

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

Кафедра «Строительство и эксплуатация дорог»

П. В. КОВТУН, В. В. РОМАНЕНКО, В. Е. МИРОШНИКОВ

# УСТРОЙСТВО И ЭКСПЛУАТАЦИЯ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОГО ПУТИ

Учебно-методическое пособие  
для студентов факультета  
«Управление процессами перевозок»

*Одобрено методической комиссией факультета  
«Управление процессами перевозок»*

Гомель 2011

УДК 625.1 (075.8)  
ББК 39.211  
К56

Рецензент – канд. техн. наук, доцент кафедры «Управление эксплуатационной работой» *Ф. П. Пицик* (УО «БелГУТ»)

**Ковтун, П. В.**

К56 Устройство и эксплуатация железнодорожного пути : учеб.-метод. пособие для студентов факультета «Управление процессами перевозок» / П. В. Ковтун, В. В. Романенко, В. Е. Мирошников ; М-во образования Респ. Беларусь, Белорус. гос. ун-т трансп. – Гомель : БелГУТ, 2011. – 95 с.  
ISBN 978-985-468-828-2

Изложены основные принципы устройства стрелочных переводов железнодорожного пути и постоянных обустройств на станциях; конструкции элементов верхнего строения пути; нормы и допуски содержания, а также контроль состояния рельсовой колеи и стрелочных переводов. Приведены устройство, назначение и принцип действия электрического и гидравлического путевого инструмента. Рассмотрено назначение высокопроизводительных путевых машин и обеспечение безопасности пропуска поездов при производстве различных путеремонтных работ.

Предназначено для студентов факультета «Управление процессами перевозок» дневной и заочной форм обучения.

**УДК 625.1 (075.8)**  
**ББК 39.211**

**ISBN 978-985-468-828-2**

© Ковтун П. В., Романенко В. В., Мирошников В. Е., 2011  
© Оформление. УО «БелГУТ», 2011

## ОГЛАВЛЕНИЕ

<b>Введение</b> .....	4
<i>Практическое занятие № 1</i> Структура управления путевым хозяйством. Основные понятия и определения .....	6
<i>Практическое занятие № 2</i> Конструкция железнодорожного пути. Элементы верхнего строения пути .....	17
<i>Практическое занятие № 3</i> Устройство одиночного обыкновенного стрелочного перевода.....	33
<i>Практическое занятие № 4</i> Содержание одиночного обыкновенного стрелочного перевода. Неисправности стрелочных переводов. Методика проведения месячных осмотров стрелочных переводов .....	45
<i>Практическое занятие № 5</i> Постоянные путевые обустройства на станциях .....	55
<i>Практическое занятие № 6</i> Путевые машины и механизмы .....	62
<i>Практическое занятие № 7</i> Контроль и оценка состояния рельсовой колеи, основы дефектоскопии рельсов .....	79
<i>Практическое занятие № 8</i> Обеспечение безопасности движения поездов при производстве путевых работ .....	86
Список литературы .....	95

## **ВВЕДЕНИЕ**

Железнодорожный транспорт составляет основу транспортной системы любого государства. Он призван во взаимодействии с другими видами транспорта своевременно и качественно обеспечивать во внутреннем и международном железнодорожных сообщениях потребности населения в перевозках и услугах. Средством для выполнения уставных задач железной дороги – перевозки грузов и пассажиров, а в итоге – обеспечения стабильного экономического состояния магистрали в первую очередь является железнодорожный путь.

В структуре Белорусской железной дороги шесть отделений – Минское (НОД 1), Барановичское (НОД-2), Брестское (НОД-3), Гомельское (НОД-4), Могилевское (НОД-5) и Витебское (НОД-6). Текущим содержанием пути занимаются двадцать дистанций пути: ПЧ-1 ст. Орша, ПЧ-2 ст. Борисов, ПЧ-3 ст. Минск, ПЧ-9 ст. Молодечно (НОД-1); ПЧ-4 ст. Барановичи, ПЧ-7 ст. Волковыск, ПЧ-8 ст. Лида, ПЧ-19 ст. Лунинец (НОД-2); ПЧ-5 ст. Жабинка, ПЧ-6 ст. Брест (НОД-3); ПЧ-16 ст. Жлобин, ПЧ-17 ст. Гомель, ПЧ-18 ст. Калинковичи (НОД-4); ПЧ-13 ст. Кричев, ПЧ-14 ст. Могилев, ПЧ-15 ст. Осиповичи, ПЧ-20 ст. Бобруйск (НОД-5); ПЧ-10 ст. Воропаево, ПЧ-11 ст. Полоцк, ПЧ-12 ст. Витебск (НОД-6). Ремонт пути с применением тяжелой техники выполняют путевые машинные станции: ПМС-71 ст. Родошковичи, ПМС-78 ст. Орша, ПМС-116 ст. Гомель, ПМС-117 ст. Жлобин, ПМС-118 ст. Витебск, ПМС-289 ст. Брест.

Наиболее значимые железнодорожные узлы: Минск, Молодечно, Орша, Барановичи, Гродно, Волковыск, Лида, Лунинец, Брест, Гомель, Жлобин, Калинковичи, Могилев, Осиповичи, Кричев, Витебск, Полоцк – обслуживающие соответствующие центры республики, работая на 2–6 направлениях.

В период самостоятельной работы Белорусской железной дороги с 1992 года в путевом хозяйстве создана база производства многих металлических и неметаллических деталей верхнего строения пути, железобетонных и деревянных шпал, безбалластного мостового полотна. По состоянию на 01.01.2010 г. укладка в путь железобетонных шпал по сравнению с 2000 годом увеличилась на 169 тыс. шт., новых рельсов – на 71 км, план восстановительного ремонта – на 101 км в год, уложено 1002 комплекта железобе-

тонных переводных брусьев, состояние пути стабилизировалось и составляет 53 балла при плановом задании 108.

Для обеспечения качественного содержания и ремонта пути за последние 10 лет приобретено более 30 единиц современных высокопроизводительных путевых машин, значительное количество средств малой механизации производства ведущих российских и западных фирм.

На период 2010 – 2014 гг. разработана программа развития, которая определяет цели и задачи стратегии развития путевого хозяйства Белорусской железной дороги. Целью стратегии является определение приоритетных направлений развития путевого комплекса, обеспечение соответствия железнодорожного пути повышенным нагрузкам и скоростям движения поездов в условиях современного экономического состояния дороги и ее развития.

Для достижения цели стратегии должны реализовываться как начатые в 2009 году, так и совершенно новые задачи основных стратегических направлений:

- усиление ремонтно-эксплуатационного комплекса за счет создания нового предприятия на основе объединения существующих путевых машинных станций и других предприятий путевого хозяйства в одно предприятие, которое будет обеспечивать выполнение всего комплекса работ по ремонту пути от закупки материалов и ремонта техники до сдачи отремонтированного объекта;

- внедрение нового типа рельсового нераздельного анкерного скрепления взамен многодетального КБ-50 и КБ-65, позволяющего значительно сократить затраты труда на его обслуживание при эксплуатации;

- внедрение новых конструкций пути – длиномерных плетей длиной в перегон и более, предусматривающих применение стрелочных переводов, свариваемых в путь;

- увеличение межремонтных сроков на основе изменения технологии и качества ремонта пути, применения нового типа рельсового скрепления, шлифовки рельсов рельсошлифовальным поездом РШП-48, выправки пути машиной ВПР-09-3Х со стабилизацией пути, а также применения длиномерных плетей;

- создание центра диагностики пути и сооружений для своевременного выявления опасных и потенциально опасных мест для движения поездов, мониторинг расстройств пути и прогнозирование их дальнейшего развития, планирование предупредительных работ и ремонтов пути;

- создание импортозамещающих производств материалов верхнего строения пути, путевых механизмов и инструмента с целью снижения стоимости изготавливаемых материалов, механизмов, инструмента, а также исключение издержек, связанных с транспортировкой импортных товаров.

## СТРУКТУРА УПРАВЛЕНИЯ ПУТЕВЫМ ХОЗЯЙСТВОМ. ОСНОВНЫЕ ПОНЯТИЯ И ОПРЕДЕЛЕНИЯ

**Содержание работы:** структура управления путевым хозяйством; общие сведения о железнодорожных путях; понятие о плане линии, продольном и поперечном профилях; земляное полотно; верхнее строение пути; междупутье; ширина колеи, уровень; понятие о бесстыковом пути.

**Путевое хозяйство** является одним из важнейших хозяйств, от которого зависит работоспособность всей железной дороги. От его состояния, мощности обустройств в значительной степени зависят пропускная способность дороги, безопасность и допускаемые скорости движения поездов. Путевое хозяйство является составным звеном перевозочного процесса и поэтому улучшение его собственных показателей должно рассматриваться как средство улучшения работы всей дороги.

По состоянию на 01.01.2010 г. путевое хозяйство Белорусской железной дороги – это 11787,4 км развернутой длины железнодорожных путей, из которых 7193,1 км – главные, 3472,9 км – станционные и 1121,4 км – подъездные пути, 12,5 тысяч стрелочных переводов, 1856 мостов, 2016 водопропускных труб, 75 железнодорожных и 3 автодорожных путепровода, 1834 переезда.

Путевое хозяйство включает в себя конструкции и сооружения, обеспечивающие перевозочный процесс, линейные и ремонтные предприятия, промышленные предприятия.

**Основой ведения путевого хозяйства** является текущее содержание пути. Все элементы железнодорожного пути по прочности, устойчивости и состоянию должны обеспечивать безопасное и бесперебойное движение поездов со скоростями, установленными на данном участке.

**Текущее содержание пути** включает надзор за его состоянием и обслуживанием, т. е. выполнение путевых работ, связанных с устранением неисправностей пути в местах их обнаружения, а также с целью предупреждения появления неисправностей.

Содержание путевого хозяйства и его ремонт обеспечивают 37 предприятий, в том числе: 20 дистанций пути (310 околотов, 1001 путевая бригада по текущему содержанию пути, 20 мостовых цехов), 6 дистанций лесозащитных насаждений, 7 путевых машинных станций, опытный завод путевых машин, рельсосварочный поезд, шпалопропиточный завод, балластный карьер, авторемонтные мастерские.

Планирование, организация ремонта пути и сооружений, текущее содержание пути зависят от структуры управления путевым хозяйством, приведенной на рисунке 1. Руководство путевым хозяйством осуществляет *служ-*

ба пути во главе с начальником службы (П) через отделы пути отделений железной дороги. Непосредственно службе пути подчинены шпалопропиточный завод, рельсосварочный поезд (РСП), путевые машинные станции (ПМС), путевые дорожные мастерские, балластный карьер, мостообследовательская станция. Основными хозяйственными единицами, на которых возложено текущее содержание и ремонты пути, являются дистанции пути (ПЧ) (рисунк 2) и путевые машинные станции (ПМС).

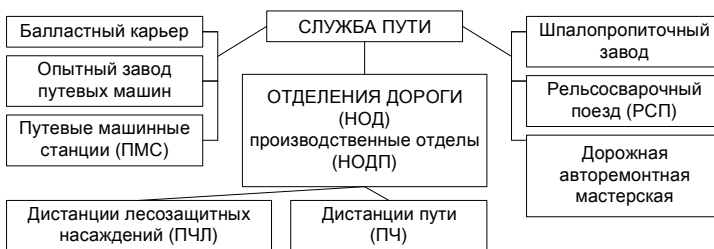


Рисунок 1 – Структура управления путевым хозяйством железной дороги



Рисунок 2 – Структура управления дистанции пути

Служба пути является самостоятельным структурным подразделением Управления Белорусской железной дороги и находится в непосредственном подчинении заместителя начальника Белорусской железной дороги, курирующего область путевого хозяйства.

**Основной задачей дистанции пути** является осуществление текущего содержания пути для обеспечения безопасного и бесперебойного пропуска поездов с установленными скоростями. **Основной задачей путевой машинной станции** является проведение различных видов ремонтов пути с применением высокопроизводительных машин тяжелого типа.

**Железнодорожный путь** – комплекс сооружений и устройств, образующих дорогу с направляющей рельсовой колеей для движения железнодорожного подвижного состава. Железнодорожные пути делятся на станционные и специального назначения. К *станционным* относятся: главные станционные, приемо-отправочные, сортировочные, вытяжные, погрузочно-выгрузочные, ходовые, соединительные и др. *Главные станционные* пути являются продолжением путей перегонов, прилегающих к станции и не имеющих отклонений на стрелочных переводах. *Приемо-отправочные* пути предназначены для приема поездов на станцию, стоянки и отправления на перегон. На крупных станциях пути, предназначенные для выполнения однородных операций, объединяют в *парки*.

Пути *специального назначения* – подъездные пути (промышленного железнодорожного транспорта), предохранительные и улавливающие тупики.

Вся железная дорога разделена на километры. На границе каждого километра выставляются *километровые* столбы (рисунок 3, *а*). Цифра на столбе означает конец этого километра. Каждый километр разделен на пикеты – 100-метровые отрезки, и концы этих пикетов обозначены *пикетными* столбиками (рисунок 3, *б*).

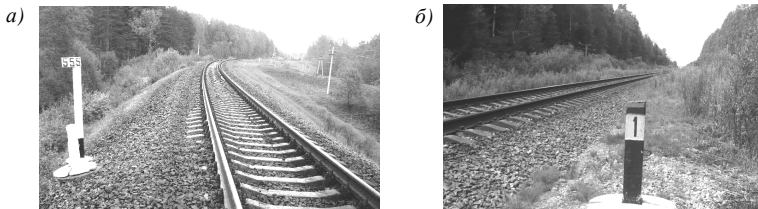


Рисунок 3 – Путевые знаки:  
*а* – километровый; *б* – пикетный

**Железнодорожный путь классифицируется** в зависимости от сочетания грузонапряженности и допускаемых скоростей движения пассажирских и грузовых поездов, интенсивности пассажирского движения и значимости конкретного участка железной дороги в международном сообщении.

Классы участков железной дороги обозначены цифрами от 1 до 5. К более высоким классам относятся 1-й и 2-й, включающие более высокие скорости движения и грузонапряженности.



Пути, где установлены максимальные скорости движения пассажирских поездов более 140 км/ч, относятся к внеклассным и содержатся по специальным техническим условиям.

**Трассой железнодорожной линии** называют ось железнодорожного пути на уровне бровок основной площадки земляного полотна; проекция трассы на горизонтальную плоскость называется **планом линии** (рисунок 4), а проекция трассы на вертикальную плоскость – **продольным профилем**. Элементами плана линии являются прямые, сопряженные с криволинейными участками через переходные кривые. **Поперечным профилем** (разрезом) земляного полотна называется поперечный разрез его вертикальной плоскостью, перпендикулярной оси земляного полотна. Этот профиль определяет ширину земляного полотна поверху, крутизну откосов, расположение водосточных устройств и др. Земляное полотно может располагаться в выемке или на насыпи (рисунки 5 и 6).

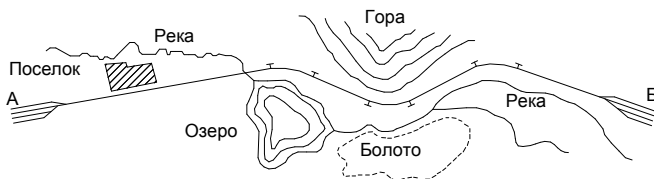


Рисунок 4 – План линии железнодорожного пути

**Основные элементы железнодорожного пути:** земляное полотно, верхнее строение пути и искусственные сооружения (железнодорожные мосты, тоннели, виадуки, дренажные трубы, подпорные стенки и др.).

**Земляное полотно** представляет собой долговременное сооружение из грунтов (песок, глина, скальные, торф, заторфованные, сапропели), на которых размещается верхнее строение пути и которые воспринимают статические нагрузки от верхнего строения пути и динамические нагрузки от подвижного состава. Земляное полотно предназначено также для выравнивания земной поверхности в пределах железнодорожной трассы и придания пути необходимого плана и профиля.

*Ширина земляного полотна поверху* на прямых участках пути регламентируется СНБ 3.03.01 – 98 «Железные дороги колеи 1520 мм» и должна соответствовать категории железной дороги. На кривых участках пути земляное полотно уширяется с внешней стороны кривой на 0,1–0,5 м в зависимости от величины радиуса кривой и категорий линий. На двухпутных участках пути основная площадка земляного полотна в кривых еще уширяется за счет увеличения ширины междупутья.

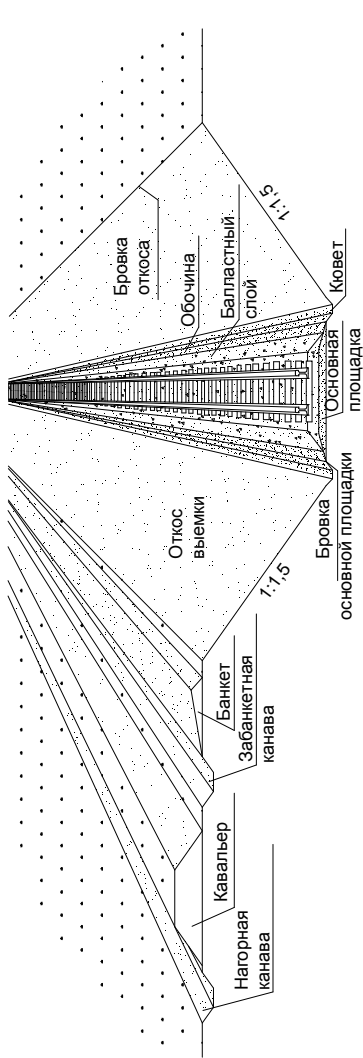


Рисунок 5 – Железнодорожный путь в выемке

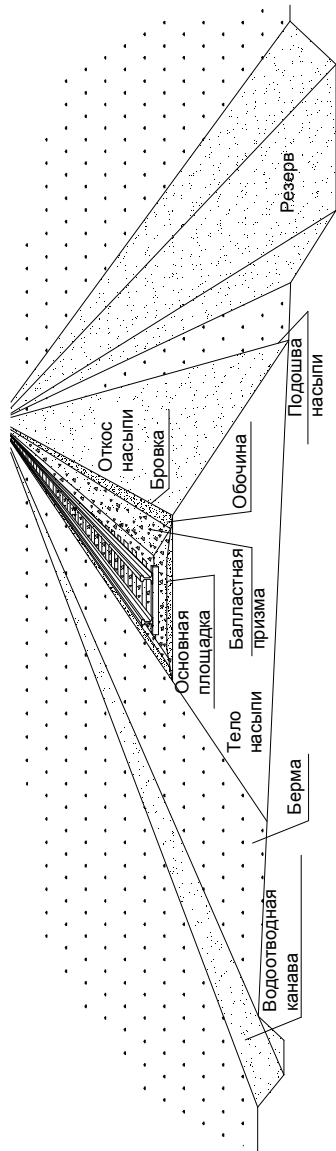


Рисунок 6 – Железнодорожный путь на насыпи

На станциях основную площадку земляного полотна делают значительно шире в зависимости от развития станции, условий работы на ней, необходимости установки в междупутьях различных устройств (опор связи и контактной сети, стрелочных постов и др.). Поверхность основной площадки земляного полотна имеет односторонний или двухсторонний уклон для стока воды.

*Высоту насыпи* или *глубину выемки* обычно проектируют от 1,0 до 30,0 м. При необходимости иметь большие отметки продольного профиля пути насыпи заменяются *виадуками*, а выемки – *тоннелями*. Земляное полотно сооружается по типовым или индивидуальным проектам. Типовые – для участков с простыми инженерно-геологическими и топографическими условиями без обоснования предварительными инженерными расчетами. Индивидуальные – для устройства земляного полотна в сложных природных условиях с проведением детальных инженерно-геологических изысканий и определением физико-механических и прочностных свойств грунтов для земляного полотна.

Индивидуальные проекты составляются при возведении насыпей выше 12,0 м и выемок глубже 12,0 м, а также при возведении насыпей высотой менее 12,0 м, но расположенных на крутых неустойчивых косогорах, на болотах, в районах вечной мерзлоты, в подтапливаемых или подверженных размыву местах трассы железнодорожного пути.

К **верхнему строению** относятся рельсы, шпалы, рельсовые скрепления, песчаная подушка, балластная призма. **Рельсошпальная решетка** состоит из двух рельсов, уложенных и прикрепленных к поперечным балкам – шпалам. Возможно крепление на специальные плиты, которые выполняют ту же функцию, что и шпалы. Шпалы или плиты обычно укладывают на балластную призму, состоящую из щебня или песчано-гравийной смеси.

Для предотвращения поперечного смещения пути и сползания его с тела насыпи рельсошпальную решетку засыпают щебнем изверженных пород, формируя балластную призму. На мостах различают: балластная конструкция (на пролете устраиваются специальные корыта для размещения балласта) и безбалластная – когда шпалы или плиты крепятся непосредственно на мостовые конструкции.

Места соединения рельсов между собою называются **стыками**. В болтовых стыках (два конца рельсов соединяются при помощи накладок и стыковых болтов) между торцами рельсов имеются зазоры для возможности изменения длины рельсов при изменении температуры их нагрева. Для крепления рельсов к шпалам применяются промежуточные скрепления.

Ширина **рельсовой колеи** «шаблон» (рисунки 7 и 8 «Ш») – расстояние между рабочими (внутренними) гранями головок рельсов, измеренное на уровне 13 мм ниже поверхности катания. Норма ширины колеи на прямых участках составляет 1520 мм. Для предотвращения заклинивания колесных

пар при прохождении кривых участков радиусом менее 350 м ширина колеи должна быть более 1520 мм: при радиусе от 349 до 300 м – 1530 мм, при радиусе 299 м и менее – 1535 мм.

Расстояние между осями путей – **междупутье** (см. рисунки 7 и 8 «М»).

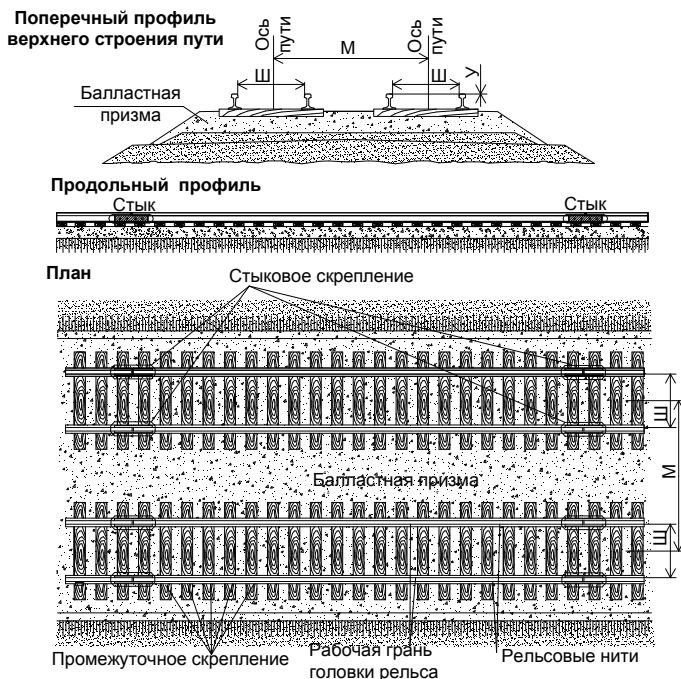


Рисунок 7 – Поперечный и продольный профили, план верхнего строения прямого участка железнодорожного пути на деревянных шпалах

На перегонах двухпутных линий на прямых участках междупутье составляет не менее 4100 мм. Для обеспечения безопасного пропуска подвижного состава по кривым ширину междупутий увеличивают. Например, при радиусе кривой 4000 м ширина междупутья увеличивается на 70 мм, при радиусе 250 м и менее – на 600 мм.

Верх головок обеих рельсовых нитей пути на прямых участках должен быть в одном **уровне** (см. рисунок 7 «У»), разрешается содержать одну рельсовую нить на 6 мм выше другой.

На кривых участках пути при движении подвижного состава возникает центробежная сила, стремящаяся выбросить его наружу. Чем меньше радиус кривой и чем больше скорость движения поезда, тем больше центробежная

сила. Эта сила прижимает гребни колес подвижного состава к рельсам наружной нити, вызывая их усиленный износ. Кроме того, в пассажирских поездах пассажиры испытывают неприятные ощущения. Для уменьшения этих

явлений и обеспечения плавного прохода поезда в кривой, наружную рельсовую нить укладывают выше, чем внутреннюю, вследствие чего экипажи получают наклон внутрь кривой. Это вызывает появление другой силы – центробежной, направленной в сторону, противоположную центростремительной. Центробежная сила прижимает гребни колес к внутренней нити, уравновешивая таким образом действие центростремительной силы.

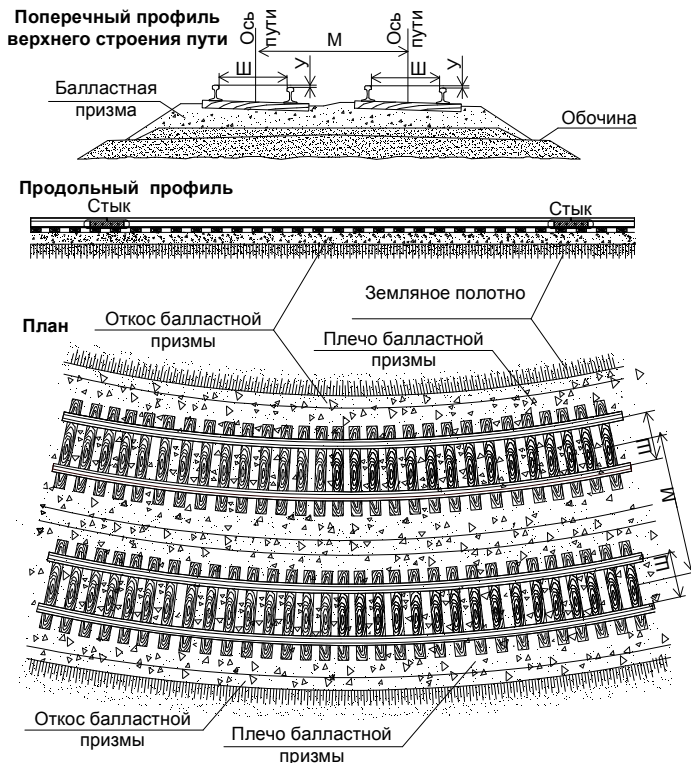


Рисунок 8 – Поперечный и продольный профили, план верхнего строения кривого участка железнодорожного пути на деревянных шпалах

Погашение центробежной силы выполняют в кривых радиусом 4000 м и менее. Такое *возвышение наружного рельса* (см. рисунок 8 «У») устраивают

за счет увеличения толщины балласта под наружной нити кривой.

Резкое воздействие центробежной силы на подвижной состав и железнодорожный путь, особенно при большой скорости движения, может привести к аварийной ситуации.

При резком изменении кривизны пути поперечные силы, действующие на подвижной состав, изменяются скачкообразно, что приводит к повышенному динамическому воздействию на путь и экипажную часть, увеличивая их износ, повышает вероятность схода с рельсов или опрокидывания подвижного состава и вызывает дискомфорт у пассажиров. Чтобы этого не произошло, для постепенного нарастания центробежной силы конечные точки круговых кривых сопрягают с прямыми при помощи так называемых переходных кривых, радиус которых меняется от бесконечности (в начале переходной кривой) до радиуса круговой кривой (в точке сопряжения с круговой кривой).

**Переходная кривая** – элемент плана железнодорожного пути, которым сопрягаются путевые прямые с круговыми кривыми и круговые кривые между собой.

Предназначение переходной кривой в том, чтобы кривизна трассы пути изменялась плавно, а не скачкообразно в месте сопряжения элементов пути с разной кривизной (прямой участок и круговая кривая, круговые кривые разных радиусов или направленные в разные стороны в виде буквы S (обратные кривые)). Переходная кривая имеет переменную кривизну, плавно изменяющуюся между значениями кривизны на концах, где они совпадают с кривизной сопрягаемых элементов плана пути (в случае прямых значение кривизны нулевое).

Устройство переходных кривых связано с необходимостью плавного сопряжения кривой с примыкающей прямой как в плане, так и в профиле.

Для бесперебойного и безопасного движения поездов состояние железнодорожных путей постоянно контролируют. По мере роста скоростей, грузонапряженности, нагрузок на ось подвижного состава укладывают рельсы более тяжелых типов, делают балластную призму повышенной устойчивости, применяют железобетонные шпалы, сплошное железобетонное подрельсовое основание в виде рам и плит и др.

Для улучшения условий работы рельсового пути и подвижного состава уменьшают количество стыков, устраивая **бесстыковой путь** из сварных рельсовых плетей. Бесстыковой путь – условное наименование железнодорожного пути, расстояние между рельсовыми стыками которого значительно превосходит длину стандартного рельса (25,00 метров).

Бесстыковой путь представляет собою путь из сварных рельсовых плетей, длина которых настолько велика (до 800 м), что температурные силы (до 1200–1400 кН), возникающие в плетях при максимальных колебаниях температур за год, не в состоянии преодолеть силы сопротивления продоль-

ному сдвигу по всей длине плетей. Сопротивления сдвигу преодолеваются в стыках между смежными плетями и на двух концевых участках, называемых *температурно-подвижными* (по 50–70 м), а средняя основная часть бесстыкового пути остается *неподвижной*. Между сварными плетями расположены *уравнительные пролеты*, состоящие из 2–4 пар рельсов длиной по 12,5 м (рисунок 9, а, б, в). Такая конструкция бесстыкового пути называется *температурно-напряженной*.

Повышение температуры свободно лежащего рельса вызывает его удлинение. При повышении температуры возникают продольные силы сжатия, которые при достижении своих критических значений могут инициировать т. н. **выброс пути** – резкое его искривление в горизонтальной (чаще) и вертикальной (реже) плоскостях. Экспериментами и расчетами установлена величина, при достижении которой и возможно *нарушение устойчивости* температурно-напряженного бесстыкового пути. Величина нагрева сверх нейтральной температуры (когда продольные температурные силы равны нулю) для одной и той же конструкции пути зависит от радиуса кривой, на длине которой уложен бесстыковой путь. Чем меньше радиус кривой, тем требуется меньшая продольная сила для нарушения устойчивости бесстыкового пути.

Температура рельса, как правило, не совпадает с температурой окружающей среды. За счет интенсивной солнечной радиации в летние жаркие дни температура рельса выше температуры воздуха (в зависимости от географического расположения железнодорожной линии). На Белорусской железной дороге расчетное повышение температуры рельса относительно температуры воздуха принято 20 °С.

Надежная работа бесстыкового пути зависит от недопущения продольного перемещения рельсовых плетей, что может быть обеспечено надежной связью рельса с основанием.

*Оптимальной температурой* является та, при которой в рельсовых плетях отсутствуют продольные силы и сопутствующие им напряжения. Для того чтобы дать возможность плетям удлиниться или укоротиться, между ними, как было сказано ранее, укладывают уравнительные пролеты. **Периодическая разрядка температурных напряжений** состоит в смене уравнительных рельсов между плетями одной длины на рельсы другой длины в зависимости от времени года (рисунок, 9 з).

Длина вновь укладываемых рельсовых плетей бесстыкового пути устанавливается проектом в зависимости от местных условий (расположения стрелочных переводов, мостов, кривых радиусом менее 350 м и др.) и должна быть, как правило, равной длине блок-участков, но не менее 400 м. На участках с S-образными и одиночными кривыми радиусом менее 500 м, где наблюдается интенсивный боковой износ головки рельсов, с разрешения

начальника службы пути могут укладываться короткие плети длиной не менее 350 м. Более короткие плети, но не менее 100 м, могут укладываться на станциях между стрелочными переводами.

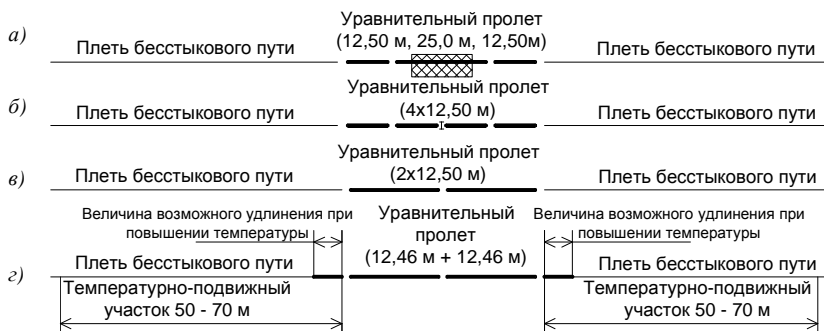


Рисунок 9 – Укладка плетей бесстыкового пути и уравнительных пролетов:

- a* – на переезде; *б* – в месте расположения изолирующего стыка; *в* – между двумя плетями; *г* – после замены уравнительных рельсов на укороченные

Рельсы могут свариваться в плети длиной в перегон и достигать 30 и более километров, иногда такие плети свариваются со стрелками и станционными путями в единое целое.

Рельсовые плети бесстыкового пути изготавливают из стандартных (25,00 м) рельсов сваркой электроконтактным способом на предприятиях РСП (рельсосварочный поезд) или непосредственно на месте укладки (при помощи машины ПРСМ).

Бесстыковой путь требует высокого технического уровня текущего содержания, наличия специализированных транспортных средств для перевозки длинных плетей, машин и механизмов для сварки рельсов в пути, их укладки и замены (при капитальных ремонтах).

### Контрольные вопросы

- 1 Структура управления путевым хозяйством.
- 2 Структурные предприятия путевого хозяйства, их назначение.
- 3 Элементы плана, продольного и поперечного профилей.
- 4 Водоотводные сооружения поперечного профиля, особенности их устройства.
- 5 Устройство земляного полотна и верхнего строения пути на прямых участках.
- 6 Особенности устройства земляного полотна и ВСП в кривых участках.
- 7 Междупутье: назначение, особенности устройства в кривых.
- 8 Уровень рельсовых нитей, особенности устройства в кривых.



9 Ширина рельсовой колеи: определение, особенности устройства в кривых.

10 Бесстыковой путь: определение, особенности конструкции.

## Практическое занятие № 2

### КОНСТРУКЦИЯ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОГО ПУТИ. ЭЛЕМЕНТЫ ВЕРХНЕГО СТРОЕНИЯ ПУТИ

**Содержание работы:** конструкция железнодорожного пути; нижнее и верхнее строение пути; элементы верхнего строения пути: рельсы, шпалы, стыковые и промежуточные скрепления, балласт.

**Железнодорожный путь** состоит из нижнего строения (земляное полотно, водоотводные и искусственные сооружения) и верхнего строения (рельсы, стрелочные переводы, подрельсовое основание со скреплениями и балластная призма). Для пропуска через железнодорожные пути автотранспортных средств устраиваются переезды и путепроводы соответственно в одном или разных уровнях, а для прохода пешеходов – пешеходные мосты и дорожки (тротуары), пешеходные тоннели.

**Земляное полотно** – комплекс грунтовых сооружений, получаемых в результате обработки земной поверхности и предназначенных для укладки верхнего строения пути (рисунок 1), обеспечения устойчивости пути и защиты его от воздействия атмосферных и грунтовых вод. Непосредственно на земную поверхность путь не укладывают вследствие ее неровностей. Земляное полотно должно быть прочным, устойчивым и долговечным, требующим минимума расходов на его устройство, содержание и ремонт и обеспечивающим возможность широкой механизации работ.

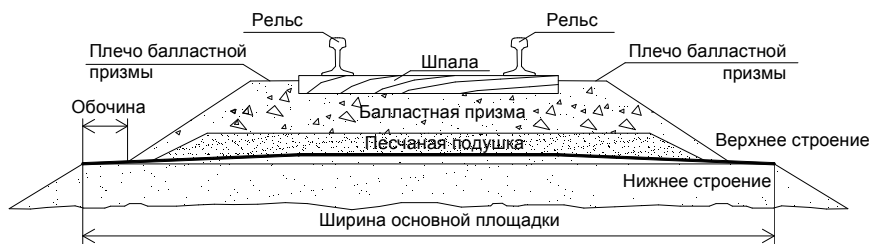


Рисунок 1 – Конструкция пути

**Рельсы** (от мн. ч. англ. *rails* – от лат. *regula* – прямая палка).

Назначение рельсов – непосредственно воспринимать, упруго перерабатывать и передавать нагрузки от колес подвижного состава на подрельсовые

опоры, направлять в движении колеса подвижного состава, служить электрическими цепями на участках с автоблокировкой и электротягой.

В настоящее время рельсы должны быть стандартной длины: нормальные – 25,00 м, укороченные – 24,84 и 24,92 м (со стандартным укорочением для укладки в кривой). В пути еще можно встретить рельсы и длиной 12,50 м, которые выпускались ранее. В 1942 году были приняты стандарты прокатки рельсов: Р43, Р50, Р65, Р75. В названиях всех типов рельсов буква «Р» означает «Рельс», а число указывает приблизительную массу одного погонного метра рельса.

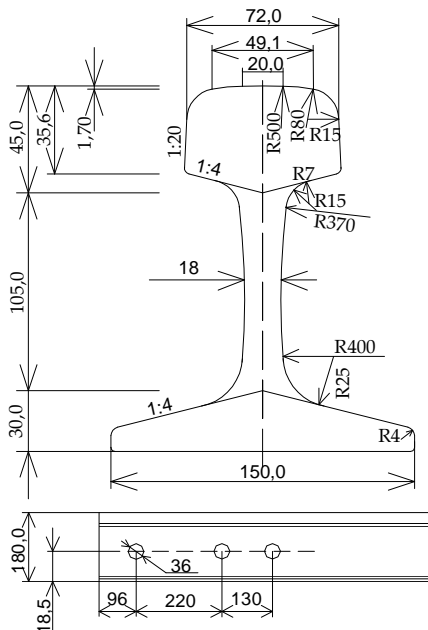


Рисунок 2 – Рельс Р65

Поверхность катания головки нового рельса (рисунок 2) для центральности передачи давления имеет выпуклое криволинейное очертание (коробовая кривая – кривая переменной кривизны). Наибольшими из сил, действующих на рельс, являются вертикальные, поэтому для поперечного сечения рельса принята двутавровая форма.

Основные характеристики рельсов, в зависимости от их типов, приведены в таблице 1.

Таблица 1 – Характеристика рельсов

Показатель	Р75	Р65	Р50
Масса 1 м, кг	74,41	64,72	51,67
Площадь поперечного сечения, см <sup>2</sup>	95,04	82,65	65,99
Размеры, мм, <i>высота:</i>			
рельса	192	180	152
головки	55,3	45	42
шейки	104,4	105	83
подошвы	32,3	30	27
<i>ширина:</i>			
головки	75	75	72
подошвы	150	150	132
Минимальная толщина шейки, мм	20	18	16

Места соединения рельсов между собою называют **стыками**, которые по способу соединения бывают **болтовые, клеболтовые** и **сварные**. В болтовых стыках между торцами рельсов имеются зазоры для возможности изменения длины рельсов при изменении температуры их нагрева. В клеболтовых стыках накладки приклеивают к рельсам специальным клеем и стягивают между собой через шейку рельса ботами. В сварных стыках обеспечивается непрерывность рельсовых нитей в пределах одной рельсовой плети.

По отношению к опорам (шпалам) различают стыки **на весу, на шпале** и на **сдвоенных шпалах** (рисунок 3, *а, б*). Всеобщее распространение получили стыки на весу, как более упругие, что обеспечивает снижение силы удара колеса на стыках. Для соединения разных типов рельсов устраивают переходные стыки (рисунок 3, *в*).

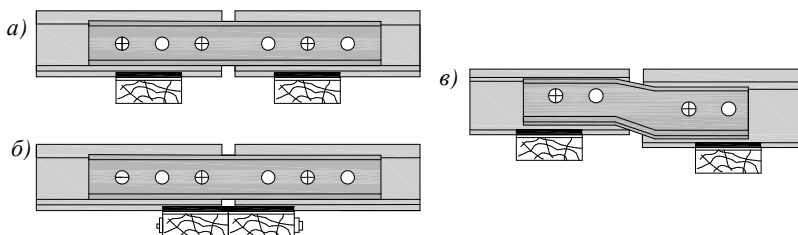


Рисунок 3 – Конструкция стыков:  
*а* – на весу; *б* – на сдвоенных шпалах; *в* – переходной стык

Для соединения смежных рельсов между собой в стыке ставят две **накладки** таким образом, как показано на рисунке 4.

Накладки для рельсов типа Р50 и Р43 выпускают только шестидырные, а для рельсов Р65 и Р75 – как шестидырные для бесстыкового пути, так и четырехдырные для звеньевоего пути (рисунок 5, *а, б*). Рельсы типа Р43 и тяжелее соединяют **двухголовыми накладками** (рисунок 5, *в*), а типа Ia и легче – **фартучными**.

**Болты** к двухголовым накладкам (рисунок 5, *з*) имеют круглую головку с овальным подголовником, болты к фартучным накладкам – «утиную головку». Для рельсов Р65,

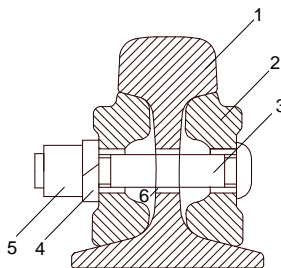


Рисунок 4 – Поперечное сечение стыка:  
1 – рельс; 2 – металлическая двухголовая накладка; 3 – стыковой болт; 4 – одновитковая пружинная шайба; 5 – гайка стыкового болта; 6 – стыковое отверстие рельса

Р75 предусмотрены болты диаметром 27 мм, для рельсов Р50 – 24 мм. Отверстия в двухголовых накладках имеют круглую и овальную формы.

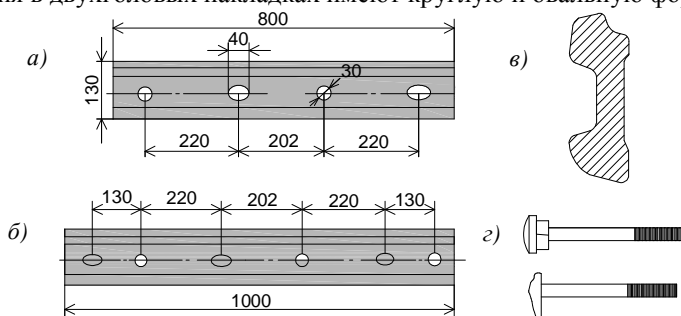


Рисунок 5 – Элементы стыкового скрепления:

*а* – четырехдырная накладка; *б* – шестидырная накладка; *в* – двухголовая накладка;  
*з* – болты с овальным подголовником и «утиной» головкой

Рельсовые стыки обеих рельсовых нитей на прямых участках должны располагаться друг напротив друга, на протяжении кривых – по наугольнику, т. е. по направлению радиуса. Забег стыка по одной рельсовой нити относительно стыка другой нити на прямых участках допускается не более 8 см, на кривых – 8 см плюс половина стандартного укорочения рельса (в данной кривой).

По токопроводимости различают **токопроводящие** и **изолирующие** стыки. Участки, оборудованные автоблокировкой, разделяются на блок-участки, в пределах которых по рельсам проходит сигнальный ток. На границах блок-участков (в створе с входными, выходными, проходными и маневровыми светофорами на стрелочных переводах) для предотвращения прохода электротока от одного из соединенных рельсов к другому устанавливают изолирующие стыки. В пределах блок-участка (между изолирующими стыками) располагаются токопроводящие.

**Изостыки** могут быть **сборные** с металлическими (двухголовыми, объемлющими или специального профиля) накладками, сборные с композитными (полимерными) накладками и **клееболтовые**. В сборных изолирующих стыках с металлическими накладками (рисунок 6, *а*) изоляция рельсов достигается постановкой специальных прокладок под накладки и подкладки, а также втулок из фибры, текстолита или полиэтилена на стыковые болты. В зазор между рельсами также вставляется изолирующая прокладка. Применение композитных накладок, например АпАТЭК (рисунок 6, *б*), дает возможность не применять боковую изолирующую прокладку.

При изготовлении клееболтовых стыков (рисунок 7) рельс разрезают

пополам, а затем обе части склеивают и сболчивают. В качестве изоляции используют стеклоткань, пропитанную эпоксидным клеем.

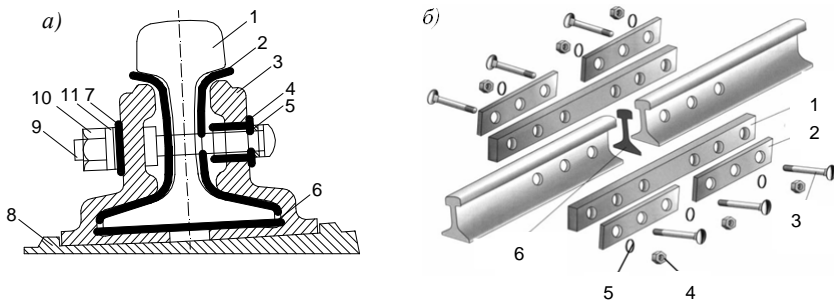


Рисунок 6 – Изолирующий стык:

- а* – сборный с металлическими объемлющими накладками: 1 – рельс, торцовая прокладка; 2 – боковая изолирующая прокладка; 3 – металлическая объемлющая накладка; 4 – втулка; 5 – стопорная планка; 6 – изоляционная прокладка (под подошву рельса); 7 – изолирующая планка под болт; 8 – металлическая подкладка (нашпальная); 9 – стыковой болт; 10 – гайка; 11 – шайба;
- б* – сборный с композитными накладками АпАТЭК: 1 – композитная накладка; 2 – стопорная планка; 3 – стыковой болт; 4 – гайка; 5 – шайба; 6 – торцовая прокладка

На участке с автоблокировкой и электротягой для лучшего прохода сигнального тока в обыкновенных стыках ставят штепсельные соединители из стальной проволоки диаметром 5 мм, для обратного тягового тока – соединители из медного троса сечением не менее 50 мм<sup>2</sup> (рисунок 8).

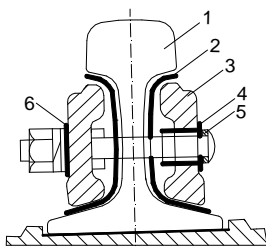


Рисунок 7 – Изолирующий клеоболтовой стык:

- 1 – рельс, торцовая накладка;  
2 – боковая изолирующая прокладка;  
3 – металлическая двухголовая накладка;  
4 – втулка; 5 – стопорная планка;  
6 – изолирующая планка под болт

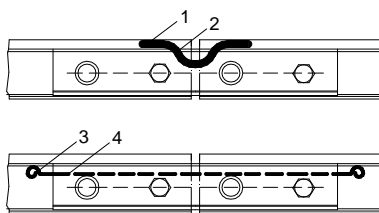


Рисунок 8 – Токосоводящий стык:

- а* – с приварным соединителем:  
1 – манжет; 2 – трос;
- б* – со штепсельным соединителем:  
3 – проволока; 4 – штепсель

**Шпалы** (нидерл. *spalk* – подпорка) – опоры для рельсов в виде брусьев. В железнодорожном пути обычно укладываются на балластный слой верхнего строения пути и обеспечивают неизменность взаимного расположения рельсовых нитей, воспринимают давление непосредственно от рельсов, промежуточных скреплений, а также подвижного состава и передают его на подшпальное основание.

Порода древесины для **деревянных шпал** может быть разная (например, красный клен или эвкалипт), в некоторых странах предпочитают дуб, а в некоторых, в силу экономических причин, – древесину хвойных пород, преимущественно сосну, хотя такие шпалы более подвержены износу. Для предотвращения гниения шпалы пропитывают антисептиками, чаще всего креозотом.

Деревянные шпалы для железных дорог широкой колеи в зависимости от назначения должны изготавливаться трех типов (рисунок 9): I – для главных путей, II – для станционных и подъездных путей, III – для малодеятельных подъездных путей промышленных предприятий.

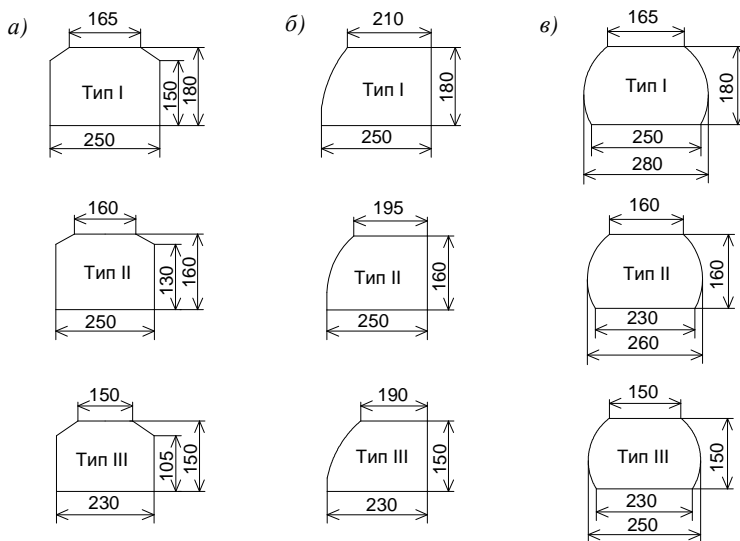


Рисунок 9 – Поперечные сечения деревянных шпал:  
 а – обрезных; б – полуобрезных; в – необрезных

По форме поперечного сечения шпалы подразделяются на три вида: **обрезные** – пропилены четыре стороны, **полуобрезные** – пропилены три стороны, **необрезные** – пропилены две противоположные стороны, две другие могут быть пропилены частично.

Длина шпалы – 2,75 м (рисунок 10), для совмещенного движения с разной шириной колеи (узкая и широкая) – 3,00 м.

Масса шпал составляет около 70 кг.

Шпалы укладывают под рельсы на определенном расстоянии друг от друга. Схема их укладки на протяжении километра называется **эпюрой**. На прямых участках пути укладывают на 1 км 1840 шпал, а на кривых радиусом 1200 и менее – 2000 шпал на 1 км. На звено длиной 25 м укладывается соответственно 46 и 50 шпал. На станционных и подъездных путях применяются эпюры 1600 и 1440 шпал на 1 км.

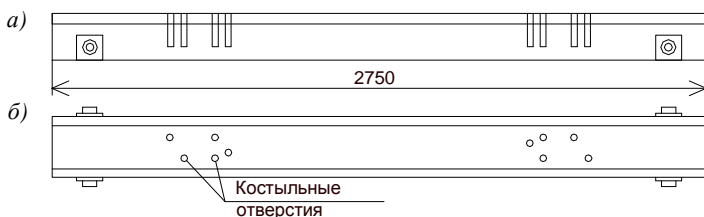


Рисунок 10 – Деревянная шпала:  
а – вид сбоку; б – вид сверху

Деревянные шпалы по отношению к железобетонным обладают многими достоинствами: упругость, легкость обработки древесины, высокие диэлектрические свойства, хорошее сцепление со щебеночным балластом, малая чувствительность к колебаниям температуры окружающей среды. Важнейшим свойством является возможность уширения рельсовой колеи в кривых радиусом менее 350 м.

Срок службы деревянных шпал (в зависимости от типа древесины, внешних условий и интенсивности эксплуатации) составляет от 7 до 40 лет. Основная проблема деревянных шпал – тенденция их загнивания в местах крепления к ним рельсов – костыльных отверстий.

**Железобетонные шпалы** представляют собой железобетонные балки переменного сечения (рисунок 11, а, б). На таких балках имеются площадки для установки рельсов, а также отверстия под болты или шурупы рельсошпальной скрепления (рисунок 11, в).

Железобетонные шпалы изготавливаются с предварительным натяжением арматуры. Шпалы армированы стальной проволокой диаметром 3 мм в количестве 44 штук, расположение которых показано на рисунке 11, г. При изготовлении железобетонной шпалы в специальную форму помещаются струны арматуры, которым сообщаются растягивающие усилия. Под действием вибратора данная форма заполняется бетоном. Когда бетон затверде-

вает, напряжения со струн снимаются и форма разбирается. Такой способ изготовления шпал придает им упругость и предохраняет шпалу от раскола под подвижным составом.

Длина железобетонной шпалы – 2,70 м, масса – около 265 кг.

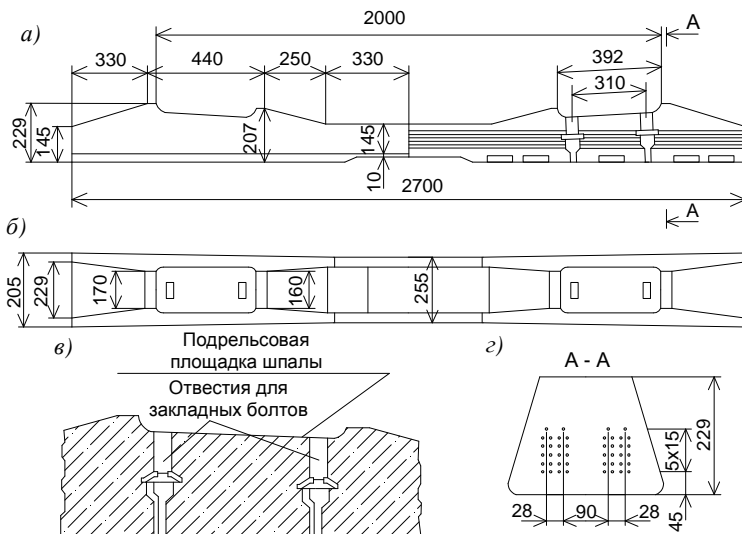


Рисунок 11 – Железобетонная шпала типа ШС-1:  
а – вид сбоку; б – вид сверху; в – сечение по отверстиям; г – сечение А-А

Достоинства железобетонных шпал: практически неограниченный срок службы вследствие высокой механической прочности и неподверженности гниению, что обуславливает возможность повторного использования шпал, а также использования на грузонапряженных участках пути.

Недостатки: большая жесткость, большая стоимость и вес, возможность усталостного разрушения бетона.

Железобетонные шпалы укладывают только на щебеночном балласте. На другие виды балласта их не рекомендуется укладывать, так как создается опасность появления трещин из-за их чрезмерного изгиба при просадке пути.

Для прикрепления рельсов к шпалам и другим видам рельсовых опор применяют **промежуточные скрепления**. Они должны обеспечивать постоянство ширины колеи, возможность регулировки рельсов по уровню, работу рельсовых цепей системы автоблокировки и электрической централизации, быть несложными по конструкции и надежными в работе, дешевыми и т. д.

Для крепления рельсов к шпалам применяют три вида скреплений:



**нераздельное, раздельное и смешанное.**

Основной вид **скрепления для деревянных шпал**, который широко применяется на дороге, – **смешанное костыльное скрепление ДО** (рисунок 12, *а*). Рельс к шпале прикрепляется через двухребордчатую клинчатую подкладку с пятью отверстиями (рисунок 12, *б*) при помощи пяти костылей (рисунок 12, *в, г*).

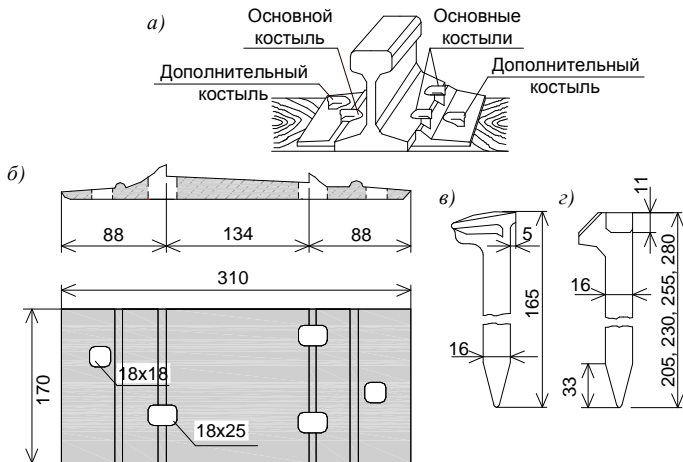


Рисунок 12 – Скрепление ДО, элементы скрепления ДО:  
*а* – общий вид скрепления ДО; *б* – двухребордчатая клинчатая подкладка;  
*в* – путевой костыль; *г* – пучинный (удлиненный) костыль

На прямых участках и в кривых радиусом более 1200 м рельсы к шпалам разрешается прикреплять четырьмя костылями на каждом конце шпалы. Пришивочные (основные) костыли прикрепляют непосредственно рельс через металлическую подкладку к шпале, а обшивочные (дополнительные) – отдельно металлическую подкладку к шпале. Скрепление ДО не обеспечивает плотного прижатия рельса к подкладке. Для предотвращения «угона» рельсов, т. е. их продольного перемещения, применяют противоугоны (рисунок 13).

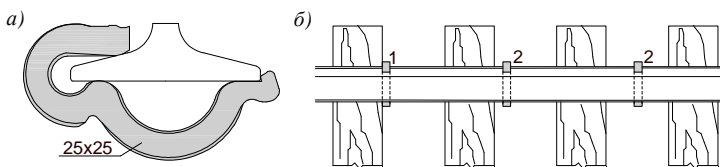


Рисунок 13 – Пружинный противоугоны:  
*а* – расположение противоугона на рельсе; *б* – расположение противоугонов на звене;  
 1 – правильное расположение противоугона; 2 – неправильное расположение противоугона

С целью уменьшения износа шпал между подкладкой и шпалой укладывают прокладки из дерева, гомбелита, резины и других материалов толщиной 6–10 мм.

На дороге применяется также **раздельное крепление типа Д2 с жесткими клеммами** (рисунок 14, *а*), а также типа **Д4 с пружинными клеммами** (рисунок 14, *б*).

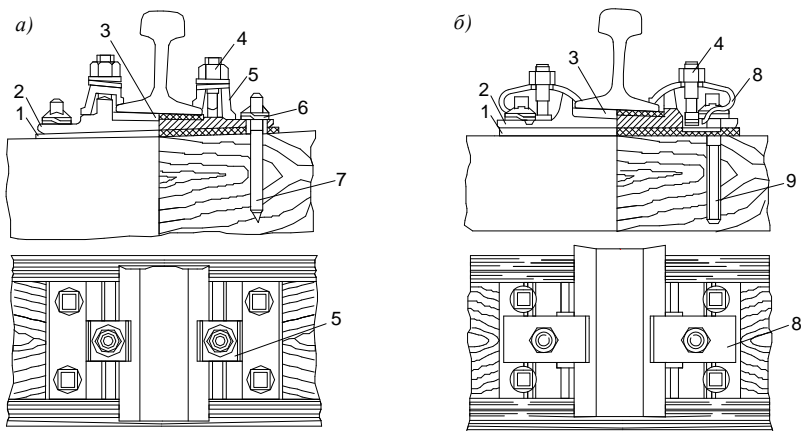


Рисунок 14 – Раздельное крепление для деревянных шпал:

*а* – крепление Д2; *б* – крепление Д4;

- 1 – нащпальная прокладка; 2 – металлическая подкладка; 3 – прокладка под рельс;
- 4 – клеммный болт с пружинной шайбой (только Д2) и гайкой; 5 – жесткая клемма (Д2);
- 6 – пружинная шайба под шуруп (Д2); 7 – шуруп крепления (Д2);
- 8 – пружинная клемма (Д4); 9 – шуруп (Д4)

Эти виды креплений встречаются редко, так как они многодетальны и металлоемки, но при них лучше, чем при костыльном, обеспечивается стабильность ширины рельсовой колеи, путь лучше противостоит угону и, не нарушая подбивкой балласт под шпалами, с помощью деревянных регулировочных подкладок, уложенных между подошвой рельса и подкладкой, можно высотой до 14 мм регулировать положение рельсовых нитей по уровню.

Типовым промежуточным креплением для железобетонных шпал является **раздельное клеммно-болтовое КБ** (рисунок 15, *а*) с жесткими клеммами. Крепление КБ с подкладкой, обеспечивающее надежную совместную работу под подвижной нагрузкой всех элементов прикрепления, используется на наиболее грузонапряженных, высокоскоростных линиях.

В креплениях КБ подкладку (рисунок 15, *б*) укладывают в верхней постели шпал и прикрепляют к шпале закладными болтами (рисунок 16, *а*).

Для повышения упругости этих креплений внедряется укладка пружинной шайбы (рисунок 16, *д*) под гайку закладного болта в 2,75 витка. Рельс к металлической подкладке прижимается металлической жесткой клеммой (рисунок 16, *в*) посредством клеммных болтов (рисунок 16, *б*).

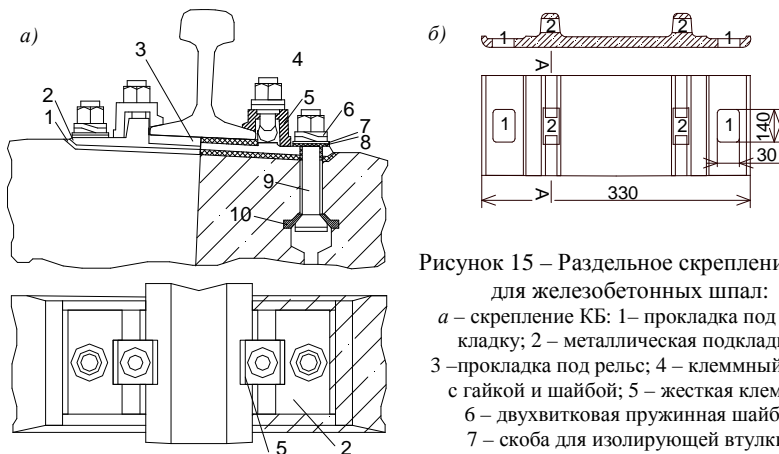


Рисунок 15 – Раздельное крепление КБ

для железобетонных шпал:

- а* – крепление КБ: 1 – прокладка под подкладку; 2 – металлическая подкладка; 3 – прокладка под рельс; 4 – клеммный болт с гайкой и шайбой; 5 – жесткая клемма; 6 – двухвитковая пружинная шайба; 7 – скоба для изолирующей втулки; *б* – металлическая прокладка для крепления КБ: 1 – отверстие для закладного болта; 2 – отверстие для клеммного болта

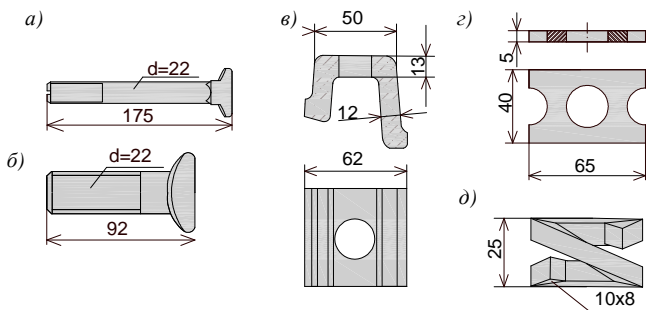


Рисунок 16 – Металлические элементы крепления КБ:

- а* – закладной болт; *б* – клеммный болт; *в* – жесткая клемма; *г* – скоба для изолирующей втулки; *д* – двухвитковая пружинная шайба

Для крепления КБ в местах опирания подкладок на шпалы применяются резиновые прокладки (рисунок 17, *а*) толщиной 7–8 мм, под подошву рельса укладывают резиновые подрельсовые прокладки (рисунок 17, *б*) повышенной упругости (толщиной 11–13 мм). На работоспособность прокладок и их

упругость влияет не только их материал, но и форма. Поэтому поверхности прокладок имеют рифления, буртики и т. п.

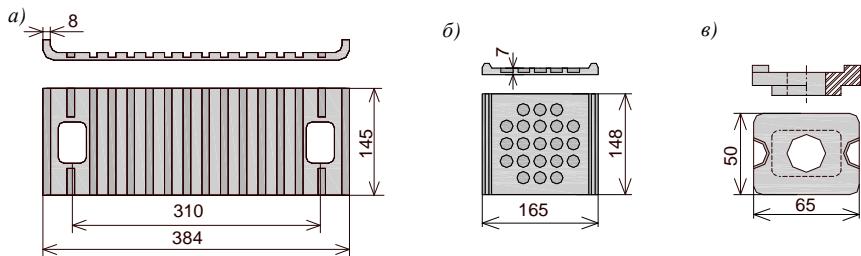


Рисунок 17 – Неметаллические элементы крепления КВ:

*а* – амортизирующая прокладка под подкладку; *б* – прокладка под подошву рельса;  
*в* – изолирующая втулка

В **бесподкладочном нераздельном анкерном креплении СБ-3** с прутковой клеммой (рисунок 18), рельс непосредственно (без металлической подкладки) к шпале прикрепляется анкером посредством прутковой клеммы.

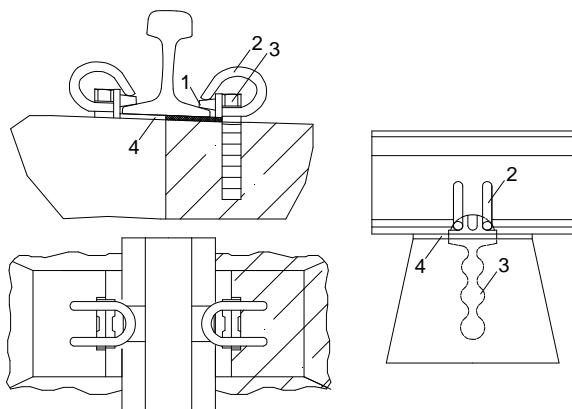


Рисунок 18 – Нераздельное бесподкладочное анкерное крепление СБ-3:  
1 – изолятор; 2 – прутковая клемма; 3 – анкер; 4 – полимерная прокладка под рельс

В **раздельном креплении К2** (рисунок 19, *а*) применяют жесткие клеммы, которые посредством клеммных болтов прикрепляют рельс к металлической подкладке. Для уменьшения жесткости соединения вместо одновитковых пружинных шайб применяют двухвитковые пружинные шайбы. Ме-

таллическая подкладка непосредственно к шпале прикрепляется шурупом, также с применением двухвитковой пружинной шайбы.

В **нераздельном пружинном скреплении БП** (рисунок 19, б) рельс к шпале через металлическую подкладку крепится закладным болтом и пружинной прутковой клеммой.

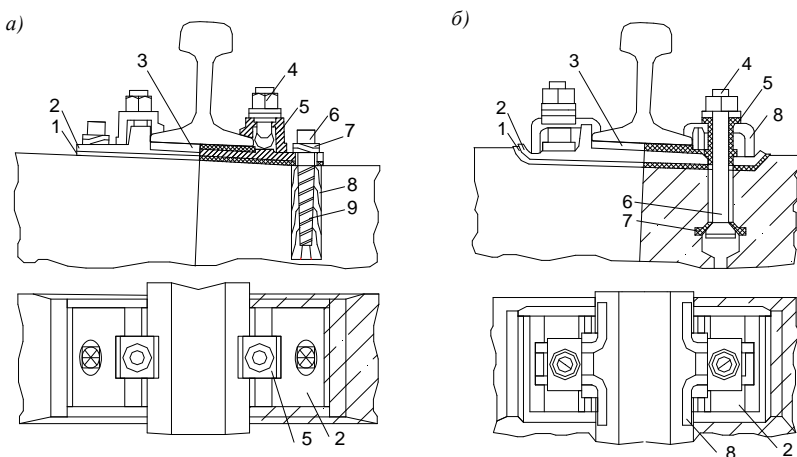


Рисунок 19 – Скрепления для железобетонных шпал:

- a* – раздельное скрепление К2: 1 – прокладка под подкладку; 2 – металлическая подкладка; 3 – прокладка под рельс; 4 – клеммный болт с гайкой и шайбой; 5 – жесткая клемма; 6 – шляпка шурупа; 7 – двухвитковая пружинная шайба; 8 – закрепитель; 9 – шуруп;
- б* – нераздельное пружинное скрепление БП: 1 – полимерная прокладка под подкладку; 2 – металлическая подкладка; 3 – амортизирующая полимерная прокладка под рельс; 4 – гайка и шайба закладного болта; 5 – изолирующая втулка; 6 – закладной болт; 7 – опорная шайба; 8 – прутковая клемма

**Бесподкладочное скрепление** типа **ЖБР** (рисунок 20, *a*) или **ЖБ** (рисунок 20, *б*) представляет собой две пружинные клеммы и два закладных болта. Металлическая подкладка отсутствует. Рельс укладывается на специальную прокладку из прочного материала.

Электроизоляция (изоляция соприкасающихся металлических элементов) на раздельном скреплении КБ, К2 и на нераздельных СБ-3, ЖБ, ЖБР и БП осуществляется с помощью резиновой прокладки, укладываемой под подошву рельса, текстолитовой втулки, резиновых прокладок под клеммы.

Скрепления типа СБ-3, ЖБ, ЖБР и БП имеют некоторые преимущества перед скреплением типа КБ. Они менее металлоемки, состоят из меньшего количества деталей, более упруги. Но есть и недостатки: слабое сопротивление поперечным (боковым) силам, невозможность регулировать положение рельсов по уровню путем укладки прокладок.

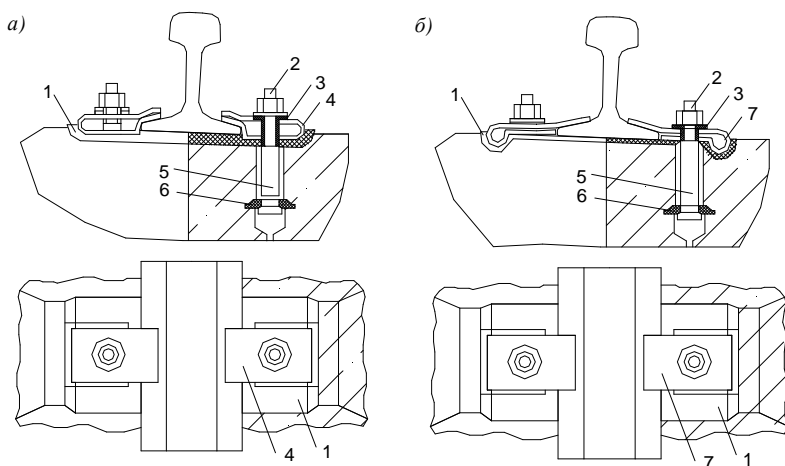


Рисунок 20 – Нераздельное крепление для железобетонных шпал:

*а* – нераздельное бесподкладочное крепление ЖБР;

*б* – нераздельное бесподкладочное крепление ЖБ;

1 – амортизирующая полимерная прокладка под рельс; 2 – гайка и шайба закладного болта;

3 – изолирующая втулка; 4 – пружинная клемма крепления ЖБР; 5 – закладной болт;

6 – опорная шайба; 7 – пружинная клемма крепления ЖБ

Существенный недостаток промежуточного крепления для железобетонных шпал заключается в том, что неметаллические элементы крепления (амортизирующие прокладки, изолирующие втулки и т. п.) изнашиваются намного быстрее, чем металлические, и требуют замены чаще, чем истекает срок службы шпал.

Одной из важнейших составляющих частей верхнего строения пути является **балласт**. Назначение балластного слоя – воспринимать, упруго перерабатывать и передавать давление от подвижного состава и рельсошпальной решетки на основную площадку земляного полотна. Кроме этого, балласт препятствует как продольному, так и поперечному сдвигу пути.

В качестве балластных материалов используются: щебень, гравий, песок, смесь материалов, шлаки, ракушечник и др. Щебень получают из естественного камня твердых пород (гранит, базальт) путем дробления. В зависимости от крупности он подразделяется по фракциям: 5–25 мм, 25–50 мм, 25–60 мм.

Наилучший балластный материал, укладываемый в путь, должен удовлетворять следующим показателям: сопротивление удару, истираемость (не более 30 %), водопоглощаемость (1,5 %), морозостойкость.

Балластный слой следует очищать от загрязнений, систематически и своевременно удаляя шлак, грязь, угольную пыль и другие загрязнители для обеспечения упругой работы балластного слоя при восприятии передаваем-

мой нагрузки от шпал на земляное полотно. В местах появления выплесков проводится работа по их устранению: устраивается выход воде прогрокоткой загрязненного балласта на торцах шпал и после ухода воды в шпальных ящиках на глубину не менее 10 см ниже нижней постели шпал.

**Скоростное движение поездов** – движение пассажирских поездов со скоростями 141–160 км/ч и 161–200 км/ч, со скоростями свыше 200 км/ч – **высокоскоростное движение**. Общая протяженность высокоскоростных магистралей в мире в настоящее время составляет порядка 7000 км, в том числе 3750 км в Европе, причем высокоскоростные поезда обслуживают также полигон протяженностью около 20 тыс. км обычных железнодорожных линий, реконструированных под скоростное движение.

Направление Брест – Минск – Осиновка в пределах Республики Беларусь является важным звеном транспортного коридора № 2 (Берлин – Варшава – Минск – Москва), по которому в недалекой перспективе планируется организация движения пассажирских поездов со скоростью до 160 км/ч. С этой целью на дороге переустраиваются станции с выносом, при необходимости, горловин из кривых, капитально ремонтируются железнодорожный путь, искусственные сооружения, земляное полотно, укладываются скоростные стрелочные переводы на железобетонных брусках, позволяющие реализовать скорость движения пассажирских поездов до 160 км/ч.

Обеспечение скоростей движения поездов до 200 км/ч, а на высокоскоростных линиях – свыше 300 км/ч должно свидетельствовать о высокой стабильности состояния пути, которая достигается, в первую очередь, соответствующей конструкцией пути и высоким качеством ремонта пути.

К примеру, на железных дорогах Германии (DBAG) с допускаемой скоростью движения 200 км/ч применяется классический балластный путь (рисунок 21, а) на шпалах из преднапряженного бетона с рельсами МСЖД 60.

На высокоскоростных магистралях с большим успехом и высоким уровнем технического качества применяется техника монолитных путевых систем, например – система GETRAC (рисунок 21, б), главный отличительный признак которой – слой асфальта с непосредственно опирающимися на них шпалами. Монолитная путевая система длительно обеспечивает стабильное положение колеи и с высокой надежностью, качеством и функциональностью выдерживает большие нагрузки на высокоскоростных магистралях.

Точная до миллиметра юстировка верхнего строения при монтаже непосредственно на месте – главный фактор высокой комфортности езды и меньшей нагрузки на подвижной состав.

Благодаря минимальному сроку службы в 60 лет, низким расходам на ремонт, текущее содержание и обслуживание монолитная путевая система обеспечивает высокую эксплуатационную готовность и беспрецедентную экономическую эффективность для высокоскоростного транспорта, обеспечивая при этом высокий уровень безопасности движения поездов.

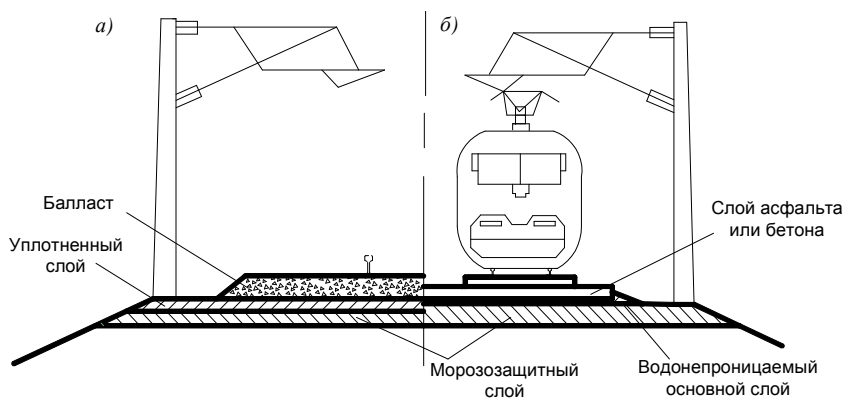


Рисунок 21 – Конструкции пути, применяемые на Deutsche Bahn AG:  
*a* – конструкция пути на балласте; *б* – монолитная путевая система

Шпалы гибко сцепляются с асфальтовым слоем при помощи специальных бетонных пробок. Благодаря этому достигается достаточная фиксация рельсошпальной решетки в продольном и поперечном направлениях. Монолитная путевая система практически не требует обслуживания: построенная однажды, она обеспечивает эксплуатационную готовность почти 100 %.

### Контрольные вопросы

- 1 Элементы железнодорожного пути, назначение, устройство.
- 2 Элементы верхнего строения пути, назначение, устройство.
- 3 Рельсы, назначение, стандарт проката, виды, длина.
- 4 Стык, виды стыков по способу соединения, особенности устройства.
- 5 Стык, виды стыков по отношению к опорам, особенности устройства.
- 6 Стык, виды стыков по электропроводимости, особенности устройства.
- 7 Стык, элементы стыка, назначение элементов.
- 8 Стыковая накладка, назначение, виды, особенности применения.
- 9 Изолирующий стык, виды, элементы стыка, назначение элементов.
- 10 Деревянная шпала, назначение, виды.
- 11 Железобетонная шпала, назначение, виды.
- 12 Промежуточное скрепление для деревянных шпал, виды, особенности устройства и применения.
- 13 Скрепление для деревянных шпал ДО, элементы, назначение элементов.
- 14 Промежуточное скрепление для железобетонных шпал, виды, особенности устройства и применения.
- 15 Скрепление для железобетонных шпал КБ, элементы, назначение элементов.
- 16 Скрепление для железобетонных шпал СБ-3, особенности конструкции, элементы, назначение элементов.



## УСТРОЙСТВО ОДИНОЧНОГО ОБЫКНОВЕННОГО СТРЕЛОЧНОГО ПЕРЕВОДА

**Содержание работы:** классификация стрелочных переводов; назначение и характеристика одиночного обыкновенного стрелочного перевода; назначение и характеристика основных частей и элементов стрелочного перевода.

Пути между собой соединяются с помощью стрелочных переводов (рисунок 1), часто называемых просто «стрелками», которые, с одной стороны, обеспечивают непрерывность рельсовой колеи, а с другой – перевод состава с одного пути на другой. Основные виды: одиночные, двойные и перекрестные.

**Одиночные** стрелочные переводы бывают *обыкновенные* (левые (рисунок 2, а) и правые (рисунок 2, б)), *односторонние несимметричные* (рисунок 2, в), у которых основной и ответвляемый пути криволинейные и направлены от основного пути в одну сторону; *разносторонние симметричные* (рисунок 2, г), у которых оба пути криволинейные и расходятся от основного прямого направления в разные стороны под одинаковыми углами; *разносторонние несимметричные* (рисунок 2, д), у которых оба пути криволинейные и направлены от основного направления в разные стороны под разными углами.

**Двойные** стрелочные переводы применяются для ответвления от основного прямого направления двух боковых путей. Двойные стрелочные переводы бывают: симметричными разносторонними, несимметричными разносторонними и несимметричными односторонними.

В настоящее время из-за сложности конструкции не применяются.

**Перекрестные** стрелочные переводы служат для прохода подвижного состава по пересекающимся в одном уровне направлениям и перехода его с одного пути на другой.

Основными частями одиночного стрелочного перевода (рисунок 3) являются: **стрелка с переводным механизмом**, служащая для направления подвижного состава по прямому или боковому пути; **крестовина с контрольными**, служащая для беспрепятственного прохода гребней колес подвижного состава через место пересечения двух рельсовых нитей; **переводные пути**, соединяющие стрелку с разветвляемыми путями; **переводные брусья**, на которые укладываются металлические части стрелочного перевода.



Рисунок 1 – Одиночный обыкновенный стрелочный перевод

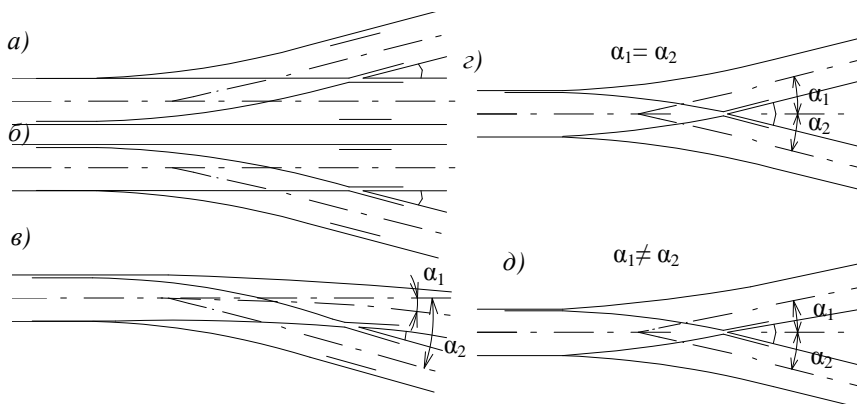


Рисунок 2 – Одиночные стрелочные переводы:

*а* – одиночный обыкновенный левосторонний стрелочный перевод; *б* – одиночный обыкновенный правосторонний стрелочный перевод; *в* – одиночный односторонней кривизны стрелочный перевод; *г* – одиночный разносторонний симметричный стрелочный перевод; *д* – одиночный разносторонний несимметричный стрелочный перевод

**Стрелка с переводным механизмом** состоит из двух неподвижных рельсов, называемых *рамными*, двух подвижных рельсов, называемых *остряками*, и переводного механизма, соединенного тягами с остряками. Стрелки могут отличаться друг от друга остряками, рамными рельсами, креплением рамных рельсов к опорам, конструкцией переводного устройства. Кроме этих основных могут быть и второстепенные отличия, например, в конструкциях поперечных связей между рамными рельсами, в конструкциях упорных устройств для остряков, поперечных связей между остряками, специальных стрелочных подкладок.

**Рамные рельсы** – рельсы, к которым прижимаются остряки. Рамные рельсы изготавливают из обычных рельсов стандартной длины: при марках крестовины 1/9 и 1/11 – 12,50 м, при марке 1/18 – 25,00 м, хотя могут быть и другие размеры. Например, для перевода Р65 марки 1/11 с гибкими остряками длина прямолинейного рамного рельса 20855 мм, а криволинейного – 20764 мм.

В отличие от путевых рельсов рамные рельсы имеют дополнительные отверстия (для крепления к упоркам, в корневом узле, для установки упорных накладок и креплений деталей переводного механизма). На протяжении горизонтальной строжки остряков (с запасом по 30 мм с каждой стороны) делается *косая строжка боковой грани головки рамного рельса* с тем, чтобы обеспечить укрытие острия остряка и уменьшить приходящуюся на него нагрузку.

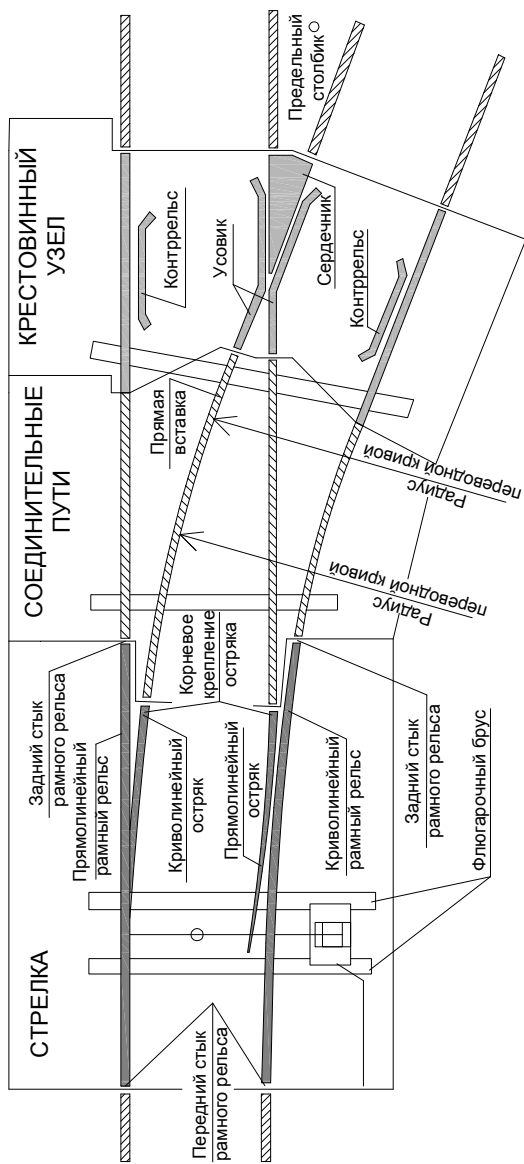


Рисунок 3 – Одиночный обыкновенный стрелочный перевод

Рамный рельс, лежащий на прямом направлении, – прямолинейный, на боковом направлении – криволинейный. Рамные рельсы укладывают на *башмаки* (рисунок 4), которые, в свою очередь, прикрепляют к стрелочным брускам шурупами.

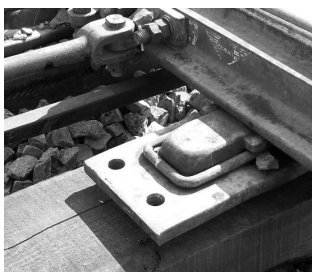


Рисунок 4 – Башмак рамного рельса и остряка

**Остряки** соединяются между собой соединительными тягами, число которых зависит от длины остряков. Они предназначены для изменения направления движения подвижного состава. Изготавливаются из рельсов специального профиля.

В настоящее время применяют криволинейные *остряки секущего и касательного типов*. У симметричных стрелочных переводов оба остряка криволинейные. Остряки стрелок имеют остроганную часть. Передний острый конец остряка называется *острием*, а задний – *корнем*. Передний конец остряка в зоне прилегания его к рамному рельсу подвергается горизонтальной и вертикальной строжке. Положение остряка относительно поверхности катания головки рамного рельса в различных сечениях представлено на рисунке 5.

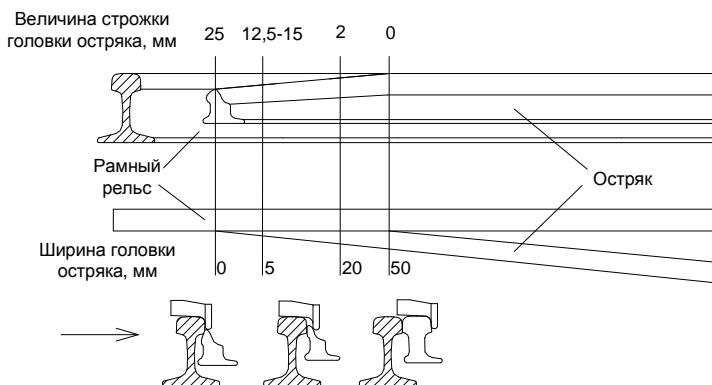


Рисунок 5 – Схема положения остряка относительно рамного рельса в зоне его строжки

*Боковую строжку* головки рельса начинают в точке касания его нерабочей грани с рабочей гранью головки рамного рельса. В этой же зоне срезают часть подошвы остряка, мешающую его прижатию к рамному рельсу. В сечении, где ширина головки остряка 50 мм и менее, делают *вертикальную*

*строжку*. Вертикальная строжка выполняется с целью создания наиболее благоприятных условий накатывания колес на остряк при противошерстном движении. Все остряки имеют укрытие остря под головку рамного рельса.

При правильном положении стрелки один из остряков должен быть в прижатом к рамному рельсу положении (рисунок 6, а), а другой – в отжатом (рисунок 6, б).

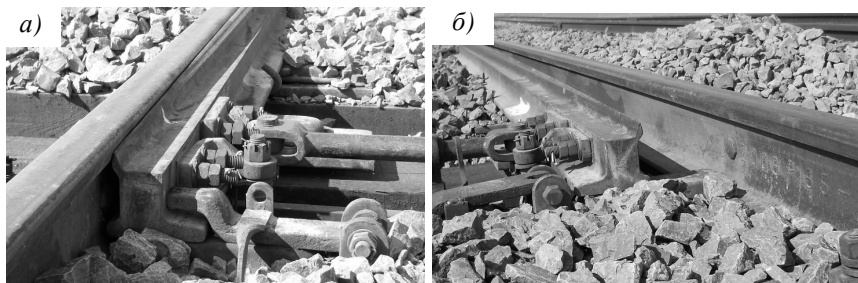


Рисунок 6 – Положение остряка относительно рамного рельса:  
а – прижатое положение; б – отведенное положение

**Стрелочные тяги** (рисунок 7) предназначены для соединения остряков и перевода их из одного положения в другое, а также для обеспечения плотного прилегания остряков к рамным рельсам. В стрелочных переводах различают рабочие, контрольные и соединительные тяги. Остряки между собой соединяют *рабочей тягой*. *Соединительная тяга* связана с переводным механизмом. Все тяги присоединяются к шейке остряка. *Контрольная тяга* соединяет остряк с электроприводом, фиксирует его перевод. Все остряки должны иметь приспособления для их запираания на замок. Для этой цели стрелки оборудуют откидными закладками.

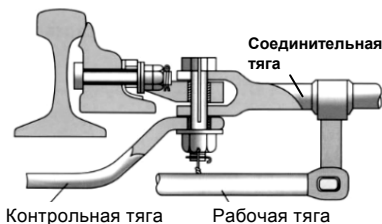


Рисунок 7 – Соединение тяги с остряком



Рисунок 8 – Отбойный брус

Перед остряками всех противошерстных стрелочных переводов на главных и приемо-отправочных путях с безостановочным движением поездов должны быть уложены **отбойные брусья** (рисунок 8).

**Корневое крепление остряка** – одно из важных мест на стрелке. Корневое устройство остряка предназначено для закрепления его в корне и для обеспечения ему подвижности в горизонтальной плоскости. В основном на Белорусской железной дороге применяют *вкладышно-накладочное крепление* (рисунок 9) и *накладочное* в виде обычного стыка (стрелки с гибкими остряками). Вкладышно-накладочное крепление устраивают на весу и монтируют на мостике. В корне остряка между закрепленным упоркой рамным рельсом и остряком с примыкающим к нему рельсом переводной кривой вставлен чугунный или стальной корневой вкладыш. Со стороны оси пути остряк и примыкающий к нему рельс соединены четырехдырной накладкой. Эта накладка отогнута в середине в сторону оси пути. Поэтому между остряком и накладкой имеется зазор, допускающий поворот остряка и перевод его из одного положения в другое (рисунок 9 «л»). Для того чтобы предварительно отогнутая накладка при стягивании болтами не разгибалась, между накладкой и вкладышем на первый от начала остряка болт надевается стальная термически упрочненная распорная втулка.

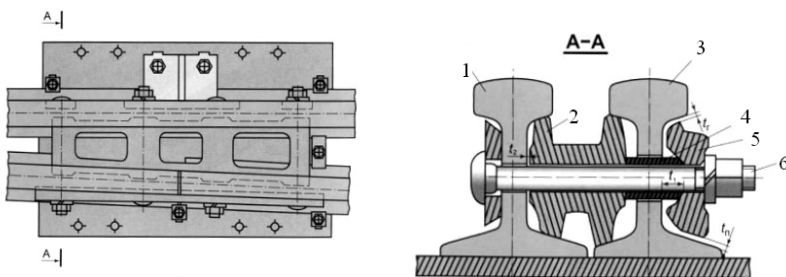


Рисунок 9 – Конструкция корневого крепления остряка вкладышно-накладочного типа:

- 1 – рамный рельс; 2 – корневой вкладыш; 3 – остряк; 4 – распорная втулка;  
5 – отогнутая стыковая накладка; 6 – стыковой болт

**Соединительные пути** перевода состоят из соединительного прямолинейного пути и соединительного криволинейного пути (переводная кривая). Для соединительных путей применяют рельсы стандартной длины или укороченные, их размеры указаны на эшпоре укладки стрелочных переводов. Важной характеристикой переводной кривой является ее радиус. Он должен быть равен радиусу криволинейного остряка. Для переводов марки 1/18 радиус равен 980 м, для марки 1/11 – 300 м, марки 1/9 – 200 м. Переводную кривую укладывают по ординатам. Ординаты измеряют от рабочей грани головки наружного рельса прямого направления до рабочей грани наружного рельса переводной кривой через 2,00 м от корня остряков до начала прямой вставки.

**Крестовина и контрельсы** – одни из наиболее важных частей стрелочного перевода. Непосредственно на ней осуществляется пересечение путей (внутренних нитей). Крестовины бывают *острые* и *тупые*. Острые крестовины укладывают на одиночных, двойных и перекрестных стрелочных переводах, тупые крестовины – на перекрестных стрелочных переводах и глухих пересечениях.

Основные виды острых крестовин представлены на рисунке 10. Острые крестовины бывают сборные, собранные из кусков рельсов и соединенные между собой вкладышами и болтами; сборно-литые, у которых сердечник и рабочая часть усювиков представляют собой единую отливку, а остальная часть усювика изготавливается из типовых рельсов и прикрепляется к сердечнику болтами; цельнолитые, представляющие собой цельную отлитую конструкцию.

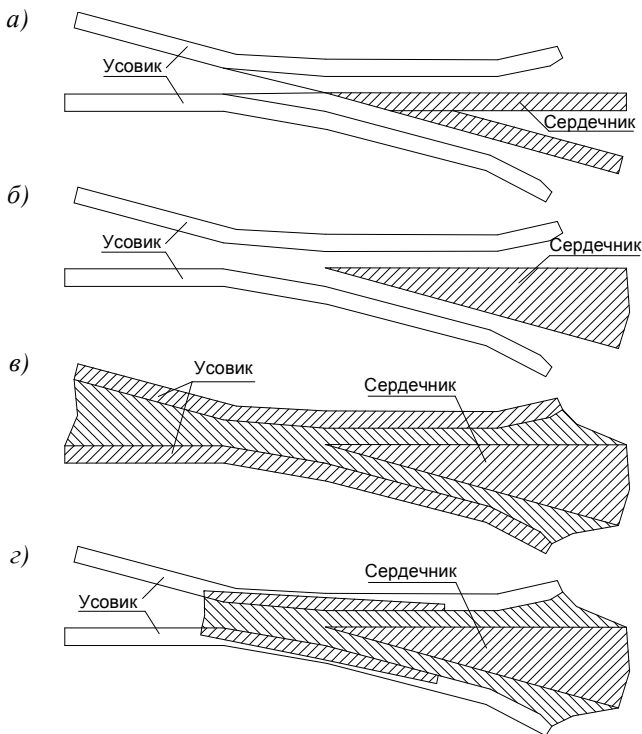


Рисунок 10 – Основные виды острых крестовин с неподвижным сердечником:  
*а* – сборно-рельсовые; *б* – сборные с литым сердечником;  
*в* – цельнолитые; *г* – сборная с сердечником типа общей отливки сердечника с наиболее изнашиваемой частью усювиков

Острые крестовины *сборно-рельсовые* (см. рисунок 10, а) и с *литым сердечником* (см. рисунок 10, б) имеют низкую эксплуатационную надежность и сохранились в небольшом количестве в прочих путях и путях промышленных предприятий.

Острые *цельнолитые* крестовины (см. рисунок 10, в) с начала 60-х годов изготавливались для скоростных стрелочных переводов.

В качестве основной конструкции принята *сборная острая крестовина с неподвижным сердечником типа общей отливки сердечника с наиболее изнашиваемой частью усювиков* (см. рисунок 10, г). Сердечник и наиболее изнашиваемые части усювиков представляют собой единую конструкцию, отлитую из высокомарганцовистой стали. Литые части усювиков снизу имеют обработанные наклонные поверхности, которые опираются на подошвы рельсовых усювиков. Литая часть крестовины после обработки скрепляется с рельсовыми усювиками с помощью горизонтальных болтов. При этом верхней своей частью она помещается в вырезы на головках усювиков (рисунок 11).

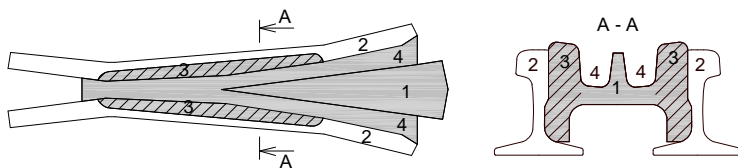


Рисунок 11 – Сборная крестовина с литым сердечником типа общей отливки с изнашиваемыми частями усювиков:

1 – сердечник; 2 – усювики; 3 – изнашиваемая часть усювиков; 4 – желоб крестовины

Преимущество цельнолитых крестовин перед сборными состоит в их малодетальности, отсутствии люфтов в соединениях, удобстве и простоте в содержании, устойчивости в работе. Но они не лишены и недостатков, которые вынудили прекратить их производство: они требуют большего расхода дефицитной высокомарганцовистой стали, чем сборные крестовины; изготовление отливок цельнолитых крестовин значительно сложнее; стоимость цельнолитых крестовин типа Р65 марки 1/11 в несколько раз выше стоимости аналогичных типовых крестовин, а сроки службы крестовин обоих видов (в пропущенном тоннаже) существенно не отличаются между собой.

Острая крестовина состоит из одного сердечника и двух усювиков. Напротив крестовины с обеих сторон уложены контррельсы с рельсами. Тупая крестовина состоит из двух сердечников, одного усювика и одного контррельса.

Самое узкое место на крестовине – *горло крестовины*. Расстояние от горла крестовины до практического острия сердечника называют *вредным пространством* (рисунок 12, а). В этом месте гребень колеса не направляется



рельсовой нитью (рисунок 12, б). Направление колесной пары на таком участке перевода осуществляется контррельсами (рисунки 12, в, з, 13)), которые должны быть на 22 мм выше стандартного рельса.

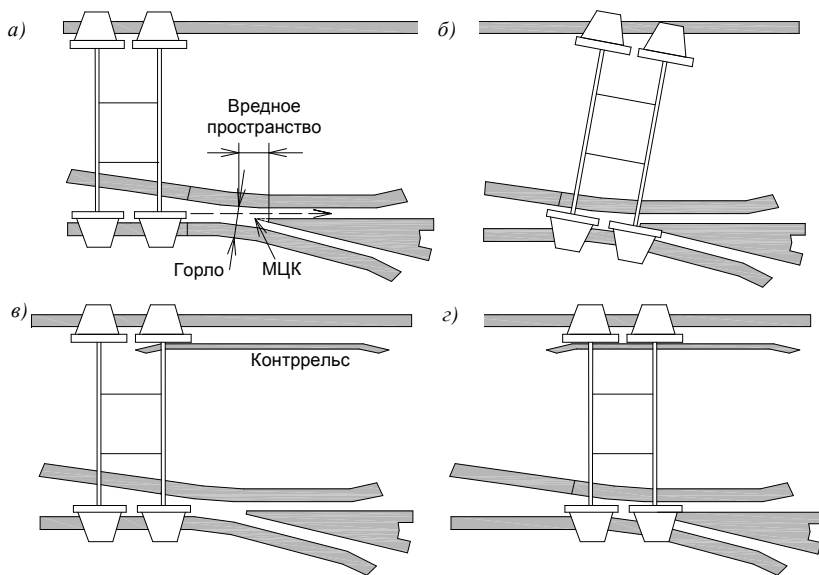


Рисунок 12 – Прохождение вредного пространства крестовины:  
*а* – при входе в крестовину; *б* – прохождение вредного пространства при отсутствии контррельса; *в* – вход во вредное пространство при наличии контррельса; *з* – переход с вредного пространства на сердечник при наличии контррельса

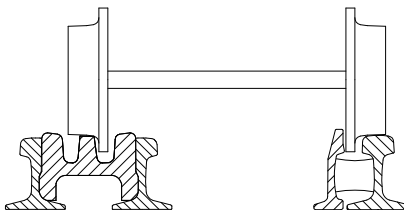


Рисунок 13 – Колесная пара при прохождении крестовины

Точка пересечения продолжений рабочих граней сердечника на уровне 13 мм ниже поверхности катания называется **математическим центром крестовины (МЦК)**.

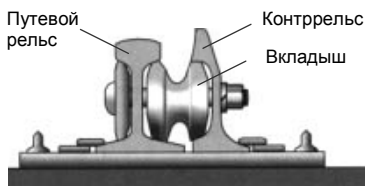


Рисунок 14 – Общий вид крепления контррельса

Типовые контррельсы изготавливаются из рельсов специального профиля и укладываются непосредственно против крестовины таким образом, чтобы направлять колесо в нужный желоб крестовины при проходе гребнем колеса вредного пространства. Контррельсы прикрепляются к путевым рельсам с помощью вкладышей (одноболтовых и двухболтовых) и болтов (рисунок 14).

В последнее время получили распространение новые виды конструкции контррельсового узла. Лучше других в эксплуатации зарекомендовала себя конструкция контррельса в виде съемной полосы (рисунок 15), закрепленной на отдельных упорках, устанавливаемых на подкладках приконтррельсового рельса. Основная идея такой конструкции заключается, во-первых, в независимой работе контррельса от путевого рельса, что обеспечивает лучшие условия безопасности для крестовины, и, во-вторых, в возможности съема и замены рабочей полосы при ее износе, без реконструкции всего узла контррельса.

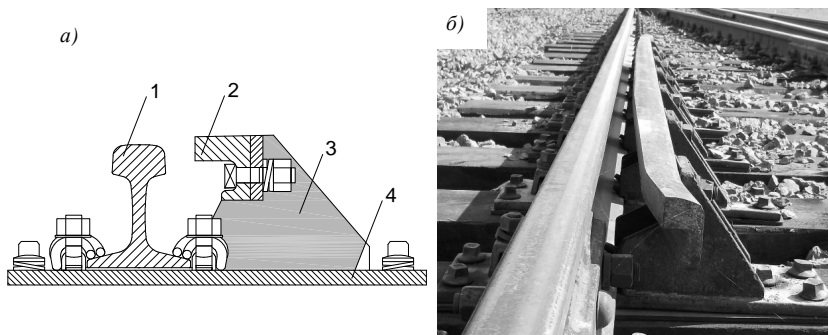


Рисунок 15 – Контррельс в виде съемной полосы, закрепленной на упорках подкладок приконтррельсового рельса:

*a* – поперечный разрез; *б* – общий вид:

1 – приконтррельсовый (путевой) рельс; 2 – контррельс в виде съемной полосы;  
3 – упорка; 4 – подкладка приконтррельсового рельса

Для повышения стойкости элементов стрелок, эксплуатируемых в условиях интенсивного противошерстного движения по боковому направлению, разработана конструкция *контррельс-протектора* (рисунок 16), защищающего, прежде всего, острия упорной нитки за счет отжатия от них колес.

Результаты испытаний стрелочного перевода типа Р65 марки 1/11 с контрорьс-протектором показывают, что средний тоннаж отказа остряков на 13 %, а рамных рельсов – на 15 % выше, чем в стрелочных переводах без контрорьс-протектора.

Установка контрорьс-протектора не связана с большой трудоемкостью установки и содержания непосредственно в путях и не требует сверления дополнительных отверстий в рамном рельсе.

Для высокоскоростного движения применяются **крестовины, обеспечивающие непрерывную поверхность катания (НПК)**, то есть такие крестовины, где отсутствует разрыв рельсовой колеи при пересечении рельсовых нитей прямого и бокового путей. Конструктивно такую конструкцию можно выполнить только с подвижными элементами (усовиками или сердечником). Отечественной практикой приняты как наиболее совершенные и технологичные: *крестовина с подвижным сердечником, с двумя гибкими ветвями из рельсов острякового профиля* (рисунок 17) и *крестовина с поворотным сердечником* (рисунок 18). Первая конструкция применяется для высоких скоростей движения как по прямому (до 200 км/ч), так и по боковому направлению, вторая применяется главным образом на линиях с высокой грузонапряженностью, где необходимо реализовать скорости движения по прямому направлению до 140–160 км/ч.

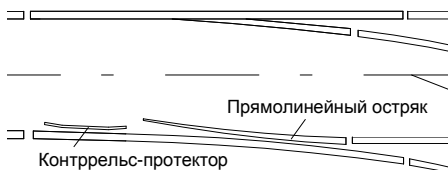


Рисунок 16 – Схема установки контрорьс-протектора

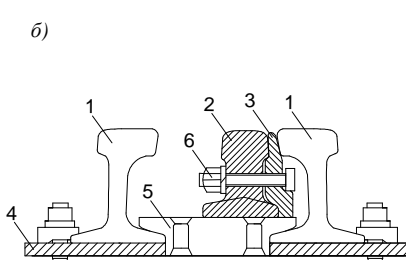


Рисунок 17 – Крестовина с подвижным сердечником с гибкими ветвями из рельсов острякового профиля с рельсовыми усовиками из спецпроката:

*a* – общий вид; *б* – поперечный разрез:

- 1 – рельсовый усовик из спецпроката; 2 – длинный остряковый рельс сердечника;
- 3 – короткий остряковый рельс сердечника; 4 – лафет крестовины; 5 – подушка под сердечником;
- 6 – косоугольный болт, соединяющий остряковые рельсы

Основная конструктивная особенность крестовин с подвижным и поворотным сердечником заключается в том, что сердечник, прижимаясь к одному или другому усовику, образует при этом непрерывную поверхность катания для одного или другого направления.

Подвижные сердечники состоят из двух рельсов низкого несимметричного профиля, выпрессованных в корне сердечника под профиль стандартного рельса. Длинный рельс образует острие сердечника и соединен с коротким рельсом косым стыком, стянутым болтом.

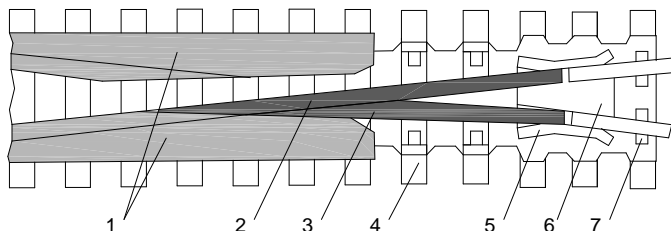


Рисунок 18 – Крестовина с поворотным сердечником:

- 1 – усовая часть; 2 – длинный рельс сердечника; 3 – короткий рельс сердечника;  
4 – упорные накладки; 5 – накладки с отгибом; 6 – вкладыш; 7 – противоугольные накладки

**Предельные столбики** указывают границу, в пределах которой может находиться подвижной состав на данном пути, не нарушая безопасности движения по соседнему пути.

Предельные столбики для путей станции (кроме приемо-отправочных, оборудованных электрическими рельсовыми цепями) устанавливаются посередине междупутья, где расстояние между осями расходящихся от центра стрелочного перевода путей равно 4,10 м.

### Контрольные вопросы

- 1 Основные виды стрелочных переводов, особенности устройства.
- 2 Основные виды одиночных стрелочных переводов, особенности устройства.
- 3 Основные части одиночного стрелочного перевода, их границы.
- 4 Основные элементы стрелки, назначение, особенности устройства.
- 5 Особенности взаимного положения рамного рельса с остряком.
- 6 Основные виды и порядок устройства корневого крепления остряков.
- 7 Основные элементы крестовины, назначение, особенности устройства.
- 8 Основные виды крестовины, особенности устройства.
- 9 Преимущество и недостатки основных видов крестовин.
- 10 Контррельс, виды, назначение.
- 11 Вредное пространство, порядок прохождения вредного пространства колесной парой.

## СОДЕРЖАНИЕ ОДИНОЧНОГО ОБЫКНОВЕННОГО СТРЕЛОЧНОГО ПЕРЕВОДА. НЕИСПРАВНОСТИ СТРЕЛОЧНЫХ ПЕРЕВОДОВ. МЕТОДИКА ПРОВЕДЕНИЯ МЕСЯЧНЫХ ОСМОТРОВ СТРЕЛОЧНЫХ ПЕРЕВОДОВ

**Содержание работы:** содержание стрелочных переводов по ширине колеи и по уровню, места промеров; измерение ординат переводной кривой, шага остряка, ширины желобов; измерение износа металлических частей; методика проведения месячных осмотров.

**Содержание стрелочных переводов по ширине колеи и уровню** производится в определенных контрольных местах (рисунок 1).

**Места контрольных промеров ширины колеи и уровня:**

*a* – в передних стыках рамных рельсов;

*б* – у острия остряков;

*в* – в корне остряков на боковой путь;

*г* – в корне остряков на прямой путь;

*д* – в середине переводной кривой;

*е* – в конце переводной кривой;

*жс* – в передних стыках крестовины на прямой путь;

– в передних стыках крестовины на боковой путь;

*з* – в сечении сердечника 40 мм на прямой путь;

– в сечении сердечника 40 мм на боковой путь;

*и* – в задних стыках крестовины на прямой путь;

– в задних стыках крестовины на боковой путь.

Нормы содержания стрелочных переводов по ширине колеи для марок 1/11 и 1/9 типов Р65 и Р50 приведены в таблице 1.

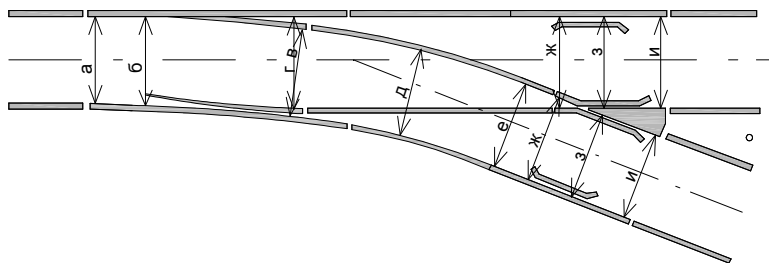


Рисунок 1 – Места контрольных промеров стрелочных переводов по ширине колеи и уровню

Таблица 1 – **Нормы содержания стрелочных переводов по ширине колес**

В миллиметрах

Тип стрелочного перевода	Марка крестовины	В передних стыках рамных рельсов (а)	У острия остряков (б)	В корне остряков		В середине переводной кривой (л)	В конце переводной кривой и в крестовине (с, ж, з, и)
				на боковой путь (в)	на прямой путь (г)		
<i>Одиночные стрелочные переводы</i>							
Р65	1/11	1520	1524	1520	1521	1520	1520
	1/9	1520	1524	1520	1521	1524	1520
Р50	1/11	1520	1528	1520	1521	1520	1520
	1/9	1520	1528	1520	1521	1524	1520
<i>Перекрестные стрелочные переводы</i>							
Р65 и Р50	1/9	1520	1535	1535	1520	1535	1520
<i>Симметричные стрелочные переводы</i>							
Р50 для приемо-отправочных путей	1/6	1520	1527	1524	–	1524	1520
Р50 для горочных путей	1/6	1522	1532	1524	–	1524	1520
<i>Допускаемые отступления</i>							
Уширение	–	4	4	4	4	10	3
Сужение	–	2	2	2	2	2	3

Допускаемые отклонения **по уровню** (без перекосов) установлены  $\pm 6$  мм. Переводную кривую устраивают без возвышения наружного рельса. Если стрелочный перевод уложен в кривой с ответвлением бокового пути внутрь кривой, то наружный рельс главного пути может иметь возвышение, которое будет зависеть от скорости движения поездов, но не более 75 мм.

**Шаг остряка**, т.е. расстояние, на которое остряк отводится от рамного рельса при его переводе, измеряется против первой рабочей тяги между рабочей гранью рамного рельса и нерабочей гранью остряка (рисунок 2).



Рисунок 2 – Шаг остряка

Шаг остряка для одиночных стрелочных переводов – 152 мм (+8/–2 мм).

Переводную кривую укладывают по **ординатам**. Ординаты измеряют от рабочей грани наружного рельса прямого пути до рабочей грани наружного рельса переводной кривой (рисунок 3). Отступления от ординат допускается в сторону увеличе-

ния не более 2 мм, в сторону уменьшения – 10 мм. При этом разность отклонений в смежных точках – не более 2 мм.

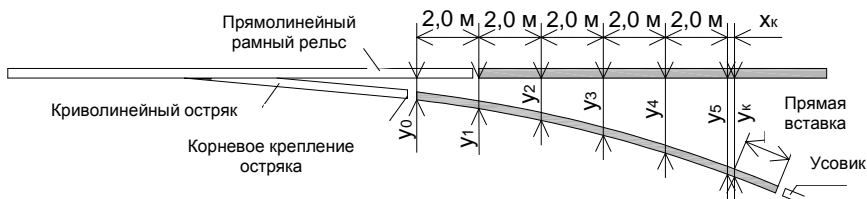


Рисунок 3 – Ординаты переходной кривой

Металлические элементы стрелочных переводов контролируют по **ширине желобов** и **износу**. Нормативные значения ширины желобов в корнях остряков, крестовине и на отводах усювиков и контррельсов представлены в таблице 2.

Таблица 2 – **Нормы содержания стрелочных переводов по ширине желобов**  
В миллиметрах

Тип стрелочного перевода	Марка крестовины	Длина остряка, мм	В корне остряка		В крестовине		На отводах усювиков и контррельсов				
			по прямому пути	по боковому пути	В горле (О)	от сечения сердечника шириной 20 до 50 мм (П)	в прямой части (Р)	в отведенной части (С)	на входах (Т)	в горле (в прямой части усювиков тупой крестовины)	
<i>Обыкновенные стрелочные переводы</i>											
P65	1/11 1/9	8300	108	108	62	46	44	64	86	–	
P50	1/11 1/9	6515	79	79	62	46	44	64	86	–	
<i>Перекрестные стрелочные переводы</i>											
P65 P50	1/9	6515	106	1224	62	45	44	64	86	45	
<i>Симметричные стрелочные переводы</i>											
P50	1/6	4340	–	115	62	46	44	64	86	–	
P50	1/6	5640	–	132	62	46	44	64	86	–	
<i>Допускаемые отклонения</i>											
Увеличение	–	–	–	–	6	2	3	5	6		
Уменьшение	–	–	–	–	2	2	2	2	2		

Нормы ширины желобов, а также допускаемого износа элементов стрелочных переводов служат для назначения их ремонта или смены.

Износ металлических частей, ширину желобов (рисунок 4) проверяют измерительными приборами, например ПШВ (рисунок 5).

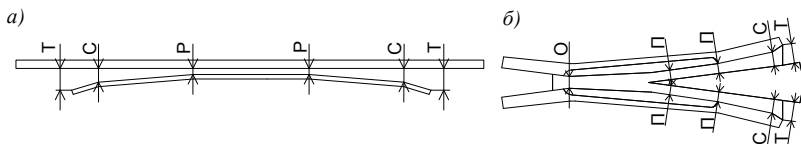


Рисунок 4 – Места промеров ширины желобов крестовины:

а – контррельса: Р – в прямой части контррельса; С – в отведенной части контррельса; Т – на входе контррельса;

б – в крестовине: О – в горле крестовины; П – от ширины сердечника 20 мм до 50 мм; С – в конце отвода усовика; Т – на выходе из усовика

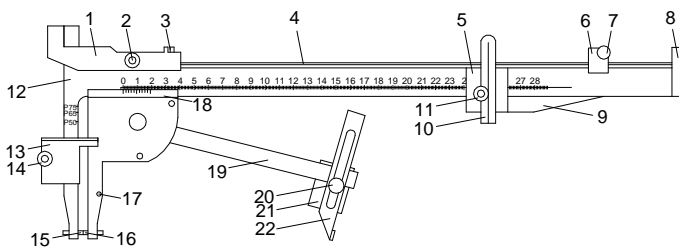


Рисунок 5 – Штангенциркуль путевой ПШВ:

1 – большая рамка; 2, 7, 11, 14, 20 – зажимное устройство; 3 – упор; 4 – глубиномер; 5 – малая рамка; 6 – ограничитель; 8 – опора; 9 – клин; 10 – движок; 12 – штанга; 13 – передвижной упор; 15, 16 – измерительные наконечники; 17 – штифт; 18 – нониус; 19 – рычаг; 21 – рамка; 22 – опорный движок

Определяют три вида износов: вертикальный, боковой и приведенный. **Вертикальный износ** – разность высот нового и изношенного рельсов по оси (рисунок 6). **Боковой износ** определяется как разность новой и уменьшенной ширины головки рельса на уровне 13 мм ниже поверхности катания (рисунок 7). **Приведенный износ** вычисляется как вертикальный износ, прибавленный к половине бокового.

**Боковой износ рамных рельсов** контролируется у острия острия и в наиболее изношенном месте. **Боковой износ остриев** контролируется в наиболее изношенном месте вне пределов боковой строжки.

**Боковой износ контррельса** контролируется шириной желоба между рельсом и контррельсом.

**Износ сердечника** крестовины измеряют посередине поверхности катания в сечении, где ширина его на уровне 14 мм от поверхности катания рав-



на 40 мм. **Износ усовиков** измеряют на расстоянии 1/4 ширины головки усовика от внутренней грани в наиболее изношенном месте – между горлом крестовины и сечением сердечника 30 мм (рисунки 8, 9).

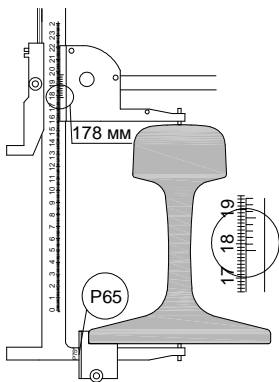


Рисунок 6 – Измерение высоты рельса

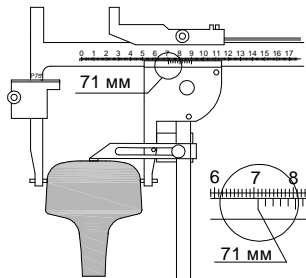


Рисунок 7 – Измерение ширины головки рельса

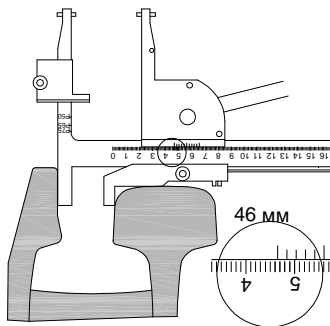


Рисунок 8 – Измерение ширины желоба контррельса

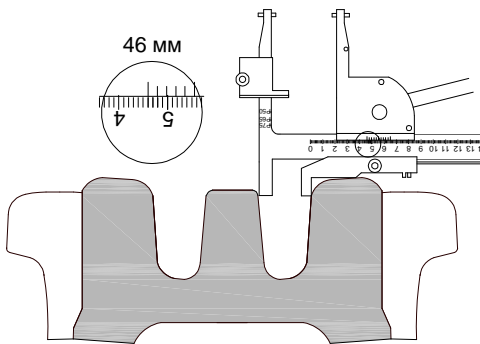


Рисунок 9 – Измерение ширины желоба крестовины

В крестовинах с сердечниками типа общей отливки с изнашиваемыми частями усовиков износ измеряют на расстоянии 1/4 ширины литой части усовика от его рабочей грани. Так как усовики в цельнолитых крестовинах и литая часть крестовины типа общей отливки с изнашиваемыми частями усовиков имеют подуклонку 1/20, то из измеренной величины вычитают повышение края усовика, равное 2 мм. Если измерение производится от уровня средней части усовиков цельнолитых крестовин, то вычитается 1 мм.

**В соответствии с требованиями ПТЭ запрещается эксплуатировать стрелочные переводы и глухие пересечения, у которых допущена хотя бы одна из следующих неисправностей:**

**1 Разъединение стрелочных острияков и подвижных сердечников крестовин с тягами** (рисунок 10). Это возможно при выпадении или разрыве болтов, соединяющих серьгу с острияком, при изломе соединительных тяг и др. В этом случае переведется один острияк, а другой останется в непереуведенном положении (т. е. оба острияка окажутся в прижатом к рамным рельсам положении), или не переведется сердечник крестовины. При таком положении острияков оба колеса колесной пары зайдут на острияки (при отсутствии неисправности: одно колесо – на острияк, второе – на рамный рельс), что может вызвать излом острияков гребнями колес и взрез стрелки и, как следствие, – сход подвижного состава.

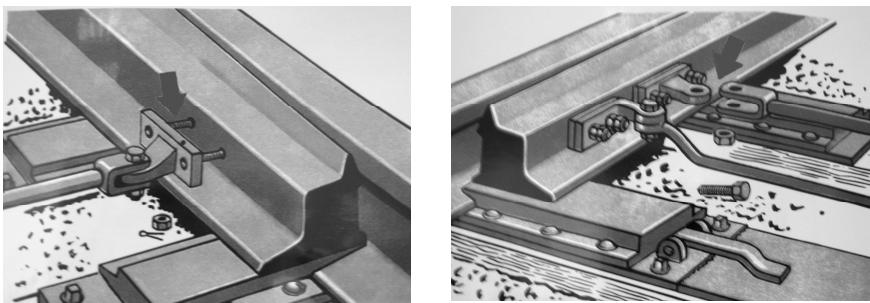


Рисунок 10 – Варианты разъединение стрелочных острияков с тягами

**2 Отставание острияка от рамного рельса, подвижного сердечника крестовины от усовика на 4 мм и более, измеряемое у острияка и сердечника тупой крестовины против первой тяги, у сердечника острой крестовины – в острие сердечника при запертом положении стрелки** (рисунок 11).

В этом случае при противошерстном движении поезда по стрелочному переводу возможен удар гребня в острияк (подвижный сердечник), что может вызвать выкрашивание острияка (подвижного сердечника), их излом и сход подвижного состава с рельсов.

**3 Выкрашивание острияка** или подвижного сердечника, при котором создается опасность набегания гребня колеса на рамный рельс, и во всех случаях выкрашивание длиной 200 мм и более на главных, 300 мм и более на приемо-отправочных и 400 мм и более на прочих станционных путях (рисунок 12). Выкрашивание острияка может произойти из-за неплотного прилегания острияка к рамному рельсу.

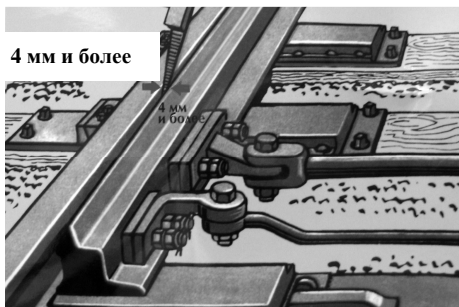


Рисунок 11 – Отставание (неприлегание) остряка от рамного рельса

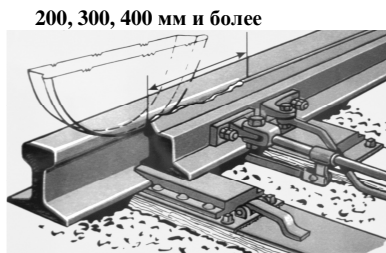


Рисунок 12 – Выкрашивание остряка

Контроль взаимного положения рамного рельса и остряка может производиться, кроме штангенциркуля, специальным шаблоном КОР (контроль остряка и рамного рельса), как показано на рисунке 13.

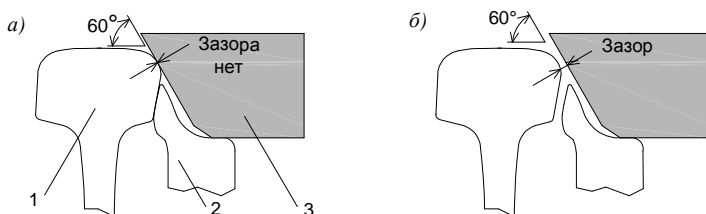


Рисунок 13 – Проверка шаблоном КОР взаимного положения остряка и рамного рельса:  
*а* – допустимое положение; *б* – недопустимое положение:  
 1 – рамный рельс; 2 – остряк; 3 – шаблон

**4 Понижение остряка против рамного рельса** и подвижного сердечника против усовика на **2 мм и более** (рисунок 14), измеряемое в сечении, где ширина головки остряка или подвижного сердечника **поверху 50 мм и более**. Такая неисправность не допускается по причине того, что при проходе колесной пары в пошерстном направлении

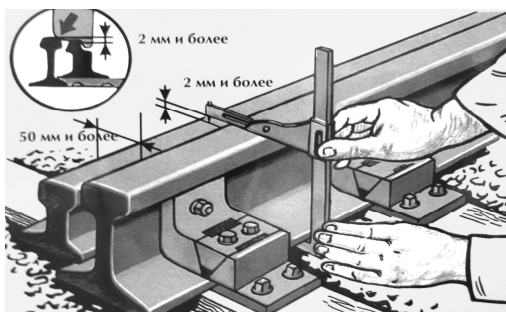


Рисунок 14 – Понижение остряка против рамного рельса

и значительном прокате колесо, идущее по пониженному острюку (сердечнику) может не подняться на рамный рельс, а отжать и даже опрокинуть его и, двигаясь не по рамному рельсу, а только по острюку (сердечнику) сойти с рельсов.

**5 Расстояние между рабочей гранью сердечника крестовины и рабочей гранью головки контррельса менее 1472 мм.** При данном расстоянии менее 1472 мм гребень колеса при прохождении вредного пространства (рисунок 15) может зайти не в тот желоб или задеть сердечник. В результате нескольких подобных ударов колесных пар при проходе подвижного состава может произойти выкрашивание или излом сердечника, а также разрыв контррельсовых болтов.

**6 Расстояние между рабочими гранями головки контррельса и усовика более 1435 мм.** Указанное расстояние не должно быть более 1435 мм, чтобы предотвратить защемление колесной пары при выходе ее из крестовины (рисунок 16). В результате нарушения данного условия – интенсивный износ рабочих граней усовика и контррельса, а также разрыв контррельсовых болтов.

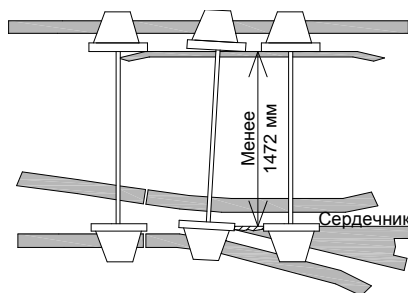


Рисунок 15 – Расстояние между рабочими гранями контррельса и сердечника

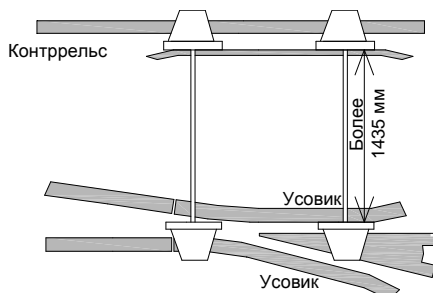


Рисунок 16 – Расстояние между рабочими гранями контррельса и усовика

**7 Разрыв контррельсового болта в одноболтовом или обоих в двухболтовом вкладыше.** В этом случае нагрузка на оставшиеся болты увеличивается, вследствие чего они могут быть разорваны. В таком состоянии контррельс, не обладая необходимой надежностью, не будет обеспечивать нужное направление колесных пар при прохождении их по вредному пространству (рисунок 17).

**8 Излом острюка или рамного рельса** (рисунок 18).

**9 Излом крестовины** (сердечника, усовика или контррельса).

**10 Вертикальный износ рамных рельсов, острюков, усовиков и сердечников крестовин** не допускается более, чем указано в таблице 3.

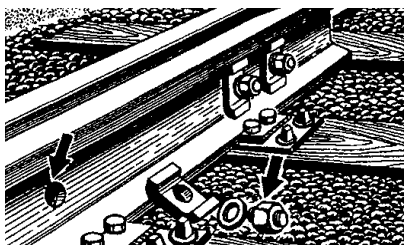


Рисунок 17 – Разрыв контрольных болтов



Рисунок 18 – Излом остряка, рамного рельса

Таблица 3 – **Нормы вертикального износа основных элементов стрелочных переводов**

В миллиметрах

Тип стрелочного перевода	Элемент	Наименование путей	Скорость движения поездов, км/ч		
			до 100	101–120	120–160
Р65	Рамный рельс Остряк	Главные	8	6	5
		Приемо-отправочные	10	–	–
		Прочие	12	–	–
	Сердечник Усовик	Главные	6	5	5
		Приемо-отправочные	8	–	–
		Прочие	10	–	–
Р50	Рамный рельс Остряк	Главные	8	4	–
		Приемо-отправочные	10	–	–
		Прочие	12	–	–
	Сердечник Усовик	Главные	6	5	–
		Приемо-отправочные	8	–	–
		Прочие	10	–	–
Р43	Рамный рельс Остряк	Главные	6	–	–
		Приемо-отправочные	8	–	–
		Прочие	10	–	–
	Сердечник Усовик	Главные	6	–	–
		Приемо-отправочные	8	–	–
		Прочие	10	–	–

Один раз в месяц, с 1 по 10 числа каждого месяца проводится **осмотр станции**, который назначается начальником станции.

Осмотр станции проводится, как правило, одной комиссией под председательством начальника железнодорожной станции либо заместителя начальника станции, исполняющего его обязанности.

**Основными задачами осмотра станции** являются: выявление неисправностей технических устройств станции; определение сроков устранения неис-

правностей технических устройств станции; осуществление контроля за устранением выявленных неисправностей технических устройств станции.

Постоянными членами комиссии являются: дорожный мастер; старший электромеханик СЦБ, старший электромеханик связи (на станциях внеклассных, 1-го и 2-го класса); электромеханик СЦБ, электромеханик связи (на станциях 3–5-го классов); представитель района электроснабжения или района контактной сети (на электрифицированных участках), определенный начальником дистанции электроснабжения.

Обязательному осмотру на станции подлежат главные и приемо-отправочные пути, стрелочные переводы и другие устройства на главных и приемо-отправочных путях. Техническое состояние устройств пути, СЦБ, связи, контактной сети проверяется специалистами дистанций пути, СЦБ, связи, электроснабжения на соответствие требованиям, установленным нормативными актами по их текущему содержанию.

Результаты осмотра станции заносятся в журнал осмотра станции формы ДУ-46 и заверяются подписями председателя комиссии и членов комиссии. Заполнение журнала осмотра станции формы ДУ-46 производится с выполнением обязательного порядка записи: техническое устройство станции (путь, стрелочный перевод, устройства СЦБ, связи или электроснабжения), выявленная неисправность этого технического устройства станции (параметры, размеры); мероприятия по устранению выявленной неисправности (способ устранения); должность лица, ответственного за устранение выявленной неисправности; согласованный срок устранения выявленной неисправности; дата устранения, подпись исполнителя и дежурного по станции.

Обнаруженные неисправности технических устройств станции, угрожающие безопасности движения поездов и требующие прекращения движения поездов по данным устройствам, устраняются немедленно в ходе осмотра станции, а при невозможности их немедленного устранения производится закрытие неисправных устройств в установленном порядке.

### **Контрольные вопросы**

1 Порядок содержания одиночных стрелочных переводов по ширине колеи и уровню. Места контрольных промеров.

2 Шаг остряка, порядок промера, нормы содержания.

3 Ординаты переводной кривой, порядок промера, нормы содержания.

4 Желоба на стрелочном переводе, порядок промера, нормы содержания.

5 Износ металлических частей стрелочного перевода, порядок определения.

6 Неисправности стрелочного перевода, с которыми, согласно ПТЭ, запрещается эксплуатация.

7 Неисправности стрелочного перевода, связанные с взаимным положением рамного рельса и остряка, причины появления и последствия.

8 Неисправности стрелочного перевода в крестовине, причины появления и последствия.

9 Порядок проведения месячных осмотров на станции.

10 Состав комиссии для проведения месячных осмотров станций.

## ПОСТОЯННЫЕ ПУТЕВЫЕ ОБУСТРОЙСТВА НА СТАНЦИЯХ

**Содержание работы:** устройство и назначение съездов, стрелочных улиц, совмещения и сплетения путей, глухих пересечений и двойных перекрестных стрелочных переводов; устройства путевого заграждения.

Для перевода подвижного состава с одного пути на другой используют несколько стрелочных переводов. Эта конструкция носит название – **съезд**. На железных дорогах существуют **одиочные** и **перекрестные** съезды.

Длина съезда между двумя параллельными путями зависит от длины перевода, марки крестовины и расстояния между осями путей. Обычно при расстоянии между соседними путями не более 7,00 м соединительный путь между обоими переводами съезда делается прямым (рисунок 1). Ось его наклонена к осям параллельных путей под углом крестовины. Съезд не занимает в длину очень большого протяжения.

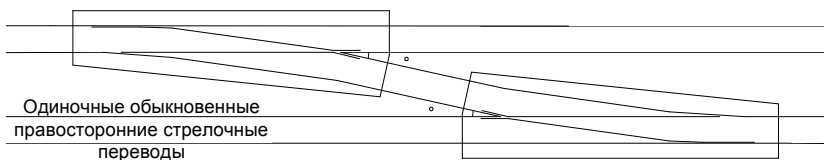


Рисунок 1 – Обыкновенный съезд

Если же расстояние между параллельными путями велико, что нередко бывает на станциях, то для того, чтобы съезд не выходил слишком длинным, соединительный путь между крестовинами переводов устраивают в виде двух обратных кривых с небольшою прямою вставкою между ними. Тогда получается устройство, называемое сокращенным съездом (рисунок 2).

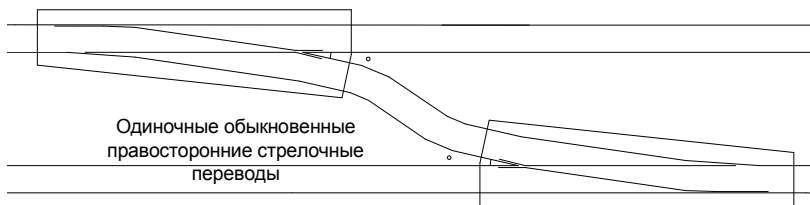


Рисунок 2 – Сокращенный съезд

В целях сокращения протяжения, занимаемого съездами, два одиночных перевода противоположного направления, ответвляющиеся в разные стороны от главного пути, могут быть заменены перекрестным стрелочным переводом одиночным или двойным, в зависимости от того, должна ли быть предоставлена возможность прохода по перекрестному переводу по всем направлениям или только по некоторым. Таким образом, два одиночных съезда можно заменить перекрестным съездом (рисунок 3), при устройстве которого кроме одиночных обыкновенных стрелочных переводов, непосредственно для пересечения путей необходимо применение перекрестного стрелочного перевода или глухого пересечения.

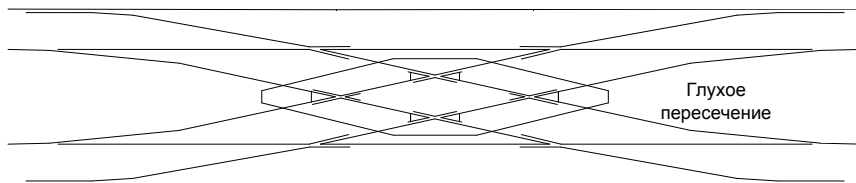


Рисунок 3 – Перекрестный съезд

Последовательно уложенные на одном пути стрелочные переводы, ведущие на несколько примыкающих путей, образуют **стрелочную улицу**. С использованием стрелочных улиц поезда, следующие по главному пути перегона, могут приниматься на любой приемо-отправочный путь станции. Стрелочные улицы также позволяют осуществлять маневры по перестановке вагонов с одного пути на другой через вытяжной путь.

Простейшими являются стрелочные улицы *под углом крестовины* (рисунок 4) и *расположенные на основном пути* (рисунок 5). Их достоинством является хорошая видимость вагонов и локомотивов машинистами, составителями поездов, кондукторами, дежурными по стрелочным постам. Однако при большом числе путей длина таких улиц растет. Поэтому простейшие стрелочные улицы применяют при наличии 4–5 путей.

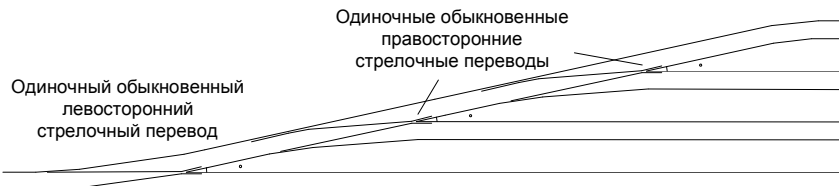


Рисунок 4 – Стрелочная улица под углом крестовины



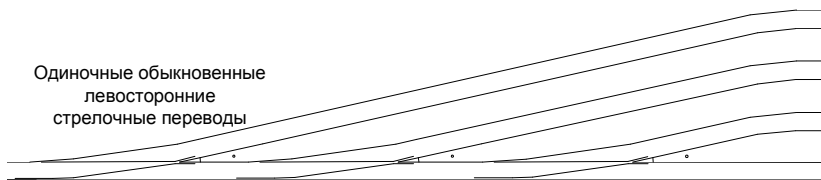


Рисунок 5 – Стрелочная улица, расположенная на основном пути

При большем числе путей применяют комбинированные стрелочные улицы (рисунок 6), в которых для сокращения общей протяженности увеличивают угол наклона путей к главному пути.

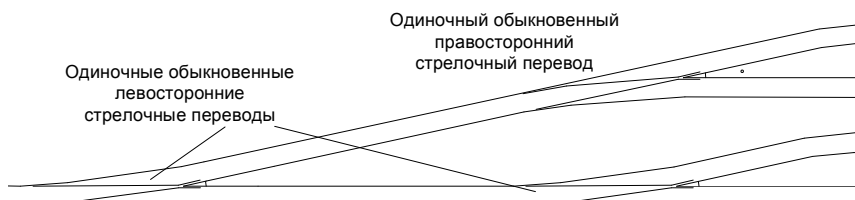


Рисунок 6 – Комбинированная стрелочная улица

**Совмещение колеи** в три нитки (рисунок 7) возможно, когда разность между узкой и широкой колеями достаточна для размещения и закрепления рельсов. Его чаще устраивают в стесненных условиях при подводе к складам перегрузки дорог широкой и узкой шириной –  $\text{Ш}_1$  и  $\text{Ш}_2$  соответственно.

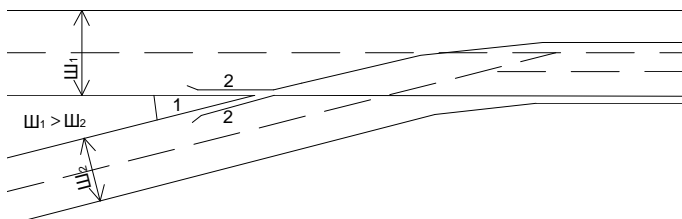


Рисунок 7 – Совмещение колеи:  
1 – сердечник; 2 – усовик; 3 – контррельс; 4 – остряк

**Сплетение путей** (рисунок 8) применяют в случаях, когда точное совмещение путей при малой разности между колеями невозможно, а укладка остряка нежелательна.

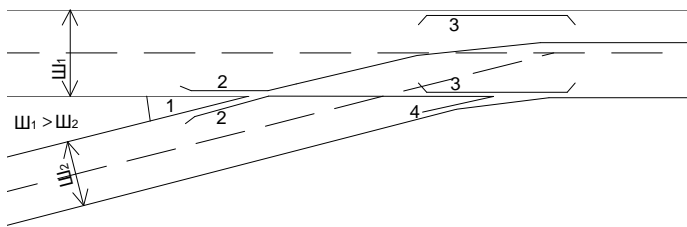


Рисунок 8 – Сплетение путей:  
1 – сердечник; 2 – усовик

**Глухие пересечения** (рисунок 9) устраивают при пересечении путей, когда не требуется переход подвижного состава из одной колеи в другую.

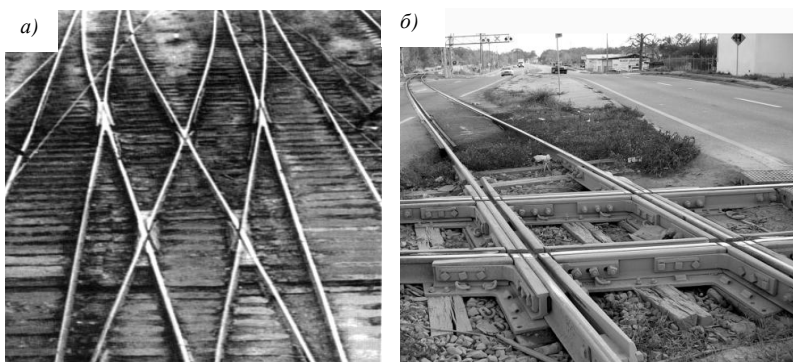


Рисунок 9 – Глухое пересечение:  
а – косоугольное в составе перекрестного съезда; б – прямоугольное

Наиболее распространены глухие пересечения марок 2/11, 2/9, 2/6, у которых угол пересечения равен двойному углу крестовины обыкновенного или симметричного перевода – **косоугольные** (рисунок 10) глухие пересечения. Также глухие пересечения устраиваются под прямым углом, тогда их называют **прямоугольными** (рисунок 11).

В косоугольном глухом пересечении имеются две тупые и две острые крестовины с контррельсами. Тупые крестовины состоят из двух сердечников, контррельса и усовика.

Расстояние между математическим центром тупой крестовины и остриями сердечников называют **вредным пространством**. Для прохода вредного пространства колесо направляется контррельсом в нужный желоб только на части вредного пространства.

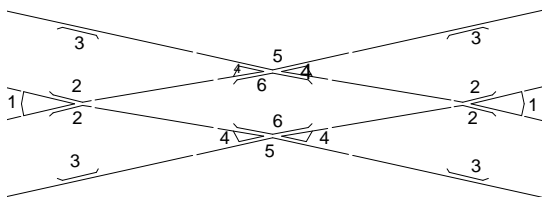


Рисунок 10 – Схема косоугольного глухого пересечения:

- 1 – сердечник острой крестовины; 2 – усовик острой крестовины; 3 – контрорельс острой крестовины; 4 – сердечник тупой крестовины; 5 – усовик тупой крестовины; 6 – контрорельс тупой крестовины

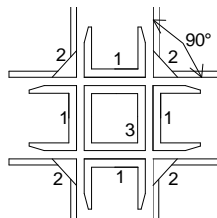


Рисунок 11 – Схема прямоугольного глухого пересечения:

- 1 – контрорельс; 2 – сердечник; 3 – контурно-замкнутый контрорельс

**Перекрестные стрелочные переводы** (рисунок 12) применяют на станциях со стесненными условиями, так как они заменяют два обыкновенных (длина перекрестного на 35–37 м меньше длины двух обыкновенных стрелочных переводов). Наиболее распространен перевод марки 1/9 типа Р65 и Р50.

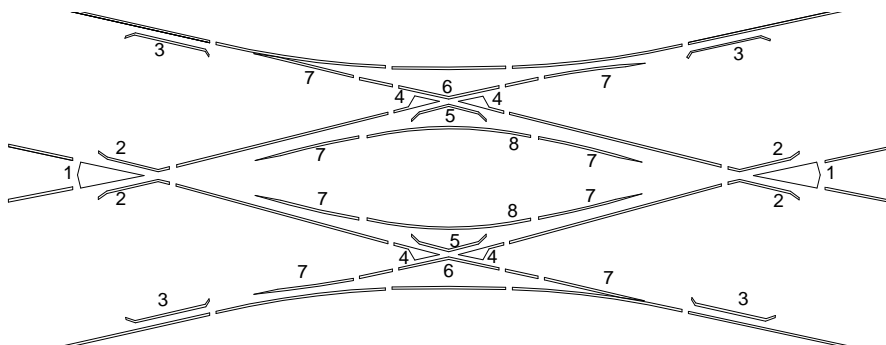


Рисунок 12 – Схема двойного перекрестного стрелочного перевода:

- 1 – сердечник острой крестовины; 2 – усовик острой крестовины; 3 – контрорельс острой крестовины; 4 – сердечник тупой крестовины; 5 – усовик тупой крестовины; 6 – контрорельс тупой крестовины; 7 – остряк; 8 – наружная нить переводной кривой

Такие переводы допускают пересечение двух путей, включают в себя четыре пары остряков, две острые крестовины марки 1/11 и две тупые крестовины. Остряки соединены стрелочными тягами попарно. Четыре стрелки располагаются по одной на каждом из четырех направлений. По каждому перекрестному переводу подвижной состав может двигаться по четырем маршрутам в двух направлениях.

Для устранения возможных случайных выходов подвижного состава на пути, по которым осуществляется организованное движение поездов, без ведома ДСП (дежурного по станции), применяются **устройства путевого заграждения: сбрасывающие башмаки** (рисунок 13) и **сбрасывающие стрелки**. Эти устройства в заграждающем положении не должны допускать выхода поезда или подвижного состава с путей, на которых они установлены.

На немеханизированных сортировочных горках скорость движения поездов регулируется *тормозными башмаками*, которые укладывают на рельсы перед движущимися вагонами. При накатывании колеса на башмак происходит торможение последнего, сбрасывание башмака происходит на **башмакосбрасывателе** (рисунок 14).



Рисунок 13 – Сбрасывающий башмак



Рисунок 14 – Башмакосбрасыватель

**Сбрасывающая стрелка** или **сбрасывающий остряк** – стрелочный перевод без крестовины (рисунки 15, 16), в котором безопасное движение подвижного состава предусмотрено только по одному из направлений (по прямому или боковому пути).



Рисунок 15 – Сбрасывающая стрелка



Рисунок 16 – Сбрасывающий остряк

Для предотвращения заезда на занятый путь стрелка (остряк) устанавливается в направлении, где отсутствует железнодорожная колея – на «сброс». В этом случае при движении по стрелочному переводу, установленному на «сброс», происходит преднамеренный сход («сброс») подвижного состава с рельсов, чем достигается надежная охрана основного маршрута (пути). Для пропуска подвижного состава сбрасывающую стрелку/остряк переводят в положение, которое обеспечит проход состава. Как правило, сбрасывающие стрелки (остряки) самоотводящиеся, то есть после прохода состава с выдержкой 10–15 с автоматически переводятся в положение «на сброс».

У главных путей устанавливаются **сигнальные и путевые знаки**. У стрелочных переводов и в других местах соединения путей устанавливаются **предельные столбики**. Для указания границ железнодорожной полосы отвода, а также для обозначения на поверхности земли скрытых сооружений земляного полотна устанавливаются **особые знаки**.

Сигнальные знаки устанавливаются с правой стороны по направлению движения, а путевые – с правой стороны по счету километров на расстоянии не менее 3100 мм от оси крайнего пути. В выемках (кроме скальных) и на выходах из них (на длине 100 м) путевые и сигнальные знаки устанавливаются за пределами кюветов и лотков с полевой стороны.

Предельные столбики устанавливаются посередине междупутья в том месте, где расстояние между осями сходящихся путей составляет 4100 мм. На существующих станционных путях, по которым не обращается подвижной состав, допущенный к обращению по путям общей сети железных дорог СНГ и стран Балтии, разрешается сохранить расстояние 3810 мм. На перегрузочных путях с суженным междупутьем предельные столбики устанавливаются в том месте, где ширина междупутья достигает 3600 мм.

### Контрольные вопросы

- 1 Обыкновенный съезд, назначение, элементы, особенности устройства.
- 2 Сокращенный съезд, назначение, элементы, особенности устройства.
- 3 Перекрестный съезд, назначение, элементы, особенности устройства.
- 4 Стрелочная улица, назначение, виды, особенности устройства.
- 5 Совмещение и сплетение колеи, назначение, особенности устройства.
- 6 Глухое пересечение, назначение, виды.
- 7 Прямоугольное глухое пересечение, элементы, особенности устройства.
- 8 Косоугольное глухое пересечение, элементы, особенности устройства.
- 9 Тупая крестовина, элементы, особенности устройства.
- 10 Перекрестный стрелочный перевод, элементы, особенности устройства.
- 11 Устройства путевого заграждения. Виды, назначения.
- 12 Сбрасывающий башмак, назначение, принцип работы.
- 13 Башмакосбрасыватель, назначение, принцип работы.
- 14 Сбрасывающая стрелка (остряк), назначение, принцип работы.

## ПУТЕВЫЕ МАШИНЫ И МЕХАНИЗМЫ

**Содержание работы:** устройство, назначение и принцип действия путевых машин различного типа и электрического и гидравлического путевого инструмента.

Одно из главных направлений усовершенствования системы ведения путевого хозяйства – оснащение путевого хозяйства новыми современными комплексами путевых машин и переход в связи с этим на новые технологии работ, развитие базы путевых машинных станций для нормального функционирования ремонтных предприятий и выполнения ремонтной программы в установленных объемах.

По **назначению** путевые машины и механизмы делятся на группы:

- для ремонта земляного полотна (путевые струги, дренажные и уборочные машины);
- балластировки пути (балластеры, путеподъемники, тракторные дозировщики);
- очистки балластного слоя (щебнеочистительные машины);
- укладки пути (рельсоукладчики, путеукладчики);
- уплотнения балласта и выправки пути (шпалоподбивочные, выправочно-подбивочно-рихтовочные (отделочные) машины);
- очистки и уборки снега (плуговые и роторные снегоочистители и снегоуборочные машины);
- сварки рельсов;
- контрольно-измерительные (путеизмерительные и дефектоскопные вагоны, автомотрисы и тележки);
- транспортные и погрузочно-разгрузочные средства для путевых работ (саморазгружающиеся вагоны, дрезины, мотовозы);
- машины звеносборочных баз (звеносборочные и звеноразборочные линии).

По **способу выполнения работ** различают машины тяжелого и легкого типов.

По **виду ходового оборудования** различают машины на железнодорожном и гусеничном ходу.

По **типу привода рабочих органов** различают машины с электрическим, пневматическим и гидравлическим приводами, а также с двигателем внутреннего сгорания с механической передачей.

**Машины для ремонта земляного полотна.** Для ремонта и содержания земляного полотна используются как специально созданные машины (путевые струги, думпкары, машины для сооружения продольных и поперечных дренажей, нарезки и очистки кюветов), так и общестроительная техника (экскаваторы, землеройно-транспортные машины, стреловые краны, автосамосвалы и др.).

**Машина для ремонта земляного полотна МКТ** (рисунок 1) выполняет следующие технологические операции:

– очистка, углубление, расширение и устройство новых кюветов, поперечных и продольных траншей;



Рисунок 1 – Машина для ремонта земляного полотна МКТ

– планировка откосов и площадок междупутья плугом (рисунок 2);  
– нарезание ротором новых и углубление старых траншей (рисунок 3);  
– выгрузка добытого грунта в состав для засорителей (механизированные вагоны, прицепленные к машине, или другой подвижной состав на соседнем пути) или в отвал за бровку верхнего откоса кювета.



Рисунок 2 – Планировка откосов плугом



Рисунок 3 – Поворотный орган МКТ

Основные рабочие органы: плуг для планировки откосов и поворотный ротор для вырезки грунта, который поворачивается дополнительно вокруг своей вертикальной оси, изменяя нарезаемый профиль.

**Путевые струги** (рисунок 4) предназначены для выполнения следующих работ летом: очистка и нарезка кюветов; срезка откосов в выемках; планировочные работы при постройке вторых путей; срезка и разравнивание земли и балласта.



Рисунок 4 – Нарезка кюветов путевым стругом

**Электробалластеры** (рисунок 5) применяют для дозировки балласта и подъёмки пути. В процессе дозировки балласта при разравнивании его по рельсошпальной решетке слоем определенной толщины выгруженный на обочину и междупутье балласт электробалластер перемещает на путь.



Рисунок 5 – Электробалластер-ЗМК

**Электробалластер-ЗМК** предназначен для использования при подъёмном, среднем и капитальном ремонтах пути с рельсами и шпалами всех типов, а также для выполнения следующих работ: дозировка балласта по



длине пути и ширине балластной призмы; подъемка пути или непрерывное вывешивание рельсошпальной решетки на ходу; сдвигка путевой решетки в плане; устранение неровностей пути в плане; динамическая стабилизация пути; рыхление балласта под путевой решеткой; срезка и планировка обочин земляного полотна; грубая оправка откосов балластной призмы; уплотнение откосов; рихтовка.

**Планировщик балласта ПБ** – самоходная машина (рисунок 6), предназначена для планирования и перераспределения балласта в продольном и поперечном профилях пути при всех видах ремонта, строительстве и текущем содержании пути.



Рисунок 6 – Быстроходный планировщик ПБ-01

**Машины для очистки щебня.** Щебнеочистительные машины высокой производительности с малой глубиной очистки создавались с целью обеспечения повышенной выработки в технологическое «окно». Они имели вырезающие пассивные рабочие органы в виде подрезных ножей и подгробных крыльев и центробежные очистительные устройства. Конструктивно эти машины выполнялись в прицепном варианте на железнодорожном ходу с тяговой единицей в виде тепловоза при работе без снятия рельсошпальной решетки ЩОМ-Д, ЩОМ-ДО, ЩОМ-4, ЩОМ-4М, а также на комбинированном ходу с тракторной тягой при работе со снятой рельсошпальной решеткой (машина БМС).

В настоящее время на дорогах применяют машины для замены и глубокой очистки щебеночного балласта на глубину до 1,0 м (RM-80, RM-76, СЧ-600, СЧ-601, СЧУ-800).

**Щебнеочистительная машина RM-80 UHR** фирмы «Plasser & Theurer» (Австрия) выполнена в самоходном варианте и предназначена для работы на путях и стрелочных переводах, а также для вырезки старого песчаного балласта и выполнения работы по подъемке пути на щебень.



Рисунок 7 – Выгребное устройство машины RM-80

Машина вырезает балласт на глубину до 1000 мм ниже уровня головки рельса (рисунок 7) и подает отходы очистки за пределы пути на расстояние до 7 м (рисунок 8) или грузит их в вагоны, стоящие как за машиной, так и на соседнем пути. Щебнеочистительная машина RM-80 UHR имеет сварную раму, выполненную из профильного проката, способную воспринимать ударные и тяговые нагрузки до 2000 кН, что в сочетании с установкой тяговых приборов стандартной конструкции позволяет

включать эти машины в любое место поезда.



Рисунок 8 – Щебнеочистительная машина RM-80 UHR

**Машины для замены путевой решетки.** Эти машины предназначены для укладки и разборки путевой решетки при строительстве и ремонте путей. Звеньевые путеукладчики бывают трех типов: на железнодорожном ходу, тракторные (ПБ-3 и ПБ-3М) и легкие порталные (ПУ-4).

При ремонте и строительстве железных дорог применяют **укладочные краны УК-25/9-18** (рисунок 9). Кран состоит из следующих частей: плат-

формы, металлоконструкции, грузоподъемного оборудования, гидропривода и кранового электрооборудования. Платформа смонтирована на двух трехосных тележках, у которых две крайние оси приводные. Укладочный кран служит для укладки и разборки звеньев длиной 25 м с железобетонными шпалами (рисунок 10), которые перевозятся на четырехосных платформах (рисунок 11), оборудованных унифицированным съемным оборудованием УСО (портальная рама) и роликовым транспортером.



Рисунок 9 – Укладка звеньев путеукладочным краном УК-25/9-18



Рисунок 10 – Смена рельсошпальной решетки путеукладочными кранами УК-25/9-18

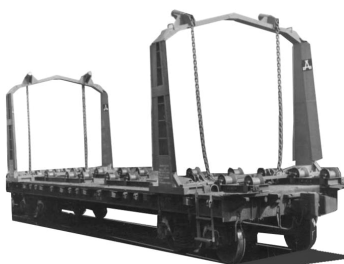


Рисунок 11 – Платформа для транспортировки звеньев

Производительность крана на пути составляет: 1000 м/ч с деревянными шпалами, 750 м/ч с железобетонными шпалами. Скорость передвижения крана в рабочем режиме – 5 км/ч.

**Машины для уплотнения балластной призмы, выправки и отделки пути.** Для механизации подбивочно–выправочных и отделочных работ применяют выправочно-подбивочно-отделочные машины непрерывного действия типа ВПО (ВПО-3000, ВПО-3-3000).

В настоящее время на дорогах эксплуатируются выправочно-подбивочно-рихтовочные машины циклического действия: магистральные типа ВПР (ВПР-1200, ВПР-02, ВПР-03, ВПР-08, ВПР-09 и др.) и универсальные (для пути и стрелочных переводов) типа ВПРС (ВПРС-500, ВПРС-02, ВПРС-10, Unimat и др.); непрерывно-циклического действия («Duomatic 09-32 CSM») российского производства и австрийской фирмы «Plasser & Theurer».

В 2006 году на Белорусской железной дороге введена в эксплуатацию выправочно-подбивочно-рихтовочная машина – выправочный экспресс ВПР–09–3Х австрийской фирмы «Plasser & Theurer».

**Выправочно-подбивочно-отделочная машина ВПО-3000** – отечественная машина непрерывного действия производительностью до 3000 м/ч (рисунок 12), за один проход выполняет несколько операций: чистовая дозировка балласта; подъемка пути с его выправкой по высоте, уровню и в плане; объемное уплотнение балластной призмы и ее откосов; планировка балластной призмы (рисунок 13).



Рисунок 12 – Выправочно-подбивочно-отделочная машина ВПО-3000



Рисунок 13 – Планировщик откосов и виброплита машины ВПО-3000

**Выправочно-подбивочно-рихтовочная машина ВПР-09.** Эта машина (рисунок 14) подготовлена для дополнительной установки устройства синхронной трехточечной подъемки.



Рисунок 14 – Выправочно-подбивочно-рихтовочная машина ВПР-09

Машина оснащена разрезными подбивочными блоками (split-head) для одновременной подбивки двух шпал, пригодных для эксплуатации на пути (рисунок 15) в один рабочий проход. Имеется возможность опускания этих блоков по отдельности и вместе. Оснащена подбивочными блоками с восьмью подбойками, откидываемыми по отдельности; комбинированным лазером HRL для измерения положения пути по уровню и в плане; автоматическим управляющим компьютером ALC; уплотнителем торцов шпал.



Рисунок 15 – Подбивочный блок ВПР

**Подбивочный экспресс 09-3X** фирмы «Plasser & Theurer», предназначен для комплексной выправки (в продольном, поперечном профиле и в плане с одновременным уплотнением балласта под шпалами и за торцами шпал) и стабилизации пути. Машина самоходная как в рабочем, так и в транспортном режимах, непрерывно-циклического действия. Установлены блоки для подбивки до трех шпал одновременно (рисунок 16), уплотнители торцов шпал, динамический стабилизатор пути, подъемно-рихтовочное устройство, щетки для очистки шпал и рельсов, система измерения положения пути в плане и профиле.



Рисунок 16 – Подбивочный блок ВПП-09-3X

Экспресс 09-3X имеет преимущества по сравнению с машиной ВПП-09: более высокая производительность; продолжительность рабочего цикла подбивки в 1,1 раза дольше, что позволяет повысить устойчивость пути, увеличить время нахождения его в стабильном состоянии; возможность подбивки одной, двух или трех шпал (работа одним блоком дает возможность пробивать подходы к узким местам около светофоров и других устройств СЦБ); объединение функций выправки и стабилизации позволяет сократить время «окна».

Работая в автоматическом режиме, машина выполняет выправку, подбивку, рихтовку и стабилизацию пути с высокой производительностью и высоким качеством. Все операции выполняются комплексно и последняя из них – динамическая стабилизация пути, дает конечный результат работы, который контролируется лазерной установкой и бортовым компьютером.

Использование машины ВПП-09-3X позволило значительно улучшить состояние пути и обеспечить параметры плана и профиля пути, соответствующего нормам скоростного движения, необходимых для повышения скорости и обеспечения большей комфортности для пассажиров.

**Динамические стабилизаторы пути ДПС, ДГС** (рисунок 17) производят искусственное осаживание путевой решетки под действием вибраций, сочетающихся с вертикальным прижимом, ускоряют стабилизацию балластного слоя в подшпальной зоне, производя также и глубокое уплотнение балласта.



Рисунок 17 – Динамический стабилизатор пути ДСП-С4

**Снегоуборочные машины** предназначены для уборки снега и засорителей с путей и стрелочных переводов. **Снегоуборочная машина СМ-2** (рисунок 18) предназначена для очистки от снега и засорителей станционных путей, стрелочных переводов и горловин железнодорожных станций, с погрузкой в кузов и механизированной выгрузкой в отведенных местах. Выгрузка может производиться и непосредственно при работе машины (без загрузки кузова) через 2–3 пути в левую или правую сторону от оси пути.



Рисунок 18 – Самоходная снегоуборочная машина СМ-2

**Струги-снегоочистители** (рисунок 19) предназначены для выполнения следующих работ зимой: очистка путей от снега на перегонах при правопутном или левопутном движении; очистка станционных путей от снега, сколка льда на путях; отвалка снега в местах выгрузки снеговых составов; вскрытие кюветов от снега для пропуска весенних вод, удаление снега из выемок небольшой протяженности.



Рисунок 19 – Струг-снегоочиститель СС-1М

**Рельсосварочные машина ПРСМ** (рисунок 20) предназначены для восстановления целостности (сварки) рельсовой плети в пути. Сварка плети выполняется электроконтактным способом.



Рисунок 20 – Машина для сварки рельсов в пути ПРСМ-4

**Рельсошлифовальный поезд РШП-48** (рисунок 21) предназначен для восстановления формы головок рельсов, удаления волнообразных неровностей и дефектного слоя металла на рабочих поверхностях головок рельсов Р50, Р65, Р75 с любыми типами их скрепления колеи 1520 мм.



Рисунок 21 – Рельсошлифовальный поезд РШП-48

Поезд состоит из четырех секций, сцепленных между собой беззазорными шарнирами: одной тягово-энергетической секции и трех шлифующих.

**Хоппер-дозаторы системы ЦНИИ.** Хоппер-дозатор ЦНИИ-ДВЗ-М (рисунок 22) представляет собой четырехосный полувагон специальной конструкции. Предназначен для перевозки и механизированной выгрузки в путь балласта слоем заданной высоты.





Рисунок 22 – Хоппер-дозатор системы ЦНИИ-ДВЗ-М

**Путевой инструмент** – применяемые на железнодорожном транспорте простые приспособления и ручные машины при ремонте, строительстве и текущем содержании железнодорожных путей.

Путевые инструменты широко используются при текущем содержании и ремонтах пути. Применяются они в тех случаях, когда невозможно или экономически нецелесообразно использовать высокопроизводительные путевые машины из-за малых объемов работ, их разбросанности и т.д.

В путевом хозяйстве используются механизмы и инструменты следующих видов: **электрические, гидравлические и ручные**. Некоторые инструменты имеют автономные двигатели внутреннего сгорания.

К ручным инструментам относятся: ломы, в том числе лапчатые для вытаскивания костылей из шпал и брусьев, молотки для забивки костылей, ключи различной формы для стыковых, клеммных и закладных болтов, винтовые домкраты, подбойки, рычажные приборы для рихтовки пути, шпальные и рельсовые клещи, лопаты и скребки, тележки различных видов и др.

Путевым инструментом производятся следующие виды работ:

- подбивка шпал – с помощью ручных и электрических вибрационных шпалоподбоек;
- завинчивание и отвинчивание гаек болтов рельсовых креплений – при небольшом объеме работ используют ручные гаечные ключи, в других случаях применяют электрические ударно-импульсивные путевые ключи;
- закручивание и откручивание путевых шурупов – шурупвертом непрерывного действия, довертывание – ручным торцевым ключом;
- сверление отверстий в рельсах – с помощью электрического рельсосверлильного станка, для закаленных рельсов используется рельсосверлильный станок с автоматической подачей сверла;
- резка рельсов – для обыкновенных рельсов применяют рельсорезный станок с ножовочным полотном, для закаленных рельсов – рельсорезный станок с абразивным кругом, работающий от бензинового двигателя;
- шлифовка рельсов и крестовин – для шлифования поверхности катания наплавленных концов рельсов используют электрическую переносную рель-

сошлифовалку с шлифовальным абразивным кругом, для снятия боковых накатов на рельсах и шлифования острияков и крестовин – рельсошлифовальный станок на тележке;

– забивка и выдергивание костылей – электрическим костылезабивщиком и двухступенчатым костылевыводителем;

– подъемка рельсо-шпальной решетки – применяется при подбивке шпал с помощью ручного гидравлического домкрата;

– сдвигка рельсо-шпальной решетки и рихтовка пути – с помощью моторного гидравлического рихтовщика и ручного рихтовочного прибора;

– разгонка рельсовых зазоров – ручным гидравлическим разгонщиком.

Все **электрические** инструменты имеют одинаковую конструктивную схему: электродвигатель, соединенный с рабочим органом при помощи редуктора или напрямую, корпус, устройство для включения и выключения, кабель для соединения с источником питания.

**Электрошпалоподбойка** (рисунок 23) используется для уплотнения балласта под шпалами в тех случаях, когда невозможно или экономически нецелесообразно использовать большие путевые машины непрерывного действия из-за малых объемов работ, их разбросанности и т.д.

**Рельсошлифовальный станок** (рисунок 24) предназначен для профильной обработки головки рельса от поверхности катания до боковых граней.

**Костылезабивщик** (рисунок 25) – для забивки костылей в шпалы.



Рисунок 23 – Электрошпалоподбойка ЭШП-09



Рисунок 24 – Рельсошлифовальный станок СЧРА



Рисунок 25 – Костылезабивщик ЭПК

**Рельсоверлильный станок** (рисунок 26) – для сверления отверстий под стыковые болты в объемно-закаленных и незакаленных рельсах.

В качестве режущего инструмента используются сверла с креплением винтами сменных многогранных твердосплавных пластин.

**Ключ путевой универсальный КПУ** (рисунок 27) – для завинчивания и

отвинчивания гаек стыковых, клеммных и закладных болтов.

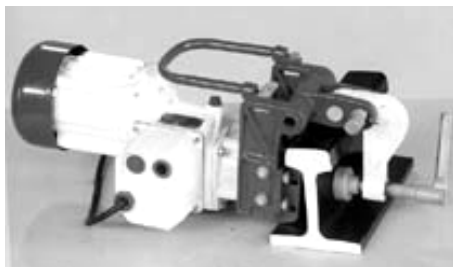


Рисунок 26 – Станок рельсоверлильный СТР-1



Рисунок 27 – Ключ путевой универсальный КПУ

**Рельсорезный станок** предназначен для поперечной резки рельсов. Рельс разрезается ножовочным полотном (рисунок 28), закрепленным в раме, которая совершает возвратно-поступательное движение. Для прижатия полотна к рельсу используются грузы различной массы. Также для резки рельсов может использоваться рельсорезный станок с двигателем внутреннего сгорания, в котором резание осуществляется с помощью абразивно-отрезного устройства (рисунок 29).



Рисунок 28 – Станок рельсорезный РМ-5ГМ



Рисунок 29 – Станок рельсорезный РР-80

**Гидравлические инструменты** значительно выигрывают в силе по сравнению с рычажными. При перемещении рукоятки гидравлического насоса усилием одного человека может быть создана подъемная сила (распорное усилие) до 250 кН.

Принцип действия гидравлических путевых инструментов заключается в том, что перекачиваемое насосом масло из резервуара в рабочий цилиндр

создает избыточное давление, под действием которого шток (поршень) вместе с рабочим органом перемещается в цилиндре и создает подъемное (распорное) усилие.

**Гидравлические домкраты** (рисунок 30) широко применяются в путевых работах для подъема рельсошпальной решетки во время работ по ремонту или замене элементов верхнего строения пути, для выправки рельсошпальной решетки при текущем содержании и ремонтах пути.

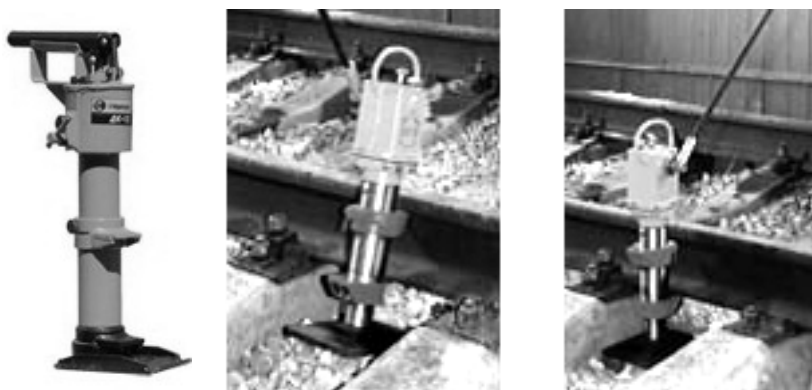


Рисунок 30 – Домкрат гидравлический путевой ДГП-10

**Рихтовщик гидравлический путевой** (рисунок 31) предназначен для рихтовки рельсошпальной решетки и стрелочных переводов, уложенных на деревянных и железобетонных шпалах при ремонтах и текущем содержании железнодорожного пути.



Рисунок 31 – Рихтовщик гидравлический путевой РГ-12, РГ-10

**Разгонщик гидравлический путевой** (рисунок 32) предназначен для

продольной сдвижки рельсов или рельсовых плетей для восстановления нормальных зазоров между рельсами, нарушенными в результате угона пути подвижным составом.

**Шпалоперегонщик-разгонщик** (рисунок 33) используется для перемещения шпал и установки их по эпюре при ремонте и текущем содержании пути, для регулировки стыковых зазоров между рельсами. Позволяет передвигать шпалы без выемки балласта.

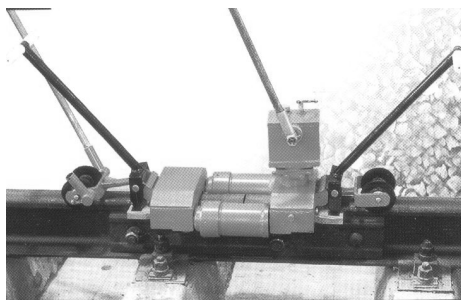


Рисунок 32 – Разгонщик гидравлический  
путевого РГ-12



Рисунок 33 – Шпалоперегонщик-  
разгонщик ШПГР-10

**Моторный гидравлический рихтовщик** (рисунок 34) предназначен для поперечной сдвижки пути в плане. Масло в цилиндры поступает по рукавам высокого давления, которое создается шестеренчатым насосом.

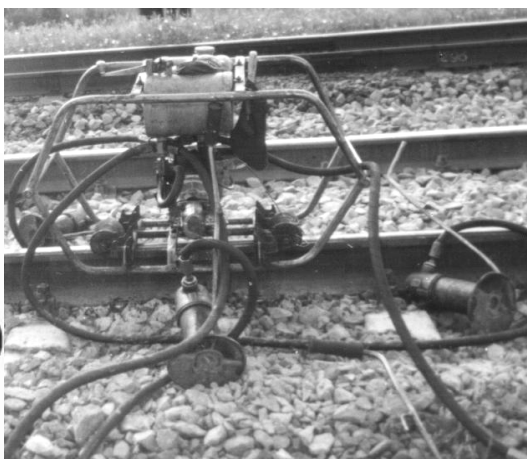


Рисунок 34 – Моторный гидравлический рихтовочный прибор РГУ-1М

Гидравлические инструменты по сравнению с электрическими имеют большую массу, компактны, удобны в обращении. С их помощью развиваются большие вертикальные, продольные и поперечные усилия. Главным достоинством гидравлических инструментов является обеспечение плавного хода рабочего органа в исходное положение после выполнения подъёмки, рихтовки пути или регулировки зазоров.

Применение электрических инструментов, по сравнению с ручными, позволяет существенно снизить время производства работ. Тем не менее, электрический инструмент является наиболее травмоопасным, его применение ограничено повышенной влажностью воздуха. При работе с электрическим инструментом работники должны пользоваться средствами защиты от воздействия электрического тока.

В отличие от гидравлического и пневматического инструмента, для работы с электрическим требуется источник тока. На перегонах источниками питания являются **передвижные электрические станции** – автономные источники электроэнергии для питания током электроинструмента, освещения и других потребителей малой мощности.



Рисунок 35 – Тележка путевая ПТ-13

**Тележка путевая ПТ-13** (рисунок 35) предназначена для перевозки звеньев железнодорожного пути длиной до 25 м с деревянными шпалами, а также для транспортировки материалов верхнего строения пути, путевых механизмов и инструментов, а также различных грузов в пределах ее грузоподъемности.

### Контрольные вопросы

- 1 Основные сведения о механизированном текущем содержании пути.
- 2 Подразделение путевых машин по назначению.
- 3 Машины для ремонта земляного полотна, назначение, принцип работы.
- 4 Машины для очистки балласта, назначение, принцип работы.
- 5 Машины для замены путевой решетки, назначение, принцип работы.
- 6 Машины для выправки балластной призмы, назначение, принцип работы.
- 7 Машины для очистки пути от снега на перегоне, принцип работы.

- 8 Машины для очистки пути от снега на станции, принцип работы.
- 9 Электрический инструмент, виды, назначение, принцип работы.
- 10 Гидравлический инструмент, виды, назначение, принцип работы.

### Практическое занятие № 7

## КОНТРОЛЬ И ОЦЕНКА СОСТОЯНИЯ РЕЛЬСОВОЙ КОЛЕИ, ОСНОВЫ ДЕФЕКТОСКОПИИ РЕЛЬСОВ

**Содержание работы:** основные задачи и способы контроля рельсовой колеи, дефектоскопия рельсов.

**Основная задача контроля** состояния рельсовой колеи – своевременное обнаружение отклонений параметров колеи от установленных норм для предупреждения выхода этих отклонений за пределы допусков при текущем содержании рельсовой колеи. В процессе производства работ по текущему содержанию и ремонту пути контролируются такие параметры колеи, как ее ширина, взаимное положение головок рельсов по уровню, стрелы изгиба рельсовых нитей на криволинейных участках пути.

Периодичность контроля параметров колеи зависит от эксплуатационных условий, конструкции пути и его состояния, инженерно-геологических условий района и природно-климатических факторов.

В обычных условиях ширина колеи и взаимное положение головок рельсов по уровню контролируется не реже одного раза в неделю бригадиром пути и не реже двух раз в месяц – дорожным мастером совместно с бригадиром пути; при этом в качестве измерительного средства используется путевой контрольный шаблон. По графику, утвержденному начальником дистанции пути, указанные выше параметры колеи измеряются непрерывно на всем ее протяжении с помощью путеизмерительных тележек не реже одного раза в месяц. Кроме того, все контролируемые параметры колеи ежемесячно контролируются вагоном-путеизмерителем.

Шаблон ПШ-1520 (рисунки 1 и 2) предназначен для контроля следующих параметров рельсовой колеи: ширины колеи; относительного возвышения рельсов; размера между рабочими гранями сердечника крестовины и контрольса; ординат переводной кривой; размера между рабочими гранями

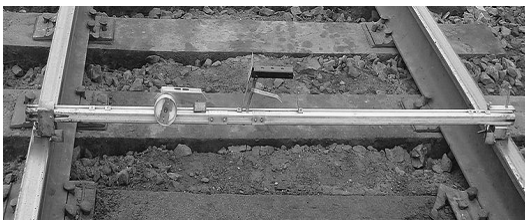


Рисунок 1 – Путеизмерительный шаблон ПШ-1520

контрольса и усовика; желобов. Проверка колеи контрольными шаблонами трудоемка. Бригадиру пути или дорожному мастеру приходится на 25-метровом звене устанавливать шаблон в 8–10 местах.

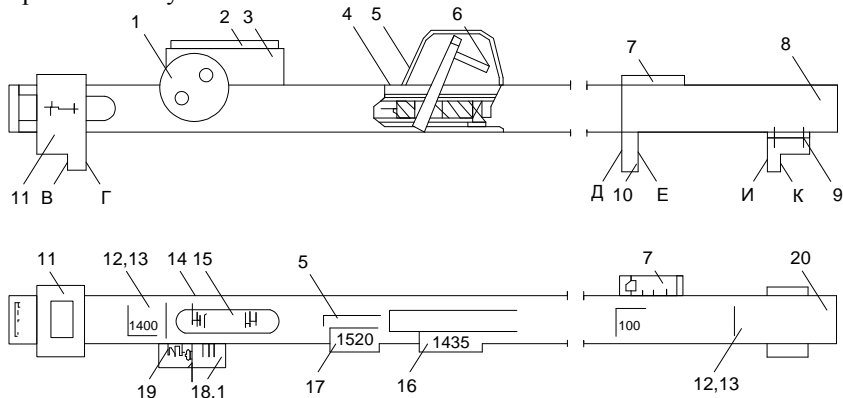


Рисунок 2 – Путеизмерительный шаблон ПШ-1520:

измерительные грани: ширина колеи В – К; желоб Д – К;  
ординаты переходной кривой Е – К; размер 1435 Г – К;

- 1 – лимб со 160 делениями; 2 – подпружиненный корпус; 3 – нижняя скоба;
- 4 – указатель; 5 – ручка; 6 – рычаг; 7 – нониус (подвижная шкала); 8 – заглушка;
- 9 – неподвижный упор; 10 – шплинт; 11 – подвижный упор;
- 12 – дискретные указатели ординат шагом 100 мм; 13 – указатель желоба;
- 14 – палец, опирающийся на спираль улитки; 15 – пузырьковая ампула;
- 16 – шкала размера 1435; 17 – шкала ширины колеи; 18 – спираль улитки;
- 19 – указатель; 20 – корпус

Для систематического сплошного контроля (один раз в каждую половину месяца) рельсовой колеи служат **путеизмерительные вагоны**. На Белорусской железной дороге применяется **путеизмеритель ВНИИЖТа** на базе цельнометаллического вагона. Данный вагон обеспечивает техническую возможность контроля колеи со скоростью до 100–110 км/ч по следующим параметрам: ширине колеи – от 1515 до 1560 мм; взаимному положению рельсовых нитей по уровню – в пределах  $\pm 150$  мм; положению рельсовых нитей в плане – в пределах  $\pm 200$  мм; местным просадкам рельсовых нитей.

Запись отклонений параметров колеи от норм производится на специальную ленту, которая затем расшифровывается работниками вагона-путеизмерителя. Балльная оценка («отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно») каждой неисправности пути зависит от ее вида и степени, а также от протяжения неисправного пути для отклонений по ширине колеи и по уровню или от количества неисправных мест для отступлений по перекосам.



Установленные степени неисправности и начисляемые штрафные баллы учитывают условия движения поездов при наличии отступлений от норм содержания колеи.

К I – III степеням относятся отступления, при которых обеспечиваются безопасность и плавность движения поездов, а также экономически рациональная работа пути при движении поездов с установленными скоростями.

К IV степени относятся отступления, наличие которых при установленных скоростях ухудшает плавность движения поездов и ведет к интенсивному накоплению остаточных деформаций пути.

К V степени относятся отступления, вызывающие рост сил взаимодействия пути и подвижного состава до таких критических значений, которые при наличии неблагоприятных условий могут привести к весьма быстрому накоплению остаточных деформаций и возникновению угрозы безопасности движению.

В настоящее время на Белорусской железной дороге используется современный электронный **вагон-путеизмеритель КВЛ-П1МП**, предназначенный для контроля геометрических параметров рельсовой колеи железнодорожного пути (таблица 1) и автоматизированной оценки (расшифровки ленты) его состояния в процессе измерений (рисунок 3).

Таблица 1 – Технические характеристики вагона-путеизмерителя КВЛ-П1МП

Контролируемые параметры		
наименование	диапазон	погрешность
Взаимное положение обеих рельсовых нитей по высоте (уровень), мм	$\pm 155$	$\pm 2,5$
Отклонение от нормы (1520 мм) ширины колеи (шаблон), мм	$-10 \dots +40$	$\pm 1,2$
Стрела изгиба каждой рельсовой нити в горизонтальной плоскости относительно прямой хорды 21,5 м при замере в точке на расстоянии 4,1 м от конца хорды (рихтовка), мм	$\pm 225$	$\pm 3,0$
Стрела изгиба каждой рельсовой нити в вертикальной плоскости относительно прямой хорды 17,0 м при замере в точке на расстоянии 2,7 м от конца хорды (просадка), мм	$\pm 50$	$\pm 2,0$

В отличие от путеизмерителя системы ЦНИИ-2 конструктивной основой КВЛ-П1МП является пассажирский вагон типа 47Д производства завода Аммендорф (Германия).

Для системы электроснабжения вагонов разработан новый регулятор подвагонного генератора, который обеспечивает заряд аккумуляторных батарей вагона при более низких скоростях его движения (не менее 10 км/ч).

Измерительная система имеет следующие отличия:

- измерительные датчики расположены снаружи на кузове вагона и на измерительных тележках;
- определение взаимного положения рельсовых нитей выполняется устройством определения наклона ДИН-001 на основе измерительной информации с датчиков линейных перемещений и датчика измерения наклона кузова вагона, что существенно повышает эксплуатационные качества в сравнении с используемыми ранее гидросистемами С-ЗМУ, ИКВ-802, так как имеет низкое электропотребление (не более 5 Вт) и малое время готовности при включении БАС (не более 1 с);
- ввод/вывод результатов измерений с помощью локальной сети БАС.

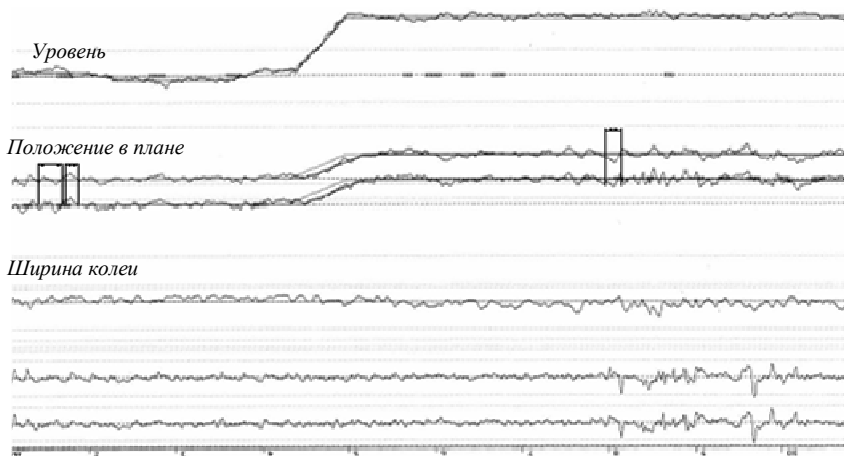


Рисунок 3 – Пример ленты вагона-путеизмерителя КВЛ

Для измерения размеров элементов верхнего строения пути используется штангенциркуль путевой типа ПШВ-02 (рисунок 4).

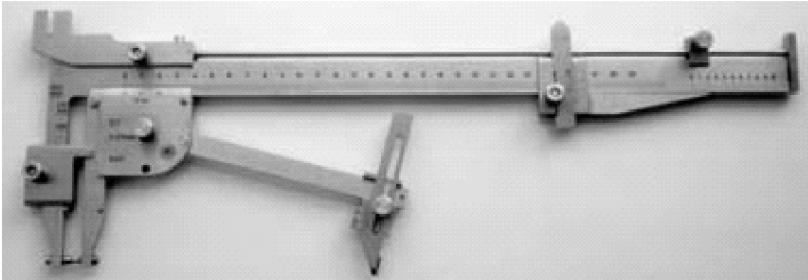


Рисунок 4 – Штангенциркуль путевого типа ПШВ-02

С его помощью можно определить следующие геометрические параметры: вертикальный и боковой износы головки рельса, горизонтальный износ рамных рельсов и острияков, вертикальный износ сердечника крестовины и усювиков, а также измерить: шаг острияка, понижение острияка относительно рамного рельса, величину стыковых зазоров, неприлегание острияка к рамному рельсу, ширину желобов в крестовине и контррельсах.

Радикальные изменения, произошедшие в последние десятилетия в области измерительной техники, информационных и компьютерных технологий, определили развитие информационно-управляющих и, в частности, навигационных систем на железнодорожном транспорте. Во многом это связано с широким использованием высокоточной координатной информации, получаемой глобальными спутниковыми радионавигационными системами **ГЛОНАСС/GPS**, развитием геоинформационных технологий и с созданием автоматизированных систем, связанных с обработкой пространственно-координированной информации. Стратегия развития железнодорожного транспорта предусматривает широкое внедрение инновационных технологий, в том числе технологий спутниковой навигации, что позволит эффективно решать задачи координатного обеспечения проектирования, ремонта и текущего содержания линейно протяженных объектов инфраструктуры железной дороги, прежде всего – железнодорожного пути, контактной сети, земляного полотна.

Современное состояние систем ГЛОНАСС/GPS позволяет в реальном времени определять местоположение объектов с точностью порядка 15–20 м. При выполнении работ по проектированию строительства и ремонта пути, мониторингу геометрических параметров колеи, ремонту пути и объектов железнодорожной инфраструктуры требуется более высокая точность определения координат, достижение которой возможно с помощью дифференциальных дополнений глобальных навигационных спутниковых систем (ДГНСС).

Базовые наземные станции, располагающиеся на фундаментальных строениях железнодорожных станций, оснащенные высокоточными навигационными приемниками и соединенные с сетевым центром обработки информации высокоскоростными каналами связи, образуют координатное пространство, формируя поле корректирующих поправок. Использование дифференциальной коррекции при спутниковых навигационных измерениях позволяет достигать сантиметровой точности в реальном времени.

Применение ДГНСС как средства измерения позволяет по-новому рассматривать такое традиционное средство координатного обеспечения, как специальная реперная сеть (СРС). Интеграция средств ДГНСС и СРС на основе специальных координатных моделей железнодорожного пути (КМП) существенно повышает эффективность использования и ДГНСС, и СРС, снижает затраты на создание и содержание СРС и позволяет создать комплексную систему высокоточного координатного обеспечения железнодорожного транспорта (СВКО) с целью:

- снижения затрат на проектирование и строительство железнодорожного пути и объектов инфраструктуры;
- повышения эффективности текущего содержания пути за счет автоматизации процесса измерения геометрических параметров;
- уменьшения процента брака при проведении ремонтов пути и повышения степени его надежности;
- снижения затрат на капитальный ремонт железнодорожного полотна и его геодезическое обеспечение.

Рельсы, эксплуатируемые в пути, не должны иметь повреждений и дефектов, создающих угрозу безопасности движения поездов.

Дефекты в рельсах классифицируются в зависимости от их вида, места расположения по сечению и длине рельса, а также от основной причины образования дефекта и вида сварки, если дефект в сварном соединении. В этой классификации каждый дефект кодируется тремя цифрами.

Первая цифра в коде показывает вид дефекта и место его расположения по сечению рельса. Предусмотрено девять видов дефектов.

Вторая цифра в коде дефекта показывает причину появления дефекта, таких причин предусмотрено десять, т.е. с цифры 0 по цифру 9.

Третья цифра в коде дефекта показывает место расположения дефекта по длине рельса, при этом цифра 1 показывает, что дефект располагается в стыке или на расстоянии 75 см от стыка, цифра 2 – дефект расположен в любом другом месте рельса, цифра 3 – дефект расположен в сварном стыке.

Сплошные осмотры рельсов, скреплений, металлических частей стрелочных переводов и километрового запаса на главных и приемо-отправочных путях, путях оборота и отстоя составов и соединительных ветках должны выполняться ежемесячно, а на парковых путях – весной после освобождения

пути от снега и осенью в соответствии с графиком, утвержденным начальником службы пути. Порядок осмотра устанавливает начальник дистанции пути. Результаты осмотров оформляют специальным актом.

При осмотрах рельсов используются различные съемные и переносные **дефектоскопы**. Осмотр нижней грани головки рельсов производят с помощью зеркал, проверку торцов, болтовых отверстий и шейки рельса под накладками – шупом, остукиванием концов молоточком и др. Сомнительные места необходимо осматривать через лупу, а в стыках – со снятием накладок.

Осматривая рельсы, следует обращать внимание на те места, где чаще появляются трещины: на верхнюю часть шейки, поверхность головки, на концы рельсов и подошву, особенно в зоне термического влияния сварки.

Дефектные рельсы могут быть замечены по следующим признакам: местное уширение головки, темные продольные полосы на поверхности катания, краснота под головкой, тонкие продольные и поперечные трещины (сетка трещин) на верхней или боковой поверхности головки, ржавые или синие полосы в месте сопряжении шейки с подошвой и на полке подошвы, выщербины на головке и т. д. В зависимости от характера дефектов или повреждений рельсы делятся на две категории: дефектные и острodefектные.

Все дефектные и острodefектные рельсы, выявленные при сплошных и индивидуальных осмотрах, маркируют, таким образом, как показано на рисунке 5:

– на шейке с внутренней стороны колеи на расстоянии около 1 м от левого стыка (зазора) светлой масляной краской наносится на дефектном рельсе – один косой крест, на острodefектном – два косых креста;

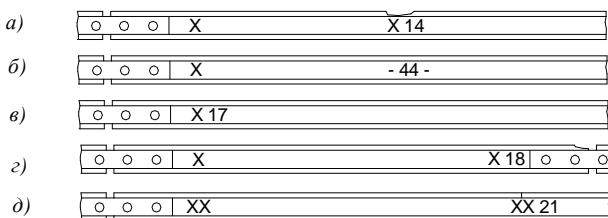


Рисунок 5 – Образцы маркировки дефектного (X) и острodefектного (XX) рельсов при расположении дефекта

*a, d* – вне стыка; *б* – по всей длине рельса;

*в, г* – соответственно на левом и правом концах рельса

– на шейке рядом с дефектом с той стороны, с которой виден дефект (или всегда с внутренней стороны колеи, если дефект обнаружен дефектоскопом), повторяют один косой крест на дефектном рельсе и два косых креста на

остродефектном с указанием рядом номера дефекта.

### **Контрольные вопросы**

- 1 Основная задача контроля состояния рельсовой колеи.
- 2 Параметры, контролируемые путеизмерителем.
- 3 Степень неисправности. Порядок определения степени неисправности.
- 4 Вагон-путеизмеритель КВЛ, назначение, порядок контроля состояния пути.
- 5 Параметры, контролируемые шаблоном в пути.
- 6 Параметры, контролируемые шаблоном на стрелочном переводе.
- 7 Контроль износа рельсов и металлических частей стрелочных переводов.
- 8 Дефектоскопный вагон, назначение, порядок контроля состояния рельсов.
- 9 Визуальный осмотр состояния рельсов, методы, периодичность осмотров.
- 10 Классификация дефектов рельсов, дефектные и остродефектные рельсы.
- 11 Порядок маркировки дефектных и остродефектных рельсов в зависимости от места расположения дефекта.

### **Практическое занятие № 8**

## **ОБЕСПЕЧЕНИЕ БЕЗОПАСНОСТИ ДВИЖЕНИЯ ПОЕЗДОВ ПРИ ПРОИЗВОДСТВЕ ПУТЕВЫХ РАБОТ**

**Содержание работы:** Инструкция по обеспечению безопасности движения поездов при производстве путевых работ на Белорусской железной дороге; виды и назначение сигнальных знаков; схемы и порядок ограждения места работ на перегоне.

Инструкция по обеспечению безопасности движения поездов при производстве путевых работ на Белорусской железной дороге устанавливает порядок обеспечения безопасности движения поездов при производстве путевых работ на перегонах и железнодорожных станциях. Требования данной Инструкции являются обязательными для всех работников путевого хозяйства и других служб железнодорожного транспорта, связанных с движением поездов и производством работ на железнодорожном пути.

Все работы по ремонту и содержанию железнодорожного пути, сооружений и устройств путевого хозяйства, а также строительные работы должны выполняться в соответствии с утвержденными проектами и технологическими процессами ремонтов пути, правилами и технологией выполнения основных работ по текущему содержанию искусственных сооружений, техническими условиями и требованиями указанного стандарта.

Работы на пути и сооружениях должны выполняться под руководством должностных лиц, прошедших испытания в знании нормативных актов.

Руководители работ обеспечивают постоянный контроль за соблюдением

правил и технологии производства работ и несут ответственность за безопасность движения поездов.

При производстве путевых работ на участках, оборудованных АБ и ЭЦ или другими устройствами, включенными в зависимость с сигналами (рельсовые цепи, КТСМ, ДИСК, САУТ, УКСПС, КГУ и т.д.), руководители работ должны контролировать правильность применения работниками приемов труда с целью исключения возможности разрыва или закорачивания рельсовой цепи и последующего перекрытия сигнала. Выполняемые на таких участках работы должны согласовываться с дистанцией сигнализации и связи не позднее чем за 3 суток.

При производстве путевых работ на электрифицированных участках руководители работ должны принимать меры, обеспечивающие сохранность от повреждений контактной подвески, воздушных линий и опор контактной сети. Путевые работы на таких участках согласовываются с дистанцией электроснабжения или районом контактной сети.

При производстве работ на станционных путях делается запись в журнале осмотра путей, стрелочных переводов, устройств СЦБ, связи и контактной сети формы ДУ-46 (журнал осмотра):

Число, месяц	Часы, минуты	Результат осмотра и испытаний, а также обнаруженных неисправностей и повреждений	Когда извещен соответствующий работник дистанции				Когда соответствующий работник дистанции прибыл для устранения неисправностей и повреждений				Когда обнаруженные неисправности и повреждения устранены, расписка об устранении	
			число, месяц	часы, минуты	способ извещения (по телефону, письменно)	число, месяц	часы, минуты	расписка прибывшего работника в прочтении	число, месяц	часы, минуты	Описание причин повреждений и неисправностей; изложение принятых мер; подпись работников и отметка дежурного по станции об устранении	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
7.05	8.45	На приемо-отправочном 6-м пути смена дефектного рельса. Путь для движения закрывается. Стрелки № 14 и 9 защиты в направлении 5-го пути  ПД Иванов, ДСП Сергеев	-	-	-	-	-	-	7.05	10.00	Смена рельса закончена, 6-й путь для движения открыт. Стрелки № 14 и 9 расшиты  ПД Иванов (по телефону), ДСП Сергеев	

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.

**Запрещается:** 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.

Перед производством работ, ограждаемых сигналами остановки или уменьшения скорости, и во всех других случаях, когда требуется предупредить локомотивные бригады об особых условиях следования, на поезда должны выдаваться предупреждения, заявки на выдачу которых составляются по определенным формам.

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 сигналами и сигнальными знаками** (рисунки 1–4).





Рисунок 1 – Сигнал остановки

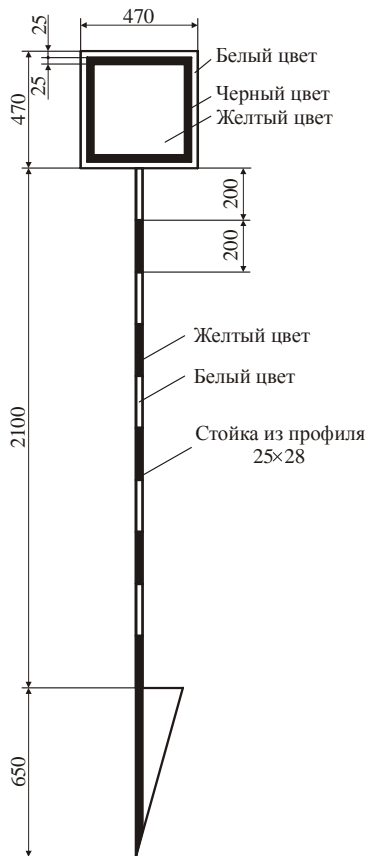


Рисунок 2 – Сигнал уменьшения скорости

**Прямоугольный щит красного цвета** (или красный флаг на шесте) днем и красный огонь фонаря на шесте ночью – «**Стоп! Запрещается проехать сигнал**» (см. рисунок 1). Щит окрашивается в красный цвет с обеих сторон с окаймлением черной и белой полосами. Для двухпутных участков часть щитов окрашивается с одной стороны в красный цвет, с другой – в белый.

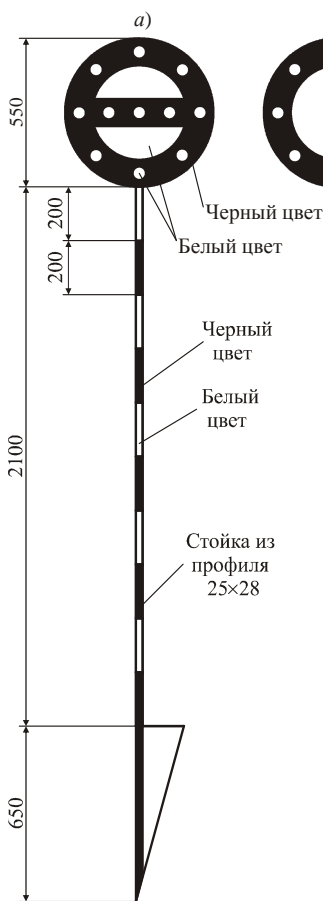


Рисунок 3 – Переносные сигнальные знаки  
 а – «Начало опасного места»;  
 б – «Конец опасного места»

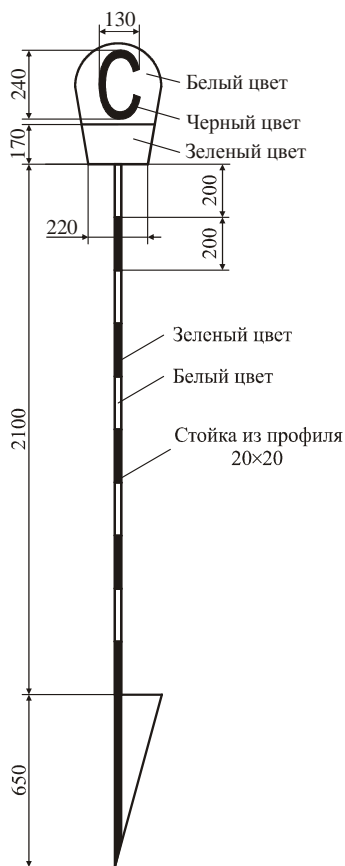


Рисунок 4 – Переносной сигнальный знак «С» о подаче оповестительного сигнала

**Квадратный щит желтого цвета** днем и ночью (см. рисунок 2) при расположении опасного места:

– на перегоне – **«Разрешается движение с уменьшением скорости, впереди опасное место, требующее остановки или проследования с уменьшенной скоростью»;**

– на главном пути станции – **«Разрешается движение с уменьшением скорости, впереди опасное место, требующее проследования с уменьшенной скоростью»;**

– на остальных станционных путях – **«Разрешается проследование сигнала со скоростью, указанной в предупреждении, а при отсутствии его – со скоростью не более 25 км/ч».**

**Обратная сторона** квадратного щита (зеленого цвета) днем и ночью на перегоне и на главном пути станции указывает на то, что машинист имеет право повысить скорость до установленной после проследования опасного места всем составом.

При подходе к переносному сигнальному знаку уменьшения скорости машинист обязан подать один длинный свисток локомотива, специального самоходного подвижного состава и вести поезд так, чтобы проследовать место, огражденное переносными сигнальными знаками **«Начало опасного места»** и **«Конец опасного места»** (см. рисунок 3), со скоростью, указанной в предупреждении, а при отсутствии предупреждения – не более 25 км/ч.

Сигнальный знак «Конец опасного места» помещается на обратной стороне знака «Начало опасного места».

Места производства работ на пути, не требующие ограждения сигналами остановки или уменьшения скорости, но требующие предупреждения работающих о приближении поезда, ограждаются переносными **сигнальными знаками «С»** – подача оповестительного сигнала, которые устанавливаются у пути, где производятся работы, а также у каждого смежного главного пути (см. рисунок 4).

На участках, где работают снегоочистители, устанавливаются временные сигнальные знаки:

**«Поднять нож, закрыть крылья»** – перед препятствием (рисунок 5, а). Знак устанавливается перпендикулярно оси пути с правой стороны по ходу поезда на расстоянии 30 м (на участках, где работают скоростные снегоочистители, – на расстоянии 50 м) перед препятствием.

При наличии двух последовательно расположенных препятствий, между которыми невозможна работа снегоочистителя, на шесте помещаются два знака один под другим (рисунок 5, б).

Знак устанавливается перпендикулярно оси пути с правой стороны по ходу поезда на расстоянии 30 м (а на участках, где работают скоростные снегоочистители, – на расстоянии 50 м) перед первым препятствием.

**«Опустить нож, открыть крылья»** – после препятствия (рисунок 6). Знак устанавливается перпендикулярно оси пути с правой стороны по ходу поезда на расстоянии 10 м за препятствием.

**«Подготовиться к поднятию ножа и закрытию крыльев»** (рисунок 7) – на участках, где работают скоростные снегоочистители, перед знаками «Поднять нож, закрыть крылья». Знак устанавливается перпендикулярно оси пути на участках, где работают скоростные снегоочистители, за 100 м перед знаком «Поднять нож, закрыть крылья».

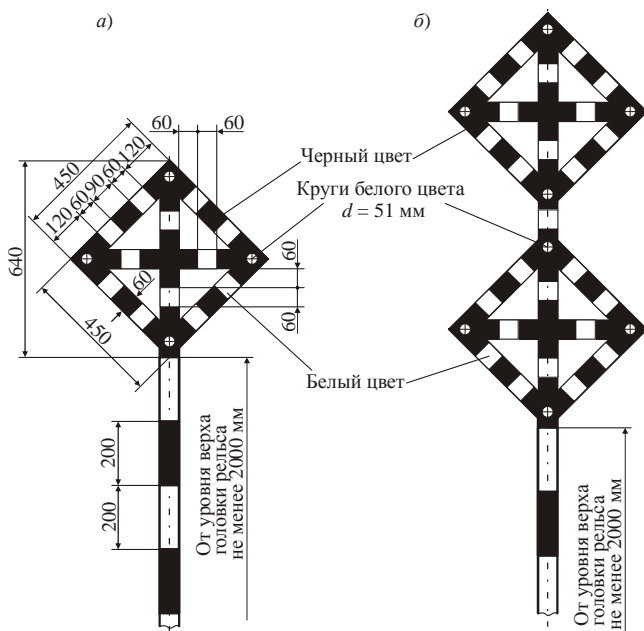


Рисунок 5 – Временный сигнальный знак «Поднять нож, закрыть крылья»: *а* – при наличии одного препятствия; *б* – при наличии двух препятствий, между которыми невозможна работа снегоочистителя

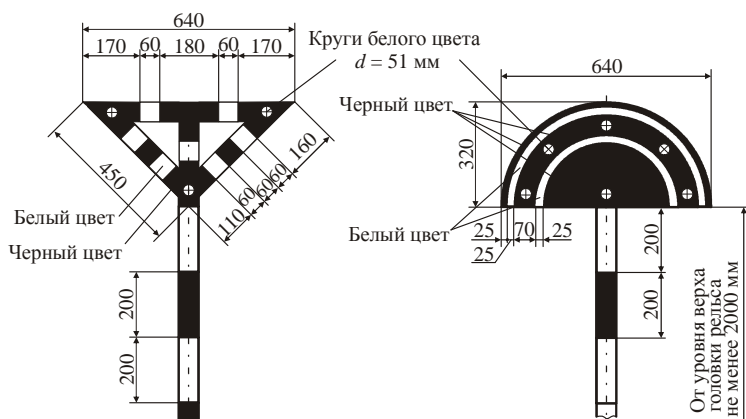


Рисунок 6 – Временный сигнальный знак «Опустить нож, открыть крылья»

Рисунок 7 – Временный сигнальный знак «Подготовиться к поднятию ножа и закрытию крыльев»

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 или нет.

Места производства работ, требующие остановки поездов, при фронте работ 200 м и менее ограждаются сигналами остановки порядком, указанным на рисунке 8. На расстоянии 50 м от границ ограждаемого участка с обеих сторон устанавливаются переносные сигналы остановки, которые находятся под наблюдением руководителя работ. От этих сигналов на расстоянии Б укладывается по три петарды и на расстоянии 200 м от первой, ближайшей к месту работ петарды в направлении от места работ устанавливаются переносные сигналы уменьшения скорости.

Переносные сигналы уменьшения скорости и петарды должны находиться под охраной сигналистов, которые обязаны стоять в 20 м от первой петарды в сторону места работ с ручными красными сигналами (днем с развернутым красным флагом, ночью с ручным сигнальным фонарем, красный огонь которого обращен в сторону ожидаемого поезда).

Ограждение производится сигналистами или монтерами пути не ниже 3-го разряда, выдержавшими установленные испытания.

При производстве работ развернутым фронтом (более 200 м) места работ ограждаются порядком, указанным на рисунке 9. В этом случае устанавливаемые на расстоянии 50 м от границ участка, требующего ограждения, переносные сигналы остановки должны находиться под охраной стоящих около них сигналистов с ручными красными сигналами.

На перегонах, где расстояние от переносных сигналов остановки до первой, ближайшей к месту работ петарды установлено более 1200 м, а также при плохой видимости, в случае отсутствия радиосвязи или телефонной связи, кроме сигналистов, охраняющих петарды, должны выставляться дополнительные сигналисты, в обязанности которых входит повторение сигналов руководителя работ и основных сигналистов.

При производстве работ на пути развернутым фронтом, а также на критических участках малого радиуса, в выемках и других местах с плохой видимостью сигналов и на участках с интенсивным движением поездов руководитель работ обязан установить связь (телефонную или по радио) с работниками, находящимися у сигналов, ограждающих место работ. Порядок обеспечения связью мест производства работ устанавливается начальником дороги.

### **Контрольные вопросы**

- 1 Порядок обеспечения безопасности движения поездов при путевых работах.
- 2 Сигналы ограждения места производства путевых работ: виды, назначение.
- 3 Сигналы ограждения места производства снегоуборочных и снегоочистительных работ: виды, назначение.
- 4 Порядок ограждения места производства работ на участке длиной менее 200 м.
- 5 Порядок ограждения места производства работ на участке длиной более 200 м.

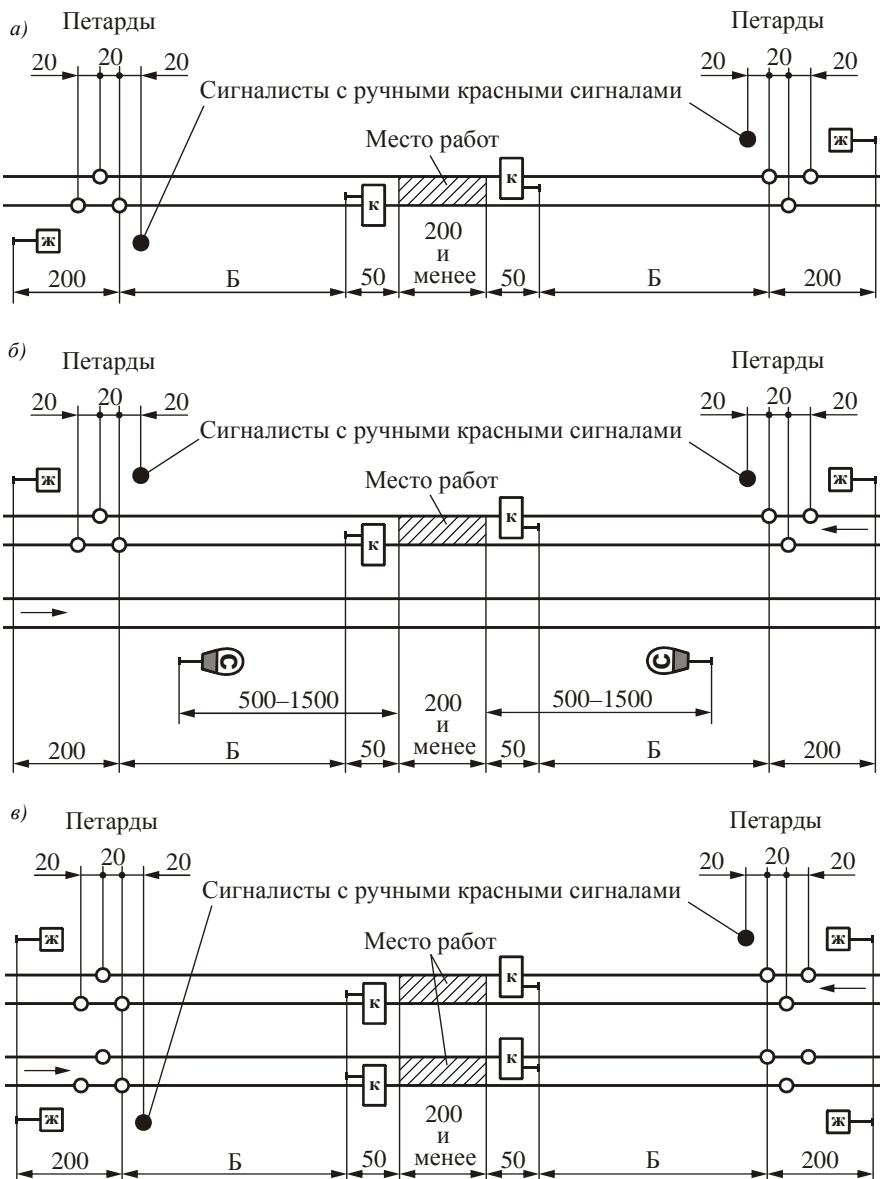


Рисунок 8 – Схема ограждения мест производства работ на перегоне, требующих остановки поездов при фронте работ 200 м и менее:

а – на однопутном участке; б – на одном из путей двухпутного участка;

в – на обоих путях двухпутного участка

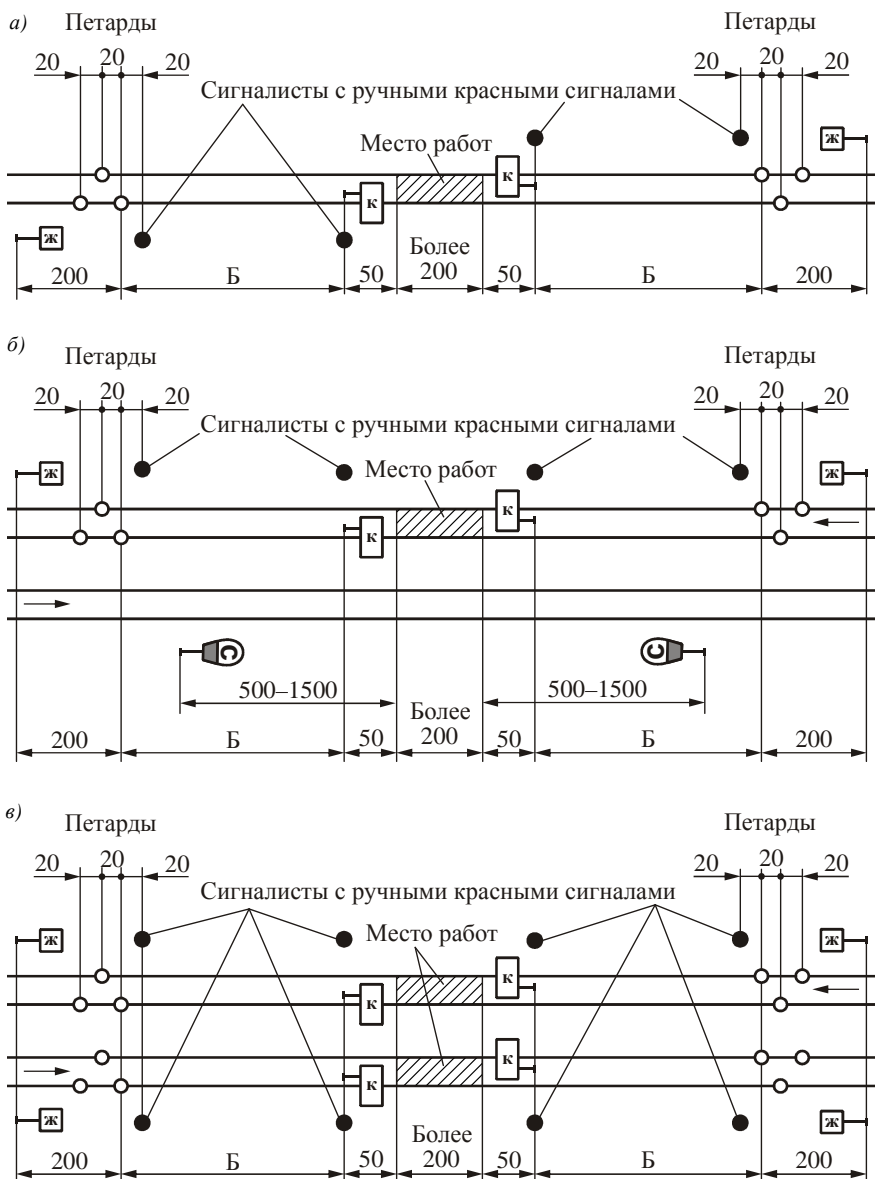


Рисунок 9 – Схема ограждения мест производства работ на перегоне, требующих остановки поездов при фронте работ более 200 м:  
 а – на однопутном участке; б – на одном из путей двухпутного участка;  
 в – на обоих путях двухпутного участка

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- 1 **СТП-09150.56.010-2005**. Текущее содержание железнодорожного пути. Технические требования и организация работ : утв. приказом нач. Бел. ж. д. от 29.06.2006 № 221Н. – Мн., 2006. – 283 с.
- 2 **РД РБ 09150.56.004-2000**. Инструкция по обеспечению безопасности движения поездов при производстве путевых работ на Белорусской железной дороге : утв. приказом нач. Бел. ж. д. от 26.12.2000 № 323НЗ. – Мн., 2000. – 191 с.
- 3 Правила технической эксплуатации Белорусской железной дороги : утв. приказом нач. Бел. ж. д. от 04.12.2002 № 292НЗ. – Мн., 2002. – 159 с.
- 4 Инструкция по движению поездов и маневровой работе на Белорусской железной дороге : утв. приказом нач. Бел. ж. д. от 04.12.2002 № 294Н. – Мн., 2002. – 280 с.
- 5 Инструкция по содержанию земляного полотна железнодорожного пути. – М. : Транспорт, 2000. – 188 с.
- 6 Доклад начальника службы пути Рогачева В. Е. к заседанию технико-экономического совета Белорусской железной дороги «О стратегии развития путевого хозяйства на 2010–2015 годы». – Мн., 2010. – 15 с.
- 7 Альбом чертежей верхнего строения железнодорожного пути МПС Российской Федерации. – М. : Транспорт, 1995. – 155 с.
- 8 **Крейнис, З. Л.** Железнодорожный путь: учеб. для сред. спец. учеб. заведений ж.-д. трансп. / З. Л. Крейнис, И. В. Федоров ; под общ. ред. З. Л. Крейниса. – М., 2000. – 363 с.
- 9 Железнодорожный путь / Т. Г. Яковлева [и др.] ; под ред. Т. Г. Яковлевой. – М. : Транспорт, 1999. – 405 с.
- 10 **Рогалевич, Л. А.** Конструкция, содержание и ремонт железнодорожного пути : учеб. пособие / Л. А. Рогалевич. – Мн. : Адукацыя і выхаванне, 2002. – 508 с.
- 11 Путевые машины : учеб. для вузов ж.-д. трансп. / С. А. Соломонов [и др.] ; под ред. С. А. Соломонова. – М. : Желдориздат, 2000. – 756 с.
- 12 **Попович, М. В.** Путевые машины : учеб. / М. В. Попович, В. М. Бугаенко. – М. : УМК МПС России, 2009. – 820 с.
- 13 **Крейнис, З. Л.** Техническое обслуживание и ремонт железнодорожного пути : учеб. для техникумов / З. Л. Крейнис, Н. П. Коршикова. – М. : УМК МПС России, 2001. – 768 с.
- 14 **Даниленко, Э. И.** Стрелочные переводы железных дорог Украины (Технология производства, эксплуатация в пути, расчеты и проектирование) / Э. И. Даниленко, С. Д. Тарасенко, А. П. Кутах ; под ред. д. т. н. профессора Э. И. Даниленко / Киевский институт ж.-д. трансп. – К., 2001. – 296 с.