (% см. задание) $L_{кр}$	%	$L_{кр}$	30
	км	$L_{кр} = L_{фр} \cdot \%$	$1,05 \cdot 30 : 100 = 0,315$
Количество звеньев демонтируемой рельсошпальной решетки (при длине звена 25,0 м) $n_{зв}^д$	Звено	$n_{зв}^д = L_{фр} / L_{зв}$	$1050,0 / 25,0 = 42$
	10 звеньев	$n_{зв}^д / 10$	$42 / 10 = 4,2$
Количество стыковых болтов (при 4-дырных накладках ¹⁾) в демонтируемых стыках $n_{болт}^д$	Болт	$n_{болт}^д = (n_{зв}^д + 1) \cdot 4 \cdot 2$	$(42 + 1) \cdot 4 \cdot 2 = 344$
	10 болтов	$n_{болт}^д / 10$	$344 / 10 = 34,4$
Количество звеньев монтируемой рельсошпальной решетки (при длине звена 25,0 м) $n_{зв}^м$	Звено	$n_{зв}^м = L_{фр} / L_{зв}$	$1050,0 / 25,0 = 42$
	10 звеньев	$n_{зв}^м / 10$	$42 / 10 = 4,2$
Количество монтируемых стыков $n_{ст}^м, n_{ст.н}^м$	Стык пути	$n_{ст}^м = n_{зв}^м + 1$	$42 + 1 = 43$
	Стык нити	$n_{ст.н}^м = n_{ст}^м \cdot 2$	$43 \cdot 2 = 86$
Объем щебня (два вагона $n_{ваг}$ объемом 40,0 м ³ каждый) $W_{щ}^{оур}$	м ³	$W_{щ}^{оур} = n_{ваг} \cdot 40,0$	$2 \cdot 40,0 = 80,0$
	100 м ³	$W_{щ}^{оур} / 100$	$80,0 / 100 = 0,8$
Количество рельсовых рубок $n_{руб}^м$	Рубка	$n_{руб}^м$	2
Количество шпал на протяжении всего фронта работ $n_{шп}$	Шпала	$n_{шп} = L_{пр} \cdot 1840 + L_{кр} \cdot 2000$	$0,735 \cdot 1840 + 0,315 \cdot 2000 = 1983$
Количество шпал в местах препятствия для работы машин ²⁾ $n_{шп}^{пр}$	Шпала	$n_{шп}^{пр}$	46
	10 шпал	$n_{шп}^{пр} / 10$	$46 / 10 = 4,6$
Количество шпал в пределах отвода ³⁾ $n_{шп}^{отв}$	Шпала	$n_{шп}^{отв}$	$46 + 46 = 92$
	10 шпал	$n_{шп}^{отв} / 10$	$92 / 10 = 9,2$

Окончание таблицы 3.1

Параметр объема, обозначение	Измеритель	Порядок определения объема	Объем в единицах измерителя
Количество шпал в местах препятствия для работы машин и на отводе $n_{\text{шп}}^{\text{шп}}$	Шпала	$n_{\text{шп}}^{\text{шп}} = n_{\text{шп}}^{\text{пр}} + n_{\text{шп}}^{\text{отв}}$	$46 + 92 = 138$
	10 шпал	$n_{\text{шп}}^{\text{шп}} / 10$	$138 / 10 = 13,8$
Количество шпал, подлежащее регулировке по эпюре (5 %) $n_{\text{шп}}^{\text{р}}$	Шпала	$n_{\text{шп}}^{\text{р}} = n_{\text{шп}} \cdot 5 / 100$	$1983 \cdot 5 / 100 = 99,2 = 99$
	100 шпал	$n_{\text{шп}}^{\text{р}} / 100$	$99 / 100 = 0,99$
Протяженность участка рельсошпальной решетки, подлежащий регулировке в плане с постановкой на ось моторным гидравлическим рихтовщиком (50 %) $l_{\text{уч}}^{\text{р}}$	м	$l_{\text{уч}}^{\text{р}} = L_{\text{фр}} \cdot 50 / 100$	$1050 \cdot 50 / 100 = 525$
	100 м	$l_{\text{уч}}^{\text{р}} / 100$	$525 / 100 = 5,25$
Количество изолирующих стыков $n_{\text{из}}$	1 изолирующий стык	$n_{\text{из}}$	1
Площадь переездного настила (6,0 м ² /1 переездный настил) $S_{\text{пер}}$	м ² настила	$S_{\text{пер}} = 6,0 n_{\text{пер}}$	$6,0 \cdot 1 = 6,0$
	10 м ² настила	$S_{\text{пер}} / 10$	$6,0 / 10 = 0,6$
<p>¹) Четырехдырные накладки устанавливаются на рельсах типа Р65 (до ремонта), шестидырные – Р50. При шестидырных накладках количество болтов определяется $n_{\text{болт}}^{\text{л}} = (n_{\text{зв}}^{\text{л}} + 1) \cdot 6 \cdot 2$.</p> <p>²) Количество шпал в местах препятствия для работы машин определяется исходя из наличия одного места (см. таблицу А.2) в прямом участке пути протяженностью 25,0 м (одно звено). При эпюре шпал на прямом участке 1840 шт./км, количество шпал на звене – 46 шт.</p> <p>³) Отвод – два звена, общей протяженностью $25,0 + 25,0 = 50,0$ м, расположенные в конце участка. Принимая, что отвод расположен в прямом участке, количество шпал: $46 + 46 = 92$ шп.</p>			

3.4 Определение поправочных коэффициентов

Методика определения поправочных коэффициентов приведена в [подразд. 2.3](#).

При определении α_3 необходимо учесть, что при *выполнении работ в «окно» поезда по ремонтуемому пути не пропускаются*, как для однопутного, так и для двухпутного участков.

Исходя из того, что на двухпутном участке ремонтируется только один из путей, необходимо учесть, что при выполнении работ в «окно» *все поезда, пропускаемые по ремонтуемому пути, будут пропускаться по пути, соседнему с ремонтуемым*.

Например, участок пути двухпутный, за время «окна» (см. приложение А) по ремонтуемому и соседнему с ним путям пропускаются поезда: пассажир-

ские – 5 пар (5 шт. + 5 шт.), грузовые – 3 пары (3 шт. + 3 шт.), моторвагонные – 4 пары (4 шт. + 4 шт.). Время, затрачиваемое на пропуск поездов, определяется по формуле (2.5), нормы времени на пропуск отдельного поезда принимаются согласно таблице 2.5. Расчет поправочных коэффициентов сведен в таблицу 3.2.

Таблица 3.2 – **Определение поправочных коэффициентов для двухпутного участка пути**

Количество поездов, шт.	Потери рабочего времени на пропуск поездов по ремонтируемому участку									
	α_1		α_2		α_3		α_4		α_5	
	одного	всех	одного	всех	одного	всех	одного	всех	одного	всех
	$t + t'$	$n(t + t')$	$t + t'$	$n(t + t')$	$t + t'$	$n(t + t')$	$t + t'$	$n(t + t')$	$2t'$	nt'
$n_{\text{пас}} = 5$	3 + 1,0	20	1,5 + 1,0	12,5	2 + 1,0	15,0	1,3 + 1,0	11,5	$2 \cdot 1,0$	10
$n_{\text{гр}} = 3$	5 + 1,5	19,5	2,5 + 1,5	12,0	3 + 1,5	13,5	1,8 + 1,5	9,9	$2 \cdot 1,5$	9
$n_{\text{мв}} = 4$	2,5 + 0,7	12,8	1,3 + 0,7	8,0	1,6 + 0,7	9,2	1,0 + 0,7	6,8	$2 \cdot 0,7$	5,6
$t_{\text{пр}}$	52,3		32,5		37,7		28,2		24,6	
$480 - t_{\text{пр}}$	427,7		447,5		442,3		451,8		455,4	
$\frac{480}{480 - t_{\text{пр}}}$	1,12		1,07		1,09		1,06		1,05	

**Например, участок пути однопутный, за время «окна» по участку пропускаются: пассажирских поездов – 5 пар, грузовых – 3 пары, моторвагонных – 4 пары. Время, затрачиваемое на пропуск поездов, определяется по формуле (2.5), нормы времени на пропуск отдельного поезда принимаются согласно таблице 2.5. Расчет поправочных коэффициентов сведен в таблицу 3.3.*

Таблица 3.3 – **Определение поправочных коэффициентов для однопутного участка пути**

Количество поездов, шт.	Потери рабочего времени на пропуск поездов по ремонтируемому участку									
	α_1		α_2		α_3		α_4		α_5	
	одного	всех	одного	всех	одного	всех	одного	всех	одного	всех
	t	nt	t	nt	t	nt	t	nt	t	nt
$n_{\text{пас}} = 5 \cdot 2$	3	30,0	1,5	15,0	2	20,0	1,3	13,0	–	–
$n_{\text{гр}} = 3 \cdot 2$	5	30,0	2,5	15,0	3	18,0	1,8	10,8	–	–
$n_{\text{мв}} = 4 \cdot 2$	2,5	20,0	1,3	10,4	1,6	12,8	1,0	8,0	–	–
$t_{\text{пр}}$	80,0		40,4		50,8		31,8		–	
$480 - t_{\text{пр}}$	400,0		439,6		429,2		448,2		480	
$\frac{480}{480 - t_{\text{пр}}}$	1,2		1,09		1,12		1,07		1,0	

3.5 Определение продолжительности «окна» по замене рельсошпальной решетки

Продолжительность «окна» определяется в соответствии с технологической схемой проведения основных работ (рисунок 3.1).

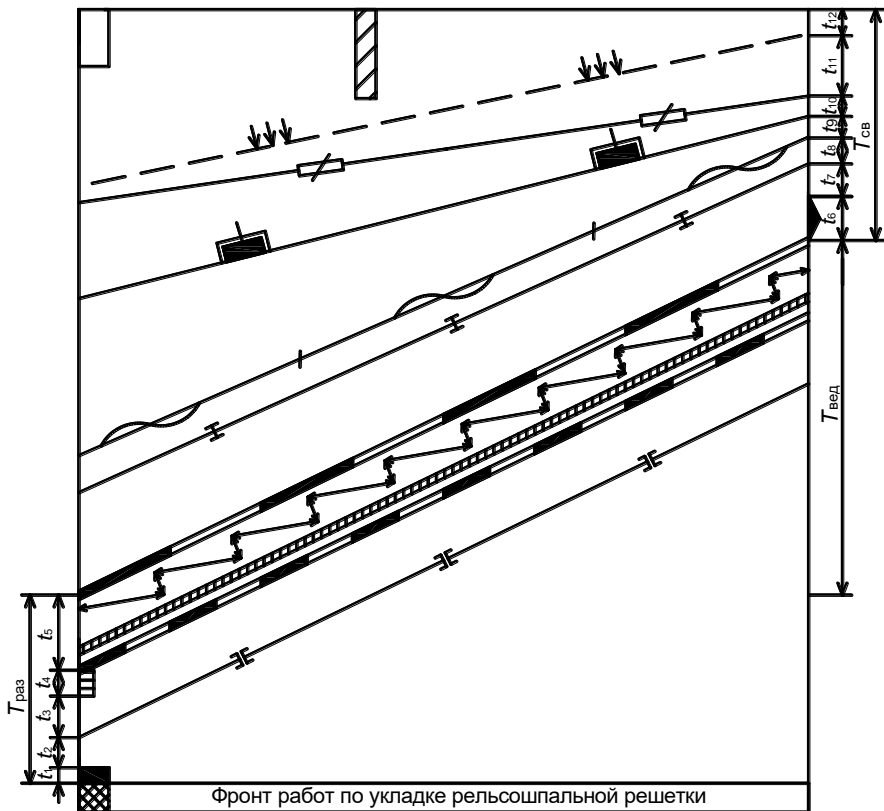








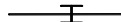

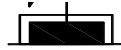







Рисунок 3.1 – Схема производства работ в основное «окно»
по замене рельсошпальной решетки

Условные обозначения:

-  – подготовка места для зарядки машины ВПО-3000, разборка деревянного переездного настила вручную;
-  – оформление закрытия перегона (либо оформление закрытия перегона и снятие напряжения в контактной сети);
-  – демонтаж рельсовых стыков вручную;

-  – демонтаж рельсошпальной решетки путеукладочным краном УК 25/9-18;
-  – срезка верхнего слоя балластной призмы бульдозером;
-  – планировка балластной призмы планировщиком;
-  – монтаж рельсошпальной решетки путеукладочным краном УК 25/9-18, установка нормальных стыковых зазоров;
-  – заготовка и монтаж рельсовых рубок;
-  – монтаж рельсовых стыков;
-  – регулировка железобетонных шпал по эпюре, регулировка рельсошпальной решетки в плане с постановкой на ось моторным гидравлическим рихтовщиком РГУ-1;
-  – выправка пути выправочно-подбивочно-отделочной машиной ВПО-3000;
-  – выгрузка балласта из универсальных хоппер-дозаторов ЦНИИ-ДВЗ;
-  – рихтовка пути электробалластером ЭЛБр-1;
-  – подбивка шпал электрошпалоподбойками ЭШП в местах препятствий для работы машин и на отводе;
-  – монтаж изолирующих стыков;
-  – укладка деревянного переездного настила вручную.

Основные работы в «окно» по замене рельсошпальной решетки выполняются способом, в котором темп производства определяет ведущая работа – монтаж рельсошпальной решетки путеукладочным краном УК 25/9-18.

Принципы разработки графика производства работ в «окно» по замене рельсошпальной решетки приведен в подразд. 2.5.

Работы развертывания включают операции, которые выполняются до ведущей работы, т. е. до монтажа рельсошпальной решетки путеукладочным краном УК 25/9-18. Все объемы работ приняты согласно таблице 3.1.

Продолжительность развертывания работ $T_{\text{раз}}$ состоит из интервалов времени между началами работ, которые определяются в зависимости от характеристик ремонтируемого участка (например, вид тяги поездов), а также технологической последовательности выполнения рабочих операций.

Время t_1 , необходимое для оформления закрытия перегона, принимается для неэлектрифицированного участка – 6 мин, либо время, необходимое для оформления закрытия перегона и снятие напряжения в контактной сети для электрифицированного участка – 14 мин.

Интервал времени t_2 на пробег хозяйственных поездов к месту работ принимается равным 10 мин.

Интервал времени t_3 , необходимый для первоначального демонтажа рельсовых стыков, принимается равным 15 мин.

Время t_4 , необходимое для приведения путеукладочного крана УК 25/9-18 в рабочее положение, принимается 10 мин.

Интервал времени t_5 между началом демонтажа и началом монтажа рельсошпальной решетки принимается равным 30 мин.

Общая **продолжительность развертывания работ** $T_{\text{раз}}$ определяется по формуле

$$T_{\text{раз}} = t_1 + t_2 + t_3 + t_4 + t_5. \quad (3.2)$$

Например, при $t_1 = 6$ мин (для неэлектрифицированного участка), $t_2 = 10$ мин, $t_3 = 15$ мин, $t_4 = 10$ мин, $t_5 = 30$ мин

$$T_{\text{раз}} = 6 + 10 + 15 + 10 + 30 = 71 \text{ мин.}$$

Монтаж рельсошпальной решетки звеньями укладочным краном УК 25/9-18 производится параллельно с установкой нормальных стыковых зазоров. **Продолжительность ведущей работы** определяется по формуле

$$T_{\text{всд}} = \frac{n_{\text{зв}}^{\text{М}} \cdot N_{\text{ук}}^{\text{М}} + n_{\text{ст}}^{\text{М}} \cdot N_{\text{ст}}^{\text{УСТ}}}{K_{\text{ук}}^{\text{М}}} \alpha_5, \quad (3.3)$$

где $n_{\text{зв}}^{\text{М}}$ – количество звеньев, которое должно быть смонтировано на протяжении всего фронта работ, десять звеньев;

$N_{\text{ук}}^{\text{М}}$ – типовая норма времени на монтаж десяти звеньев согласно ТНВ-82 [15] – 456,3 нормо·мин;

$n_{\text{ст}}^{\text{М}}$ – количество стыков пути, которое должно быть установлено при монтаже звеньев на протяжении всего фронта работ, стык пути;

$N_{\text{ст}}^{\text{УСТ}}$ – типовая норма времени на установку одного стыкового зазора пути, 3,8 нормо·мин;

$K_{\text{ук}}^{\text{М}}$ – количество исполнителей, занятых на монтаже рельсошпальной решетки, согласно ТНВ-82 [15] – 14 чел.

Например, $n_{\text{зв}}^{\text{М}} = 4,2$ десятков звеньев, $n_{\text{ст}}^{\text{М}} = 43$ стыка пути, а также $N_{\text{ук}}^{\text{М}} = 456,3$ нормо·мин, $N_{\text{ст}}^{\text{УСТ}} = 3,8$ нормо·мин, $K_{\text{ук}}^{\text{М}} = 14$ чел., $\alpha_5 = 1,05$:

$$T_{\text{всд}} = \frac{4,2 \cdot 456,3 + 43 \cdot 3,8}{14} 1,05 = 156 \text{ мин.}$$

Работы свертывания согласно рисунку 3.1 включают работы по монтажу рельсовых стыков, регулировке железобетонных шпал по эпюре после укладки звеньев и регулировке пути в плане моторным гидравлическим рихтовщиком, выправке пути машиной ВПО-3000, выгрузке щебня из хоппердозаторных вагонов, постановке пути на ось электробалластером ЭлБр-1, выправке пути с подбивкой шпал электрошпалоподбойками в местах препятствия для работы машин и на отводе и оформлении открытия перегона. **Продолжительность свертывания работ** $T_{\text{св}}$ состоит из интервалов между окончаниями работ, которые определяются в зависимости от характеристики

ремонтируемого участка, а также технологической последовательности выполнения рабочих операций,

Время t_6 , необходимое для монтажа рельсовых рубок на отводе, принимается равным 25 мин.

Интервал времени t_7 , необходимый на завершение монтажа рельсовых стыков, принимается равным 25 мин.

Интервал времени t_8 , необходимый на завершение работ по регулировке железобетонных шпал по эпюре и регулировке пути в плане моторным гидравлическим рихтовщиком, принимается равным 10 мин.

Интервал времени t_9 , необходимый на завершение выправки пути машиной ВПО-3000, принимается равным 5 мин.

Время t_{10} , необходимое на пропуск по участку работ состава, включающего щебнеочистительную машину РМ-80, принимается равным 10 мин.

Интервал времени t_{11} , необходимый на завершение выгрузки щебня из хопер-дозаторных вагонов, принимается равным 15 мин.

Интервал времени t_{12} , необходимый на завершение постановки пути на ось электробалластером ЭЛБр-1, принимается равным 5 мин.

Интервал времени t_{13} , необходимый для выправки пути в пределах отвода (последних 50,0 м пути), принимается равным 30 мин.

Время t_{14} , необходимое для оформления открытия перегона, принимается для неэлектрифицированного участка – 6 мин, либо время, необходимое для оформления открытия перегона и подачу напряжения в контактную сеть для электрифицированного участка – 14 мин.

Общая продолжительность свертывания работ $T_{св}$

$$T_{св} = t_6 + t_7 + t_8 + t_9 + t_{10} + t_{11} + t_{12} + t_{13} + t_{14}. \quad (3.4)$$

Например, при $t_6 = 25$ мин; $t_7 = 25$ мин; $t_8 = 10$ мин; $t_9 = 5$ мин; $t_{10} = 10$ мин; $t_{11} = 15$ мин, $t_{12} = 5$ мин; $t_{13} = 30$ мин, $t_{14} = 6$ мин (для неэлектрифицированного участка)

$$T_{св} = 25 + 25 + 10 + 5 + 10 + 15 + 5 + 30 + 6 = 131 \text{ мин.}$$

Общая **продолжительность «окна»**, согласно формуле (2.1), при $T_{раз} = 71$ мин; $T_{всд} = 156$ мин; $T_{св} = 131$ мин

$$T_{ок} = 71 + 156 + 131 = 258 \text{ мин.}$$

3.6 Составление ведомости затрат труда по техническим нормам

Ведомость затрат труда представлена в таблице 3.4.

Порядок составления и заполнения ведомости приведен в подразд. 2.4.

Таблица 3.4 – Ведомость затрат труда по типовым нормам

Наименование работ	Измеритель работы	Объем работы	Типовая норма времени на измеритель		Затраты труда, чел-мин		Количество исполнителей, чел.	Продолжительность работы, мин		Количество монтеров пути (м. п.) и машинистов
			нормо-мин	мин	на работу	с учетом		исполнителей	машины	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Основные работы по замене рельсошпальной решетки <i>Работы до «окна»</i>										
Разборка деревянного переездного настила вручную, ТНВ № 42	10 м ² настила	0,6	80,6	–	49	52	6	81	–	6 м. п.
Подготовка места для зарядки машины ВПО-3000, ТНВ № 48	1 место зарядки	1	408,61	–	409	434				
<i>Работы в «окно»</i>										
Оформление закрытия перегона, пробег машин к месту работ	мин	–	–	6	–	–	–	6	–	
Демонтаж рельсовых стыков вручную, ТНВ № 55	10 болтов	34,4	14,15	–	487	512	4	128	–	4 м. п.
Демонтаж рельсошпальной решетки путеукладочным краном УК 25/9-18, ТНВ № 83	10 звеньев	4,2	493,8	27,9	2074	2178	14	156	156	10 м. п., 4 машиниста
Срезка верхнего слоя балластной призмы бульдозером	1 км пути	1,05	45,34	35,9	48	51	1	51	51	1 машинист
Планировка балластной призмы планировщиком, ТНВ № 58	1 км пути	1,05	45,34	35,9	48	51	1	51	51	1 машинист
Монтаж рельсошпальной решетки путеукладочным краном УК 25/9-18, ТНВ № 82	10 звеньев	4,2	456,3	25,8	1917	2013	14	157	157	10 м. п., 4 машиниста

Установка нормальных стыковых зазоров	1 стык пути	43	3,8	–	164	173				
Заготовка и монтаж рельсовых рубок	1 рубка	2	84,0	–	168	177	8	23	–	7 м. п., 1 машинист
Монтаж рельсовых стыков, ТНВ № 81	1 стык нити	86	16,9	–	1454	1527	10	153	–	10 м. п.
Регулировка железобетонных шпал по эпюре, ТНВ № 78	100 шпал	0,99	509,24	–	505	534				
Регулировка рельсошпальной решетки в плане с постановкой на ось моторным гидравлическим рихтовщиком РГУ-1, ТНВ № 74	100 м пути	5,25	56,33	–	296	311	6	141	–	6 м. п.
Выправка пути выправочно-подбивочно-отделочной машиной ВПО-3000, ТНВ № 69	1 км пути	1,05	256,89	33,9	270	284	6	48	48	Машинисты
Выгрузка балласта из универсальных хоппер-дозаторов ЦНИИ-ДВЗ, ТНВ № 70	100 м ³	0,8	35,6	8,73	29	31	4	8	–	2 м. п., 2 машинист
Рихтовка пути электробалластером ЭЛБр-1, ТНВ № 53	1 км пути	1,05	54,3	21,5	58	61	2	31	31	Машинисты
Монтаж изолирующих стыков, ТНВ № 75	1 изол. стык пути	1	243,76	–	244	257	2	129	–	2 м. п.
Подбивка шпал электрошпалоподбойками ЭШП в местах препятствий для работы машин и на отводе, ТНВ № 68	10 шпал	14,2	51,66	–	734	771	17	46	–	17 м. п.
Укладка деревянного переездного настила вручную	м ² настила	6,0	21,30	–	128	135	4	34	–	4 м. п.
Итого					9082	9552				

Графа № 3 заполняется на основании таблицы 3.1 (рисунок 3.2).

Таблица 3.1 – Ведомость объемов работ

Параметр объема, обозначение	Измеритель	Порядок определения объема	Объем в единицах измерителя
Количество звеньев демонтируемой рельсошпальной решетки (при длине звена 25,0 м), $n_{зв}^д$	Звено	$n_{зв}^д = L_{фр} : l_{зв}$	$1050,0 : 25,0 = 42$
	10 звеньев	$n_{зв}^д : 10$	$42 : 10 = 4,2$
Количество стыковых болтов (при 4-хдырных накладках ¹) в демонтируемых стыках, $n_{болт}^д$	Болт	$n_{болт}^д = (n_{зв}^д + 1) \cdot 4 \cdot 2$	$(42 + 1) \cdot 4 \cdot 2 = 344$
	10 болтов	$n_{болт}^д : 10$	$344 : 10 = 34,4$

Демонтаж рельсовых стыков вручную, ТНВ № 55	10 болтов	34,4
Демонтаж рельсошпальной решетки путеукладочным краном УК 25/9-18, ТНВ № 83	10 звеньев	4,2

Рисунок 3.2 – Порядок заполнения графы 3 «Объем работ»

При планировании основных работ по замене рельсошпальной решетки необходимо учесть, что некоторые работы выполняются до «окна», т. е. во время движения поездов. В этом случае при определении затрат труда (графа № 7) принимается коэффициент α_d , а для работ, выполняемых в «окно» – α_s (см. таблицу 3.2 либо таблицу 3.3).

Графы 8, 9 и 10 заполняются совместно с построением графика производства работ в «окно» по замене рельсошпальной решетки.

Для работ, выполняемых с применением путевых машин (в графе 5 указана типовая норма времени на измеритель), количество рабочих (монтеров пути и машинистов) в графе 8 принимается согласно соответствующим ТНВ (рисунок 3.3). Продолжительность этих работ определяется в первую очередь.

Наименование работ	Измеритель работы	Объем работы	Типовая норма времени на измеритель		Затраты труда, чел·мин		Количество исполнителей	Продолжительность работы, мин		Количество монтеров пути соответствующей бригады (м.п.) и машинистов
			нормо-мин	мин	на работу	с учетом α		исполнителей	машины	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Демонтаж рельсошпальной решетки путеукладочным краном УК 25/9-18, ТНВ № 83	10 звеньев	4,2	493,8	27,9	2074	2178	14	156	156	10 м.п., 4 машиниста

$$4,2 \cdot 493,8 = 2074 \text{ чел·мин};$$

$$2074 \cdot 1,05 (\alpha_s) = 2178 \text{ чел·мин}$$

$$2178 : 14 = 156 \text{ мин}$$

Рисунок 3.3 – Определение продолжительности работ, выполняемых машинами тяжелого типа

Работы, выполняемые с применением механизмов и инструментов, должны выполняться в темпе работ, выполняемых машинами. Продолжительность таких работ определяется на основании количества монтеров пути, которое обеспечивает необходимый темп. Работа по демонтажу рельсовых стыков вручную должна выполняться в темпе демонтажа рельсошпальной решетки путеукладочным краном УК 25/9-18, последовательность расчета ее продолжительности показана на рисунке 3.4.

Демонтаж рельсовых стыков вручную, ТНВ № 55	10 болтов	34,4	14,15	–	487	512	4	128	–	4 м. п.
Демонтаж рельсошпальной решетки путеукладочным краном УК 25/9-18, ТНВ № 83	10 звеньев	4,2	493,8	27,9	2178	14	156	156		10 м. п., 4 машиниста

$$512 : 156 = 3,3 \text{ чел.} \rightarrow 4 \text{ чел.};$$

$$512 : 4 = 128 \text{ мин}$$

Рисунок 3.4 – Определение продолжительности работ, выполняемых в темпе работ с применением машин тяжелого типа

Работы по монтажу рельсовых стыков, регулировке железобетонных шпал по эюре, регулировке рельсошпальной решетки в плане с постановкой на ось моторным гидравлическим рихтовщиком РГУ-1 должны выполняться в темпе монтажа рельсошпальной решетки путеукладочным краном УК 25/9-18, которая выполняется совместно с установкой нормальных стыковых зазоров, продолжительность этих работ рассчитывается аналогично продолжительности работы по демонтажу рельсовых стыков вручную, принимая в данном случае для расчета количества рабочих продолжительность работы по монтажу рельсошпальной решетки.

На работы по разборке деревянного переездного настила вручную, совместно с подготовкой места для зарядки машины ВПО-3000, заготовке и монтажу рельсовых рубок, монтажу изолирующих стыков, подбивке шпал электрошпалоподбойками ЭШП в местах препятствий для работы машин и на отводе, а также укладке деревянного переездного настила вручную, так как эти работы выполняются не на протяжении всего фронта работ, а в определенных местах, количество рабочих принимается согласно ТНВ соответственно 6, 8, 2, 17 и 4 чел.

3.7 График производства основных работ в «окно» по замене рельсошпальной решетки

График основных работ по замене рельсошпальной решетки разработан на основании схемы производства работ в «окно» (см. рисунок 3.1), а также таблицы 3.4 и представлен на рисунке 3.5.

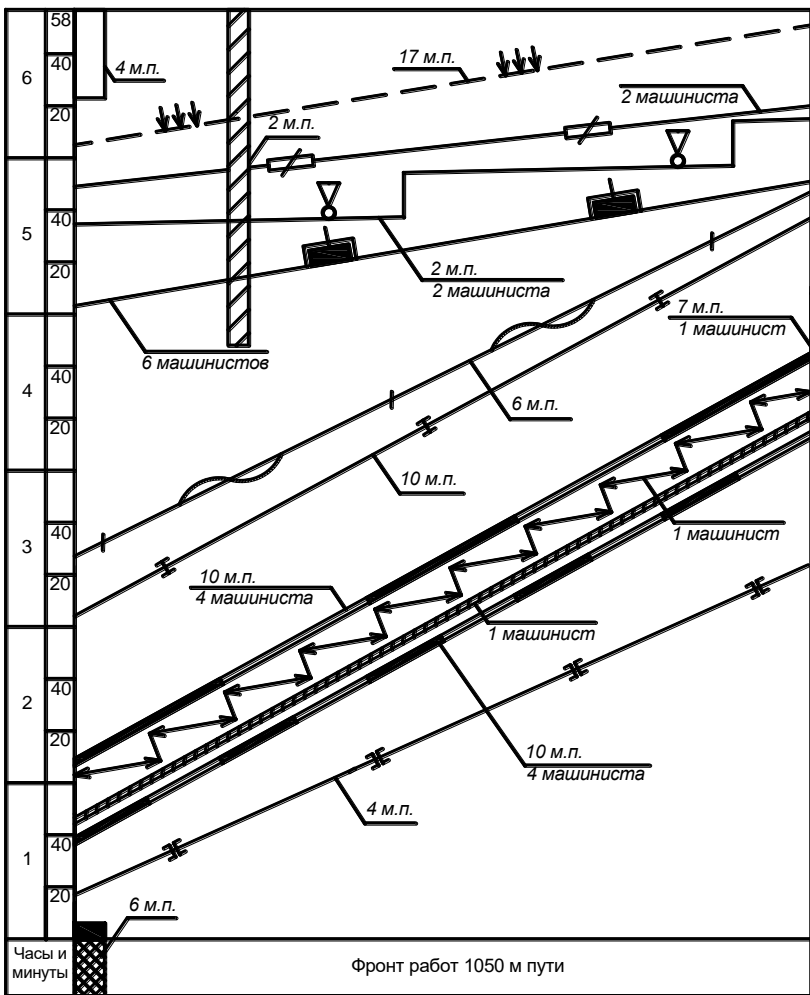


Рисунок 3.5 – График основных работ в «окно» по замене рельсошпальной решетки

3.8 Обеспечение безопасности движения поездов при производстве путевых работ

Железнодорожный путь является опасной зоной, поэтому находясь на путях, необходимо проявлять постоянную бдительность, осторожность и осмотрительность. Требуется внимательно следить за движением поездов, локомо-

тивов, маневровых составов, а также за окружающей обстановкой и принимать решительные меры к устранению возникающей угрозы для жизни людей или безопасности движения поездов.

Места производства путевых работ, вызывающих нарушение целостности или прочности и устойчивости пути и сооружений, а также препятствия на пути или около него в пределах габарита приближения строений, должны ограждаться соответствующими переносными сигналами и сигнальными знаками установленного типа и окраски в соответствии с [17].

Не допускается: приступать к работам до ограждения сигналами места производства работ или препятствия, опасного для движения; снимать сигналы, ограждающие препятствия или место производства работ, до устранения препятствия, полного окончания работ, проверки состояния пути, сооружений и контактной сети, соблюдения габарита.

Полным окончанием работ считается выполнение такого их объема, который обеспечивает безопасный пропуск поездов по месту работ с установленными на участке скоростями движения поездов.

Подготовительные работы к «окну» должны организовываться таким образом, чтобы состояние пути до «окна» обеспечивало безопасный пропуск поездов со скоростью до 60 км/ч, но не менее 25 км/ч.

Состояние пути после «окна» должно обеспечивать, в зависимости от характера и условий производства работ после замены путевой решетки, очистки или замены балласта, подъемки или понижения пути с применением выправочно-подбивочных машин **скорость первых одного-двух поездов** по пути с рельсами Р50 и тяжелее – 25 км/ч, с рельсами легче Р50 – 15 км/ч, последующих поездов согласно таблице 6.3 [12].

На подготовленном к пропуску поездов пути рельсы должны быть пришиты на каждом конце шпалы (бруса) не менее чем на два основных костыля; при скорости пропуска поездов 80 км/ч и более рельсы в кривых радиусом 1200 м и менее – на три основных костыля. При скоростях пропуска поездов 25 км/ч и менее допускается в прямых и кривых радиусом более 1200 м расшивать (зашивать) путь через шпалу.

При *раздельном скреплении* типа КБ, «Краб» или анкерном типа СБ-3 допускается закрепление клеммных и закладных болтов (при скреплении СБ-3 – клемм) при скорости пропуска поездов не более 25 км/ч включительно – на каждой пятой шпале и на предстыковых шпалах; более 25 и до 40 км/ч включительно – на каждой четвертой и на предстыковых шпалах; более 40 и до 60 км/ч – на каждой третьей шпале и предстыковых шпалах.

В период подготовительных и заключительных работ при сплошной смене рельсов и рельсовых плетей бесстыкового пути остальные клеммы и клеммные болты при раздельном скреплении в приведенных выше условиях могут не устанавливаться.

Ширина плеча балластной призмы должна быть не менее: на звеньевом пути – 200 мм, на бесстыковом – 250 мм.

Шпальные ящики должны быть заполнены балластом не менее, чем на 2/3 толщины шпала. Допускается оставлять не засыпанными не более двух подряд ящиков при условии, что между ними будет не менее десяти ящиков, заполненных балластом.

После окончания основных работ в «окно» и при скорости пропуска поездов не более 60 км/ч допускается на железобетонных и деревянных шпалах оставлять шпальные ящики незаполненными балластом внутри колеи при условии, что на бесстыковом пути ширина плеча балластной призмы обеспечивается не менее 250 мм, а на звеньевом пути – не менее 200 мм.

В период подготовительных работ на звеньевом пути балласт может быть удален из шпальных ящиков по концам шпал и за их торцами. При этом скорости пропуска поездов не должны превышать 40 км/ч при рельсах Р50 и тяжелее в прямых и в кривых радиусом 1200 м и более, 25 км/ч во всех остальных случаях.

Непосредственно перед предоставлением «окна» для подготовки мест зарядки машин допускается вырезка балласта ниже подошвы шпал с подведением под них в подрельсовых сечениях лежней (шпал). Скорость пропуска поездов по таким местам устанавливается не более 25 км/ч.

Крутизна отводов по обем рельсовым нитям при подъёмке или понижении пути должна быть плавная и не превышать 1 ‰, при скорости движения поездов более 100 до 120 км/ч; 2 ‰ – более 80 до 100 км/ч; 3 ‰ – более 60 до 80 км/ч; 4 ‰ – более 40 до 60 км/ч и 5 ‰ – не более 40 км/ч. Крутизна отвода более 5 ‰ не допускается.

Скорости пропуска поездов после работ, связанных с подрезкой или подъёмкой пути, с очисткой балластного слоя на пути или искусственных сооружений устанавливаются в зависимости от состояния пути и применяемых путевых машин по таблице 6.3 [12]. После устранения неисправностей в плане и профиле скорости движения поездов назначают до 100 км/ч. Установленные скорости движения вводятся после пропуска 100 тыс. т брутто или после пропуска скоростного машинного комплекса: скоростного планировщика балласта, ВПР-08 или ВПР-09, динамического стабилизатора пути.

При обкатке пути после выполнения работ разрешается дифференцированная выдача предупреждений на грузовые и пассажирские поезда.

В соответствии с [17] всякое препятствие для движения (место, требующее остановки) на перегоне и станции, а также место производства работ, опасное для движения и требующее остановки или уменьшения скорости, должно быть ограждено сигналами с обеих сторон независимо от того, ожидается поезд (маневровый состав) или нет.

При путевых работах на железнодорожных путях для обеспечения безопасности движения поездов и труда рабочих место производства работ пред-

варительно ограждают соответствующими сигналами. В зависимости от вида, объема и степени опасности различают работы, места производства которых ограждаются сигналами остановки, сигналами уменьшения скорости, сигнальными знаками «С» (о подаче звукового сигнала локомотивами).

Места производства путеремонтных работ, требующие остановки поездов на однопутном участке, на одном из путей либо на обоих путях двухпутного участка ограждаются сигналами остановки порядком, указанным в [12, п. 7].

Перед выходом на работу руководитель обязан проверить исправность инструмента, механизмов, сигнальных принадлежностей, наличие и состояние спецодежды, убедиться в том, что заявка о выдаче предупреждений на поезда принята к исполнению. Кроме того, он должен провести инструктаж рабочих о маршруте безопасного прохода к месту работы и обратно, о правилах безопасного выполнения работ, о порядке ограждения места работы, необходимости наблюдения за движением поездов и маневровых составов, о своевременном прекращении работы и сходе с пути на безопасное расстояние.

Всякое препятствие для движения поездов на перегоне должно быть ограждено сигналами остановки независимо от того, ожидается поезд или нет. Места производства работ на перегоне, требующие остановки поездов, ограждаются согласно [11, 17].

Место производства работ, требующее остановки поездов, в том числе при организации ремонтно-путевых работ в «окно», на перегоне железнодорожных путей общего пользования ограждается с обеих сторон на расстоянии 50 м от границ ограждаемого участка переносными красными сигналами.

От переносных красных сигналов на расстоянии Б, указанном в графе 4 таблицы 1 [17], в зависимости от руководящего спуска и максимальной допускаемой скорости движения поездов на перегоне, укладывается по три петарды и на расстоянии 200 м от первой, ближней к месту работ петарды, в направлении от места работ устанавливаются переносные сигналы уменьшения скорости.

При фронте работ более 200 м переносные сигналы уменьшения скорости и петарды должны находиться под охраной сигнальщиков, стоящих с ручными красными сигналами в 20 м от первой петарды. Переносные красные сигналы, установленные на расстоянии 50 м от участка, требующего ограждения, также должны находиться под охраной стоящих около них сигнальщиков с ручными красными сигналами.

Схемы ограждения препятствий и мест производства работ на железнодорожных путях общего пользования на однопутном участке (при фронте работ более 200 м) приведены на рисунке 3.6, а, на одном из железнодорожных путей двухпутного участка (при фронте работ более 200 м) – на рисунке 3.6, б.

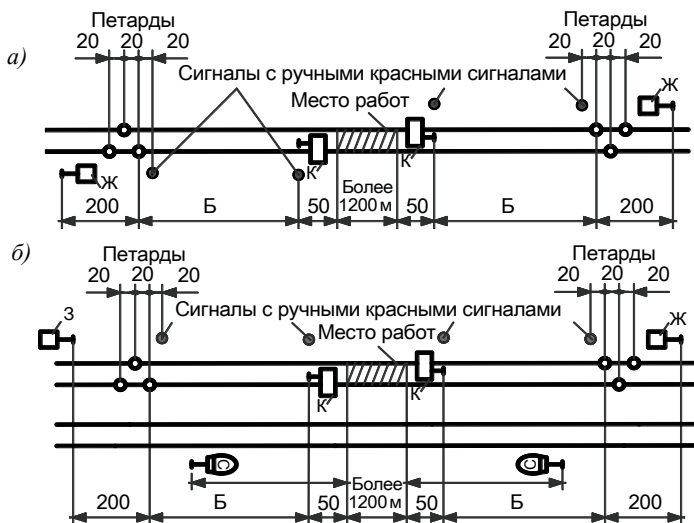


Рисунок 3.6 – Схема ограждения места производства работ, требующего остановки поездов, на железнодорожных путях общего пользования:
а – на однопутном участке; *б* – на одном из путей двухпутного участка

Места производства работ на железнодорожном пути, не требующие ограждения сигналами остановки или уменьшения скорости, но требующие предупреждения работающих о приближении поезда (рисунок 3.7), ограждаются переносными сигнальными знаками «С» – подача свистка, которые устанавливаются у железнодорожного пути, где производятся работы, а также у каждого главного железнодорожного пути смежного с тем, где ведутся путевые работы.

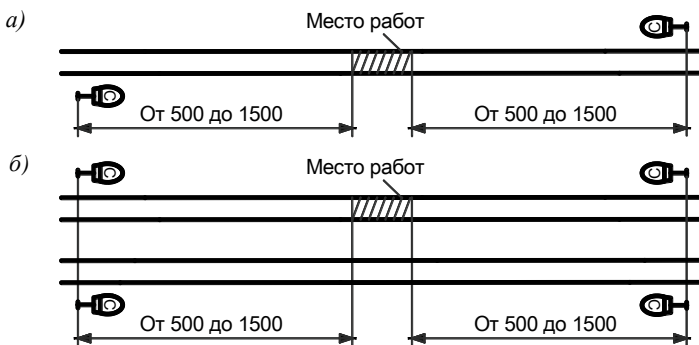


Рисунок 3.7 – Схема ограждения места производства работ, не требующего ограждения сигналами остановки или уменьшения скорости, сигнальными знаками «С»
а – на однопутном участке; *б* – на одном из путей двухпутного участка

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1 Структура Белорусской железной дороги [Электронный ресурс] / Белорусская железная дорога. – Режим доступа : <https://www.rw.by/corporate/structure/>. – Дата доступа : 21.01.2021.

2 **Крейнис, З. Л.** Железнодорожный путь : учеб. для студентов техникумов и колледжей ж.-д. трансп. / З. Л. Крейнис, В. О. Певзнер ; под общ. ред. З. Л. Крейниса. – М. : Транспортная книга, 2009. – 430 с.

3 Комплексная механизация путевых работ: учеб. для студентов вузов ж.-д. трансп. / В. Л. Уралов, Г. И. [и др.] ; под ред. В. Л. Уралова. – М. : Маршрут, 2004. – 382 с.

4 **СТП БЧ 56.388-2018.** Положение о системе ведения путевого хозяйства Белорусской железной дороги : утв. приказом зам. Нач. Бел. ж. д. от 17.12.2018 № 1072 НЗ. – Введ. 01.01.19. – Минск : Белорусская железная дорога, 2018. – 27 с. ; Изменение № 1. – Введ. 01.01.20. – Минск : Белорусская железная дорога, 2020. – 3 с. ; Изменение № 2. – Введ. 01.07.20. – Минск : Белорусская железная дорога, 2020. – 3 с.

5 **СТП БЧ 09150.56.167-2011.** Учетные и отчетные формы путевого хозяйства. Порядок заполнения : утв. приказом зам. Нач. Бел. ж. д. от 29.07.2011 № 815 НЗ. – Введ. 29.07.11. – Минск : Белорусская железная дорога, 2011. – 357 с.

6 **СТП БЧ 56.362-2017** Старогодные материалы верхнего строения пути. Инструкция по применению : утв. приказом зам. Нач. Бел. ж. д. от 31.05.2017 № 573 НЗ. – Введ. 01.08.17. – Минск : Белорусская железная дорога, 2017. – 39 с. ; Изменение № 1. – Введ. 02.04.19. – Минск : Белорусская железная дорога, 2019. – 4 с.

7 **СТП БЧ 56.379-2018** Положение о системе ведения рельсового хозяйства : утв. приказом зам. Нач. Бел. ж. д. от 05.03.2018 № 2018 НЗ. – Минск : Белорусская железная дорога, 2018. – 30 с.

8 **СТП БЧ 09150.56.010-2005.** Текущее содержание железнодорожного пути. Технические требования и организация работ : утв. приказом Нач. Бел. ж. д. от 29.06.2006 № 221Н. – Введ. 01.07.06. – Минск : Белорусская железная дорога, 2006. – 283 с.

9 **СТП БЧ 56.268-2013** Земляное полотно железнодорожного пути. Устройство и содержание : утв. приказом зам. Нач. Бел. ж. д. от 14.08.2013 № 773 НЗ. – Введ. 01.09.13. – Минск : Белорусская железная дорога, 2013. – 89 с.

10 **ТКП 491-2013 (02190)** Искусственные сооружения на железной дороге. Правила эксплуатации : утв. приказом зам. Нач. Бел. ж. д. от 29.06.2006 № 221Н. – Введ. 01.07.06. – Минск : Белорусская железная дорога, 2006. – 283 с.

11 Правила технической эксплуатации железной дороги в Республике Беларусь : утв. постановлением М-ва трансп. и коммуникаций Респ. Беларусь 25.11.2015 № 52. – Введ. 01.06.16. – Минск : М-во трансп. и коммуникаций, 2016. – 351 с. ; Изменение к постановлению М-ва трансп. и коммуникаций Респ. Беларусь от 25 ноября 2015 г. № 52 «Об утверждении Правил технической эксплуатации железной дороги в Республике Беларусь» : от 28.05.2020 № 25. – Минск : М-во трансп. и коммуникаций, 2020. – 28 с.

12 **СТП БЧ 56.232-2012.** Безопасность движения поездов при производстве путевых работ : утв. приказом зам. Нач. Бел. ж. д. от 06.11.2012 1098 НЗ. – Введ. 06.11.12. – Минск : Белорусская железная дорога, 2012. – 107 с.

13 Правила по охране труда при содержании и ремонте железнодорожного пути и сооружений на государственном объединении «Белорусская железная дорога»: утв. приказом Нач. Бел. ж. д. от 01.08.2016 № 248Н. – Введ. 01.11.16. – Минск, 2016. – 231 с.

14 **СТП БЧ 56.269-2013**. Бесстыковой путь. Устройство, укладка, содержание и ремонт: утв. приказом зам. Нач. Бел. ж. д. от 14.08.2013 № 772 НЗ. – Введ. 20.08.13. – Минск : Белорусская железная дорога, 2013. – 115 с.

15 Типовые нормы времени на работы по ремонту верхнего строения пути : утв. приказом Нач. Бел. ж. д. от 24.16.2015 № 220 Н. – Введ. 30.06.15. – Минск : Белорусская железная дорога, 2015. – 227 с.

16 Типовые технически обоснованные нормы времени на работы по текущему содержанию и ремонту земляного полотна и искусственных сооружений : утв. приказом Нач. Бел. ж. д. от 03.12.2015 № 376 Н. – Введ. 01.01.16. – Минск : Белорусская железная дорога, 2016. – 231 с.

17 Приложение 7 к Правилам технической эксплуатации железной дороги в Республике Беларусь : Инструкция по сигнализации на железнодорожном транспорте в Респ. Беларусь : Правила технической эксплуатации железной дороги в Респ. Беларусь : утв. постановлением М-ва трансп. и коммуникаций Респ. Беларусь 25.11.2015 № 52. – Введ. 01.06.16. – Минск : М-во трансп. и коммуникаций, 2016. – Гл. 4. – С. 129–141.

ПРИЛОЖЕНИЕ А

(справочное)

ИСХОДНЫЕ ДАННЫЕ ДЛЯ ВЫПОЛНЕНИЯ КУРСОВОЙ РАБОТЫ

Таблица А.1 – Исходные данные для выполнения курсовой работы

Вариант	Количество поездов в сутки, шт. (пар), пас./груз./мв	Масса поезда, т, пас./груз./мв	Скорость движения поездов, км/ч, пас./груз./мв	Количество поездов в «окно», шт. (пар), пас./груз./мв	Протяженность, %, прямых и кривых $R \leq 1200$ м /кривых $R > 1200$ м	Фронт работ, м
1	12/7/5	900/2300/600	120/80/100	5/3/3	40/60	800
2	11/8/6	950/2200/650	110/70/100	6/3/2	45/55	850
3	10/9/7	1000/2100/700	100/70/100	3/4/2	50/50	900
4	9/10/5	1050/2000/750	90/60/90	3/4/1	55/45	950
5	8/11/6	850/2150/650	100/60/90	2/4/2	60/40	1000
6	12/12/7	900/2250/600	120/80/140	4/4/2	65/35	1050
7	11/7/5	950/2050/750	100/80/110	4/3/2	70/30	1100
8	10/8/6	1000/2150/700	120/80/100	3/3/2	75/25	1150
9	9/9/7	900/2300/600	110/70/100	2/2/2	80/20	1200
10	8/7/5	950/2200/650	100/70/100	3/3/3	40/60	1250
11	12/7/5	1000/2100/700	90/60/90	4/4/3	45/55	1300
12	11/8/6	1050/2000/750	100/60/90	4/3/3	50/50	800
13	10/9/7	850/2150/650	120/80/140	4/2/3	55/45	850
14	9/10/5	900/2250/600	100/80/110	2/3/3	60/40	900
15	8/11/6	950/2050/750	120/80/100	4/3/2	65/35	950
16	12/12/7	1000/2150/700	110/70/100	5/4/2	70/30	1000
17	11/7/5	900/2300/600	100/70/100	5/3/3	75/25	1050
18	10/8/6	950/2200/650	90/60/90	3/4/3	80/20	1100
19	9/9/7	1000/2100/700	100/60/90	5/3/3	40/60	1150
20	8/7/5	1050/2000/750	120/80/140	2/3/2	45/55	1200
21	12/7/5	850/2150/650	100/80/110	3/4/2	50/50	1250
22	11/8/6	900/2250/600	120/80/100	3/4/1	55/45	1300
23	10/9/7	950/2050/750	110/70/100	2/6/2	60/40	800
24	9/10/5	1000/2150/700	100/70/100	4/4/2	65/35	850
25	8/11/6	900/2300/600	90/60/90	4/3/2	70/30	900
26	12/12/7	950/2200/650	100/60/90	3/3/2	75/25	950
27	11/7/5	1000/2100/700	120/80/140	4/4/2	80/20	1000
28	10/8/6	1050/2000/750	100/80/110	3/3/3	40/60	1050
29	9/9/7	850/2150/650	120/80/100	4/4/3	45/55	1100
30	8/7/5	900/2250/600	110/70/100	4/3/3	50/50	1150
31	12/7/5	950/2050/750	100/70/100	4/2/3	55/45	1200
32	11/8/6	1000/2150/700	90/60/90	2/3/3	60/40	1250
33	10/9/7	900/2300/600	100/60/90	4/3/2	65/35	1300
34	9/10/5	950/2200/650	120/80/140	5/4/2	70/30	800
35	8/11/6	1000/2100/700	100/80/110	5/3/3	75/25	850
36	12/12/7	1050/2000/750	120/80/100	4/5/3	80/20	900

Продолжение таблицы А.1

Вариант	Количество поездов в сутки, шт. (пар), пас./груз./мв	Масса поезда, т, пас./груз./мв	Скорость движения поездов, км/ч, пас./груз./мв	Количество поездов в «окно», шт. (пар), пас./груз./мв	Протяженность, %, прямых и кривых $R \leq 1200$ м /кривых $R > 1200$ м	Фронт работ, м
37	11/7/5	850/2150/650	110/70/100	3/4/2	40/60	950
38	10/8/6	900/2250/600	100/70/100	5/3/3	45/55	1000
39	9/9/7	950/2050/750	90/60/90	6/3/2	50/50	1050
40	8/7/5	1000/2150/700	100/60/90	3/4/2	55/45	1100
41	12/7/5	900/2300/600	120/80/140	3/4/1	60/40	1150
42	11/8/6	950/2200/650	100/80/110	2/4/2	65/35	1200
43	10/9/7	1000/2100/700	120/80/100	4/4/2	70/30	1250
44	9/10/5	1050/2000/750	110/70/100	4/3/2	75/25	1300
45	8/11/6	850/2150/650	100/70/100	3/3/2	80/20	800
46	12/12/7	900/2250/600	90/60/90	2/2/2	40/60	850
47	11/7/5	950/2050/750	100/60/90	3/3/3	45/55	900
48	10/8/6	1000/2150/700	120/80/140	4/4/3	50/50	950
49	9/9/7	900/2300/600	100/80/110	4/3/3	55/45	1000
50	8/7/5	950/2200/650	120/80/100	4/2/3	60/40	1050
51	12/7/5	1000/2100/700	110/70/100	2/3/3	65/35	1100
52	11/8/6	1050/2000/750	100/70/100	4/3/2	70/30	1150
53	10/9/7	850/2150/650	90/60/90	5/4/2	75/25	1200
54	9/10/5	900/2250/600	100/60/90	5/3/3	80/20	1250
55	8/11/6	950/2050/750	120/80/140	3/4/3	40/60	1300
56	12/12/7	1000/2150/700	100/80/110	5/3/3	45/55	800
57	11/7/5	900/2300/600	120/80/100	2/3/2	50/50	850
58	10/8/6	950/2200/650	110/70/100	3/4/2	55/45	900
59	9/9/7	1000/2100/700	100/70/100	3/4/1	60/40	950
60	8/7/5	1050/2000/750	90/60/90	2/6/2	65/35	1000
61	12/7/5	850/2150/650	100/60/90	4/4/2	70/30	1050
62	11/8/6	900/2250/600	120/80/140	4/3/2	75/25	1100
63	10/9/7	950/2050/750	100/80/110	3/3/2	80/20	1150
64	9/10/5	1000/2150/700	120/80/100	4/4/2	40/60	1200
65	8/11/6	900/2300/600	110/70/100	3/3/3	45/55	1250
66	12/12/7	950/2200/650	100/70/100	4/4/3	50/50	1300
67	11/7/5	1000/2100/700	90/60/90	4/3/3	55/45	800
68	10/8/6	1050/2000/750	100/60/90	4/2/3	60/40	850
69	9/9/7	850/2150/650	120/80/140	2/3/3	65/35	900
70	8/7/5	900/2250/600	100/80/110	4/3/2	70/30	950
71	12/7/5	950/2050/750	120/80/100	5/4/2	75/25	1000
72	11/8/6	1000/2150/700	110/70/100	5/3/3	80/20	1050
73	10/9/7	900/2300/600	100/70/100	4/5/3	40/60	1100
74	9/10/5	950/2200/650	90/60/90	3/4/2	45/55	1150
75	8/11/6	1000/2100/700	100/60/90	2/1/4	50/50	1200
76	12/12/7	1050/2000/750	120/80/140	4/4/1	55/45	1250

Окончание таблицы А.1

Вариант	Количество поездов в сутки, шт. (пар), пас./груз./мв	Масса поезда, т, пас./груз./мв	Скорость движения поездов, км/ч, пас./груз./мв	Количество поездов в «окно», шт. (пар), пас./груз./мв	Протяженность, %, прямых и кривых R ≤ 1200 м /кривых R > 1200 м	Фронт работ, м
77	11/7/5	850/2150/650	100/80/110	4/3/3	60/40	1300
78	10/8/6	900/2250/600	120/80/100	4/2/3	65/35	800
79	9/9/7	950/2050/750	110/70/100	2/3/3	70/30	850
80	8/7/5	1000/2150/700	100/70/100	4/3/2	75/25	900
81	12/7/5	900/2300/600	90/60/90	5/4/2	80/20	950
82	11/8/6	950/2200/650	100/60/90	5/3/3	40/60	1000
83	10/9/7	1000/2100/700	120/80/140	3/4/3	45/55	1050
84	9/10/5	1050/2000/750	100/80/110	5/3/3	50/50	1100
85	8/11/6	850/2150/650	120/80/100	2/3/2	55/45	1150
86	12/12/7	900/2250/600	110/70/100	3/4/2	60/40	1200
87	11/7/5	950/2050/750	100/70/100	3/4/1	65/35	1250
88	10/8/6	1000/2150/700	90/60/90	2/6/2	70/30	1300
89	9/9/7	900/2300/600	100/60/90	4/4/2	75/25	800
90	8/7/5	950/2200/650	120/80/140	4/3/2	80/20	850
91	12/7/5	1000/2100/700	100/80/110	3/3/2	40/60	900
92	11/8/6	1050/2000/750	120/80/100	4/4/2	45/55	950
93	10/9/7	850/2150/650	110/70/100	3/3/3	50/50	1000
94	9/10/5	900/2250/600	100/70/100	4/4/3	55/45	1050
95	8/11/6	950/2050/750	90/60/90	4/3/3	60/40	1100
96	12/12/7	1000/2150/700	100/60/90	4/2/3	65/35	1150
97	11/7/5	900/2300/600	120/80/140	3/3/2	70/30	1200
98	10/8/6	950/2200/650	100/80/110	5/3/2	75/25	1250
99	9/9/7	1000/2100/700	120/80/100	3/3/2	80/20	1300
100	8/7/5	1050/2000/750	110/70/100	4/2/2	40/60	800
Условные обозначения: пас. – пассажирских поездов, груз. – грузовых поездов, мв – моторвагонных поездов						

Таблица А.2 – Характеристика участка ремонтируемого пути

Вариант	Характеристика участка	Тип рельсов	Вид шпал, тип скрепления	Балласт
1	Однопутный, неэлектрифицированный	Р65	Железобетонные, СБ-3	Щебеночный, загрязненность более 20 %
2	Однопутный, электрифицированный	Р65		
3	Двухпутный, неэлектрифицированный	Р65	Железобетонные, КБ	
4	Двухпутный, электрифицированный	Р65		
5	Однопутный, неэлектрифицированный	Р50	Деревянные, ДО	
6	Однопутный, электрифицированный	Р50		
7	Двухпутный, неэлектрифицированный	Р50		
8	Двухпутный, электрифицированный	Р50		
Примечание – На каждом участке расположены: один изолирующий стык, один переезд, одно место препятствия для работы машин.				

Учебное издание

РОМАНЕНКО Виктория Владимировна

ОСНОВЫ ЭКСПЛУАТАЦИИ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОГО ПУТИ

Пособие

Редактор *Я. А. Васькевич*

Технический редактор *В. Н. Кучерова*

Подписано в печать 26.10.2021 г. Формат 60×84 $\frac{1}{16}$.

Бумага офсетная. Гарнитура Таймс. Печать на ризографе.

Усл. печ. л. 4,65. Уч.-изд. л. 4,81. Тираж 200 экз.

Зак. № 2570. Изд. № 60.

Издатель и полиграфическое исполнение

Белорусский государственный университет транспорта.

Свидетельство о государственной регистрации издателя, изготовителя,
распространителя печатных изданий

№ 1/361 от 13.06.2014.

№ 2/104 от 01.04.2014.

№ 3/1583 от 14.11.2017.

Ул. Кирова, 34, 246653. г. Гомель