

ПОСОБИЕ БРИГАДИРУ ПУТИ

Под редакцией профессора
Э.В. Воробьева

Допущено

*Федеральным агентством железнодорожного транспорта
в качестве учебного пособия для профессиональной подготовки
работников железнодорожного транспорта*

Москва
2012

УДК 625.143.482

ББК 39.211-08

П61

Авторы: д-р техн. наук проф. *Э.В. Воробьев* — предисловие, главы 1, 2, 3, 7, 8, (кроме п.п. 8.3.1.1, 8.3.1.2, 8.3.1.3, 8.4.8; 8.4.10), 9, 10, 11; *В.И. Грицык* — глава 4, п. 8.4.10; *З.Л. Крейнис* — глава 5 (кроме разд. 5.4, 5.5), глава 6, п. 8.3.1.3; *В.И. Новакович* — разд. 5.4, 5.5, п.п. 8.3.1.1, 8.3.1.2, 8.4.9, 8.4.10

Рецензенты: зам. директора Московского колледжа железнодорожного транспорта *Н.П. Коршикова*; главный инженер Опытной Московской дистанции пути Окт. ж.д. *П.Н. Потанов*

П61 Пособие бригадиру пути: Учебное пособие / Под ред. Э.В. Воробьева. — М.: ФГБОУ «Учебно-методический центр по образованию на железнодорожном транспорте», 2012. — 666 с.

ISBN 978-5-89035-662-8

В пособии приведены сведения об устройстве, содержании и ремонтах железнодорожного пути в соответствии с классификацией путей и путевых работ, новой нормативной базой; описаны возможные неисправности, средства их выявления, методы предупреждения и устранения; даны сведения о современных путевых машинах и механизмах, используемых на работах по ремонту и текущему содержанию пути; приведены основные технологии путевых работ; отражены меры по обеспечению безопасности движения поездов и техники безопасности производства работ.

Предназначено для работников путевого хозяйства, осуществляющих комплексное содержание пути, может быть полезным для учащихся железнодорожных техникумов и колледжей.

УДК 625.143.482

ББК 39.211-08

ISBN 978-5-89035-662-8

© Коллектив авторов, 2012

© ФГБОУ «Учебно-методический центр по образованию на железнодорожном транспорте», 2012

Предисловие

Начиная с 1995 г. в связи с переходом на новую систему ведения путевого хозяйства железных дорог России произошли существенные позитивные изменения в части улучшения технического состояния пути. Они обеспечиваются за счет реализации программ «Техническое перевооружение путевого хозяйства», «Совершенствование и дальнейшее развитие путевого комплекса». Основу этих программ составляют:

— новая классификация путей в зависимости от сочетаний уровня грузонапряженности и скоростей движения поездов;

— широкое внедрение увеличивающихся объемов бесстыкового пути и стрелочных переводов на железобетонном подрельсовом основании, новых конструкций скреплений, применение диагностических средств;

— реализация высокомашинизированных ресурсосберегающих технологий ремонтов и текущего содержания пути на базе нового нормативно-технического и инструктивного обеспечения, исходя из оптимальных затрат и требований безопасности движения поездов и с учетом классов пути.

Бригадир дистанции пути обеспечивает руководство монтерами пути, выполняющими работы по текущему содержанию в пределах обслуживаемого участка; бригадир путевой машинной станции руководит работами на производственной базе ПМС по монтажу и демонтажу рельсошпальной решетки, работами в «окно» и после него при ремонтах. В связи с этим, естественно, бригадир пути обязан знать устройство конструкций железнодорожного пути, технические условия и нормативы устройства и содержания рельсовой колеи, пути в целом и его элементов. При периодических осмотрах и проверках пути, стрелочных переводов и сооружений он обязан с использованием соответствующих инструментов и приборов выявлять дефекты и неисправности, проводить ра-

боты по их предупреждению и устранению. При этом требуется решение организационных вопросов: рациональный выбор комплексов путевых машин, механизмов и инструментов, применяемых при содержании и ремонтах пути; обеспечение соблюдения требований нормативных и инструктивных документов по безопасности движения поездов, правил охраны труда и производственной санитарии.

Бригадир пути руководит основным производственным подразделением — бригадой монтеров пути, инструктирует и контролирует работу путевых обходчиков, дежурных по переездам и других рабочих. От его знаний и опыта во многом зависит надежная эксплуатация пути. С должности бригадира пути начинают свою трудовую деятельность путейца большинство молодых специалистов, в том числе инженеры и техники — выпускники транспортных вузов и колледжей.

Исходя из этого, авторы в данном пособии приводят основные положения современной системы ведения путевого хозяйства, описывают практические средства и методы ее реализации в соответствии с обязанностями и требуемой компетенцией бригадира пути.

Глава 1

СИСТЕМА ВЕДЕНИЯ ПУТЕВОГО ХОЗЯЙСТВА

1.1. Основные положения технического обслуживания железнодорожного пути

Путевое хозяйство является одной из ведущих подотраслей железнодорожного транспорта. Оно включает в себя железнодорожный путь с его многочисленными сооружениями и устройствами, комплекс хозяйственных предприятий и производственных формирований, предназначенных для обеспечения нормальной работы пути и проведения его планово-предупредительных ремонтов.

Существенная роль путевого хозяйства подтверждается тем, что стоимость его основных фондов составляет 58 % от общих фондов железнодорожного транспорта. Наиболее значительная часть их приходится на стоимость верхнего строения и земляного полотна.

Кроме того, на путевое хозяйство приходится порядка 26 % эксплуатационных расходов и 20 % эксплуатационного штата железнодорожников.

Железнодорожный путь представляет собой комплекс инженерных сооружений и устройств, образующих дорогу с направляющей рельсовой колеей, предназначенной для движения поездов (подвижного состава). Он состоит из верхнего строения (рельсошпальная решетка в балластной призме, стрелочные переводы), нижнего строения (земляное полотно) и искусственных сооружений (мосты, водопропускные трубы, тоннели и др.).

От технического состояния железнодорожного пути зависят непрерывность и безопасность движения поездов, объемы перевозок, а также эффективность использования подвижного состава.

В свою очередь работа железнодорожного пути характеризуется весьма сложными условиями его загрузки динамическими нагрузками подвижного состава и воздействиями природных факторов (суточные и годовые изменения температур и влажности, атмосферные осадки в виде дождей и снега, промораживание и оттаивание балласта и земляного полотна и др.).

В процессе работы пути в его элементах и в целом в конструкции со временем по мере пропущенного тоннажа происходит накопление остаточных деформаций, сопровождающихся изменениями геометрии рельсовой колеи и поверхностей катания рельсов, износом элементов и др. Величины остаточных деформаций и износа, превышающие нормативные значения с учетом установленных допусков, расцениваются как неисправности и расстройство пути, в той или иной степени угрожающие безопасности движения поездов.

Отдельные неисправности элементов пути и расстройство рельсовой колеи устраняются при текущем содержании одиночной заменой дефектных элементов и комплексом работ по выправке в продольном профиле и плане.

Фактические величины износа, достигшие предельно допустимых значений, свидетельствуют о дефектности, потере служебных свойств и исчерпании ресурса работоспособности элементов пути (рельсов, шпал, креплений противоугонов, стрелочных переводов); высокая засоренность балластного слоя приводит к потере его дренирующих свойств, существенному снижению несущей способности; дефекты и деформации земляного полотна являются следствием понижения несущей способности грунтов из-за переувлажнения, недостаточной уплотненности грунтов, наличия пучин, оттаивания вечной мерзлоты, выветривания и др. В этих случаях возникает необходимость проведения различных ремонтов верхнего строения пути и земляного полотна.

Допустимые значения дефектности элементов (рельсов, шпал, балласта) являются критериями назначения ремонтов пути с целью восстановления его полностью работоспособного состояния, соответствующего заданным эксплуатационным параметрам перевозочного процесса — скоростям движения, грузонапряженности, нагрузкам на ось подвижного состава и др.

В зимний период работы пути возникают проблемы обеспечения безопасности и непрерывности движения поездов в связи со

снежными заносами. Эти проблемы решаются системой мероприятий по очистке и уборке путей от снега, а также по максимально возможному снижению степени снеготранспортируемости в рамках снегоборьбы. В весенний, в период пропуска талых вод и ледоходов (прежде всего в регионах больших рек, озер и водохранилищ) — решаются проблемы по защите пути от размывов и волновых воздействий на земляное полотно — водоборьба.

Таким образом, главнейшая задача путевого хозяйства — обеспечение бесперебойности и безопасности перевозочного процесса железных дорог осуществляется соответствующей научно- и экономически обоснованной системой его ведения, включающей в себя высококачественное текущее содержание пути, различные ремонты, снего- и водоборьбу и др., на основе постоянного внедрения прогрессивных конструкций, путевой техники, технологий и методов организации работ, базирующихся в свою очередь на использовании информационных и автоматизированных систем управления.

В целом система ведения путевого хозяйства и в частности управления техническим состоянием пути учитывает:

а) эксплуатационные условия работы пути, главнейшими параметрами которых являются скорости движения поездов (км/ч), грузонапряженность (млн т·км брутто/км год), нагрузки на ось подвижного состава (кН/ось), масса поездов (т) и др.;

б) конструкцию железнодорожного пути — звеньевой на деревянных шпалах с рельсами нормальной длины 25 м и бесстыковой на железобетонном подрельсовом основании со сварными рельсовыми плетями длиной в сотни и тысячи метров;

в) типы верхнего строения пути — нормальный с рельсами Р50, тяжелый с рельсами Р65 и особо тяжелый с рельсами Р75, а также качество рельсов — незакаленные («сырые») и термически-упрочненные (объемно-закаленные).

г) систему организации движения поездов, то есть график движения, определяемый объемами перевозочного процесса, средствами СЦБ и связи, энергоснабжением и др.;

д) особенность работы пути в различные времена года с учетом климатических и других местных условий и факторов.

Вышеуказанные основные эксплуатационные параметры влияют на сроки службы элементов конструкций и проведения различных ремонтов, на периодичность и объемы планово-предупредительных работ текущего содержания пути.

Наличие двух конструкций пути на различных видах балласта (щебень, асбест и др.) с различными типами верхнего строения определяет существенные отличия в организации работ по их капитальным ремонтам и комплексам путевых машин.

Более прогрессивной конструкцией является бесстыковой путь. Он обеспечивает высокий уровень комфортабельности движения, снижает до 15 % основное удельное сопротивление движению поездов с соответствующей экономией электроэнергии и дизельного топлива, обладает на 20—25 % большим сроком службы по сравнению со звеньевым, при одновременном уменьшении затрат на его содержание. Поэтому одной из главнейших задач в системе ведения путевого хозяйства является постоянное увеличение объемов укладки бесстыкового пути, в том числе в регионах Сибири и Дальнего Востока, с доведением его протяжения в 2008 году до 75—80 тыс. км, что составит около 65 % от общей длины главных путей сети железных дорог России, одновременно будет решаться задача увеличения объемов сварки рельсов в бесстыковые плети на рельсосварочных предприятиях железных дорог — филиалов ОАО «Российские железные дороги».

Система организации движения поездов влияет на порядок предоставления «окон» — перерывов в движении для производства ремонтов и текущего содержания. Продолжительность и количество «окон» в неделю составляет от 2—4 ч для текущего содержания и подъемочных ремонтов, до 6—8 ч для средних и капитальных ремонтов. Согласование порядка предоставления указанных «окон» осуществляется службой пути со службой движения дороги, «окон» большей продолжительности — Департаментом пути и сооружений ОАО «РЖД» с Департаментом управления перевозками на основе предварительно разработанных организационно-технических мероприятий и управленческих решений по обеспечению пропускной и провозной способности ремонтируемых перегонов.

Собственно продолжительность и количество «окон» должны быть оптимальными, при которых обеспечиваются минимальные задержки поездов за весь период путевых работ и максимальная выработка в «окно» при условии гарантированного выполнения их годового объема.

Последнее условие, в свою очередь, определяет требования по формированию оптимального состава механизированных комплексов для ремонтов верхнего строения и земляного полотна и их

текущего содержания с учетом норм выработки машин, по обеспечению работ необходимыми материалами и др.

Требования оптимизации ведения путевого хозяйства являются определяющими по обеспечению ресурсосбережения в нем, как ведущей подотрасли железнодорожного транспорта.

В свою очередь, составляющими ресурсосбережения являются технические, технологические и организационные мероприятия, направленные на снижение единовременных и эксплуатационных затрат на содержание пути в целом за счет продления сроков службы его элементов и конструкций с учетом дифференцированности требований к их эксплуатации в зависимости от классификации путей и особенностей местных условий, за счет внедрения прогрессивных технологий производства ремонтно-путевых работ, совершенствования методов и форм текущего содержания системы, диагностики состояния пути, рационализации мощности и организационных структур предприятий, составляющих промышленно-производственную базу путевого хозяйства.

В масштабе всей сети железных дорог России, имеющей протяжение 124 тыс. км главных путей и около 70 тыс. км станционных и подъездных, 200 тыс. стрелочных переводов, руководство путевым хозяйством осуществляет Департамент пути и сооружений (ОАО «РЖД») во взаимодействии со службами пути (П), входящими в состав железных дорог — филиалов ОАО «РЖД».

В состав ЦП входят различные отделы, в частности — технологический по текущему содержанию пути, технический, ремонтов пути, инженерных сооружений, механизации, комплектации и использования материальных ресурсов, промышленных предприятий (щебеночных и шпалопропиточных заводов, рельсо-сварочных предприятий), отдел диагностических средств. В производственном подчинении ЦП находятся филиалы-заводы по изготовлению железобетонных шпал (Кавказский, Вяземский, Челябинский и Горный), а также Новосибирский стрелочный завод. Кроме того, в непосредственных отношениях с Департаментом пути и сооружений находится дочернее Производственное объединение «Калугаремпутьмаш», включающее в себя 9 заводов по изготовлению (и ремонту) путевой техники и другой продукции для нужд железнодорожного транспорта.

Департамент пути и сооружений осуществляет стратегический уровень руководства технической политикой путевого хозяйства.

Этот уровень включает перспективное планирование создания и эксплуатации техники, комплексный анализ эффективности ее работы, а также организацию и координацию взаимодействия железных дорог, ремонтных предприятий и заводов-изготовителей. Он руководит также разработкой новых стандартов и технических условий на изготовление элементов пути и мер по продлению сроков их службы, созданием инструкций, правил, нормативной документации и других материалов по путевому хозяйству, соблюдением трудового законодательства и охраны труда, обеспечивает подбор и закрепление кадров, повышение их квалификации.

Руководство системой ведения путевого хозяйства в масштабе (на полигоне) железной дороги выполняют служба пути (**П**) и Дирекция по ремонту пути, подчиненные Заместителю начальника дороги по пути. Организационная структура управления путевым комплексом железной дороги приведена на рис. 1.1.

Служба пути руководит деятельностью отделов пути отделений дороги (**НОДП**) и через них работой дистанций пути (**ПЧ**), дистанций защитных лесонасаждений (**ПЧлес**).

В непосредственном подчинении Заместителя начальника дороги по пути и строительству находится Дирекция по ремонтам пути, в свою очередь, в подчинении которой находятся путевые машинные станции (**ПМС**), рельсосварочные предприятия (**РСП**), щебеночные и шпалопропиточные заводы и специализированные предприятия по ремонту путевой техники.

В связи с внедрением автоматизированных систем управления путевым хозяйством в последние годы на каждой дороге созданы Дорожные Диагностические Центры (**ДЦД**). Их задачами являются организация работы средств диагностики, сбор и обработка информации о состоянии пути и его элементов, о работе путевой техники и др. с использованием аппаратно-программных комплексов (**АПК**). Связанные посредством локальных вычислительных сетей (**ЛВС**) и общей информационно-вычислительной сетью (**ИВС**) с автоматизированными рабочими местами (**АРМ**), АПК образуют человеко-машинные системы для решения задач планирования, оперативного управления, учета, контроля, технико-экономических расчетов в путевом хозяйстве.

Управление техническим состоянием пути, его текущим содержанием и ремонтами осуществляют основные производственные

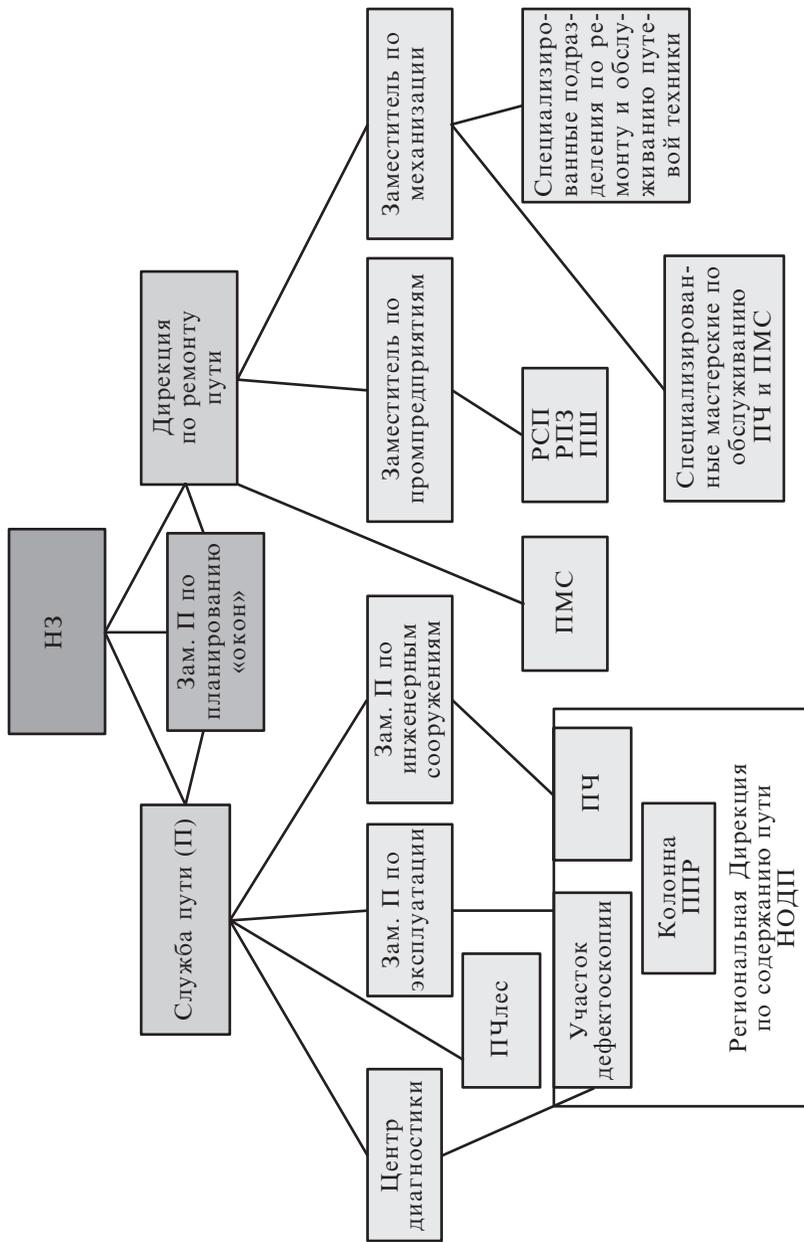


Рис. 1.1. Организационная структура управления путевым комплексом железной дороги

линейные предприятия — дистанции пути (ПЧ) и путевые машинные станции (ПМС).

Дистанция пути — линейное подразделение в службе пути железной дороги, осуществляющее комплексный контроль за техническим состоянием пути, в том числе средствами дефектоскопии и путеизмерения, текущее содержание и планово-предупредительные ремонты на всем для нее установленном протяжении пути, а также всех его обустройств и искусственных сооружений.

Дистанция пути выполняет также работы по снего- и водоборьбе, осуществляет надзор за содержанием полосы отвода, занимаемой земляным полотном, искусственными сооружениями, линейно-путевыми зданиями, постоянными снегозащитными заборами и лесопосадками, устройствами связи, железнодорожными станциями и др.

Дистанции пути находятся в подчинении НОДП.

Контроль за состоянием пути, планирование и организация работ по содержанию и руководство ими возлагается на начальника дистанции, его заместителей, старших дорожных мастеров, дорожных мастеров, бригадиров пути, мостовых и тоннельных мастеров, бригадиров пути по искусственным сооружениям.

Непосредственное выполнение работ по текущему содержанию, с обеспечением безопасности движения и безопасности труда возлагается на путевые бригады, бригады по содержанию искусственных сооружений и земляного полотна, обходчиков железнодорожных путей и ИССО, дежурных по переездам.

Планово-предупредительные работы выполняются отдельными или комплексами путевых машин.

Организационно-структурная форма дистанции пути определяется рациональным производственным контингентом ее подразделений с учетом особенностей устройства пути, эксплуатационных параметров, оснащенности путевыми машинами, средствами механизации и др., устанавливаемым соответствующими расчетами административно-управленческого и производственного штаба дистанции пути.

Путевая машинная станция (ПМС) — основное производственное подразделение по ремонтам пути. ПМС являются высокомеханизированными предприятиями, оснащенными путевыми маши-

нами тяжелого типа для производства капитальных, средних и подъемочных ремонтов, оздоровления земляного полотна, снего- и водоборьбы и др. В своем составе путевые машинные станции имеют механизированные производственные базы (**МПБ**), предназначенные и имеющие поточные технологические линии для сборки и разборки рельсошпальной решетки, стенды для монтажа стрелочных переводов, склады балластных материалов, шпалоремонтные мастерские и др.

Работы по усилению земляного полотна, по индивидуальным проектам, по устройству дополнительных сооружений, обеспечивающих его устойчивость и стабильность, выполняются специализированными путевыми машинными станциями — **ПМСЗ**.

Основными задачами **ПМС** в процессе производства ремонтов пути является реализация ресурсосберегающих технологий с высоким качеством работ, эффективное использование путевых машин и «окон» с выполнением технических и организационных мероприятий по обеспечению пропускной способности ремонтируемых перегонов, снижение себестоимости ремонтов и повышение производительности труда.

Дистанции лесозащитных насаждений (**ПЧлес**) осуществляют содержание, посадку и выращивание лесозащитных полос, ограждающих железнодорожный путь и станции от снежных заносов в процессе переноса снега метелевыми потоками.

Рельсосварочные предприятия (**РСП**) — предприятия путевого хозяйства, на которых электроконтактным способом сваривают новые рельсы в бесстыковые плети, ремонтируют (правят, шлифуют, сваривают) старогодние рельсы для повторной укладки в путь. Современные **РСП** представляют собой предприятия заводского типа со специальными производственными цехами, оснащенными необходимым технологическим оборудованием и поточными линиями для выполнения всех операций по сварке и комплексному ремонту рельсов. Для сварки рельсов в пути **РСП** имеют передвижные рельсосварочные машины (**ПРСМ**). На ряде **РСП** изготавливают рельсы с изолирующими стыками в виде клееболтовых соединений, которые в путь укладываются у светофоров на границах блок-участков.

Балластные карьеры и щебеночные заводы — предприятия, обеспечивающие дистанции пути, путевые машинные станции и новостройки железных дорог балластными материалами (песок,

гравий и щебень). Песок, гравий и камень добывают как полезные ископаемые из естественных залежей. Щебень изготавливается на щебзаводах из камня, доставляемого на завод из карьера. Камень — дробится щековыми камнедробилками и сортируется по фракции.

Шпалопропиточные заводы — предприятия, на которых производится пропитка антисептиками деревянных шпал, мостовых и переводных брусьев. Заводы имеют склад для предварительной сушки древесины до влажности не более 25 %, пропиточный цех с машинным отделением и котельной, склад антисептиков, готовой продукции и транспортное хозяйство. Пропитка шпал осуществляется в пропиточных цилиндрах в течение 60—180 мин под давлением 0,8—1,2 МПа при температуре антисептика 90...100 °С. Для более глубокого проникновения антисептика в древесину используется предварительная наколка шпал.

Шпалоремонтные мастерские осуществляют механизированный ремонт деревянных шпал и брусьев изъятых из пути. Шпалоремонтные мастерские находятся на производственных базах ПМС, шпалоремонтных заводах и, в ряде случаев, на дистанциях пути.

Механизированные шпалоремонтные мастерские могут быть трех типов: I — стационарные с поточными полуавтоматизированными линиями производительностью 600—700 шпал в смену; II — стендовые и III — передвижные, смонтированные на железнодорожной платформе, имеющие более простое оборудование и меньшую производительность.

1.2. Классификация путей и путевых работ

С целью повышения технического уровня железнодорожного пути, обеспечения рациональных сфер применения конструкций верхнего строения звеньевого и бесстыкового пути и ресурсосбережения в путевом хозяйстве с 1995 г. введена новая классификация путей в зависимости от сочетания двух основных эксплуатационных параметров — скоростей движения поездов и грузонапряженности, определяющих силовое воздействие на путь и интенсивность его работы под подвижным составом.

В последующем она была откорректирована и действующая в настоящее время классификация путей, утвержденная МПС в 2001 г., приведена в табл. 1.1.

Таблица 1.1

Классы путей

ГРУППА ПУТИ	Грузонапряженность, млн т·км брутто на км в год	Категории пути							
		1	2	3	4	5	6	7	
		Скорость: пассажирских поездов — числитель; грузовых — знаменатель, км/ч						40 и менее	Станционные, подъездные и прочие пути
		121—140	101—120	81—100	61—80	41—60			
		>80	>70	>60	>50	>40			
		Главные пути							
Б	>50	1	1	1	2	2	3	5	
В	25—50	1	1	2	2	3	3		
Г	10—25	1	2	3	3	3	3		
Д	5—10	2	3	3	3	4	4		
Е	5 и менее	3	3	3	4	4	4		

По грузонапряженности все пути подразделяются на пять групп, обозначенных буквами (Б—Е); по допускаемым скоростям — на семь категорий, обозначенных цифрами (1—7). Сочетания групп и категорий определяют пять классов путей, обозначенных также цифрами (1—5).

Принадлежность пути к соответствующему классу, группе и категории обозначается сочетанием цифр и буквы: первая цифра — класс пути, буква — группа, цифра после буквы — категория пути. Например, 2.В.3 означает, что путь относится ко второму классу, группе В, третьей категории, соответственно, при скоростях движения пассажирских поездов 81—100 км/ч и грузовых до 60 км/ч при грузонапряженности участка 25—50 млн т·км брутто на км в год.

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

Классы путей устанавливает Департамент пути и сооружений по представлению железных дорог.

В соответствии с классами путей «Положением о системе ведения путевого хозяйства на железных дорогах Российской Федерации» регламентированы технические требования и нормативы по конструкциям, типам и элементам верхнего строения, нормативы

на его укладку и замену, а также требования в отношении земляного полотна и искусственных сооружений (табл. 1.2).

Принципиальным в табл. 1.2 является то обстоятельство, что на путях первого и второго классов при капитальных ремонтах используются только новые материалы верхнего строения, на путях третьего класса в сочетании с новыми допускается использование старогодных, а на путях четвертого и пятого классов — только старогодные материалы.

Таблица 1.2

Конструкция, типы и характеристики верхнего строения пути

Классы путей				
1	2	3	4	5
1. Конструкция верхнего строения пути				
Бесстыковой путь на железобетонных шпалах ¹⁾				Звеньевой путь на железобетонных шпалах
2. Типы и характеристика верхнего строения пути				
Рельсы Р65, новые, термоупрочненные, категории В и Т1	Рельсы Р65, новые термоупрочненные, категории Т1 и Т2 ²⁾	Рельсы Р65, старогодные I группы годности; I и II группы годности репрофилированные ²⁾	Рельсы старогодные Р65 ³⁾ II и III группы годности	Рельсы старогодные Р65 ³⁾ III группы годности
Скрепления новые		Скрепления новые и старогодные (в т.ч. отремонтированные), укладываемые в объемах, устанавливаемых Техническими условиями на ремонт и плано-предупредительную выправку пути		
Шпалы железобетонные новые I сорта		Шпалы железобетонные старогодные ⁴⁾		
Балласт щебеночный ⁵⁾ с толщиной слоя: 40 см — под железобетонными шпалами; 35 см — под деревянными шпалами			Балласт щебеночный ⁵⁾ с толщиной слоя под шпалой: 30 см — под железобетонными; 25 см — под деревянными	Балласт всех типов с толщиной слоя под шпалой не менее 20 см
Размеры балластной призмы — в соответствии с типовыми поперечными профилями				

- Примечания.* 1. Применение звеньевого пути на деревянных шпалах согласовывается с Департаментом пути и сооружений ОАО «РЖД», при этом на путях 1—3 классов деревянные шпалы должны быть I типа.
2. В зависимости от наличия старогодных рельсов I и II групп годности допускается по согласованию с Департаментом пути и сооружений:
— укладка на путях 2 класса категорий Г и Д старогодных репрофилированных рельсов I группы годности;
— укладка на путях 3 класса новых рельсов категорий Т1 и Т2.
3. Для звеньевого пути на деревянных шпалах — не легче Р50.
4. При недостатке старогодных железобетонных шпал: новые железобетонные 1 сорта — на путях 3 класса, новые 2 сорта на путях 4 и 5 классов; при недостатке новых железобетонных шпал 2 сорта — новые 1 сорта; при недостатке старогодных и новых железобетонных шпал — новые деревянные.
5. По согласованию с Департаментом пути и сооружений ОАО «РЖД» допускается на путях 3—5 классов укладка асбестового балласта.

Указанным «Положением о системе ведения путевого хозяйства на железных дорогах Российской Федерации» регламентированы также классификация ремонтно-путевых работ, критерии их назначения и нормативно-технические требования к ним в зависимости от классов, групп и категорий пути.

Работы по техническому обслуживанию пути подразделяются на следующие виды: усиленный капитальный ремонт (**УК**), капитальный (**К**), усиленный средний (**УС**) и средний ремонт (**С**), сплошная замена рельсов новыми или старогодными (**РС**), подъемочный ремонт (**П**), сплошная замена металлических частей стрелочных переводов новыми или старогодными (**РС**), шлифовка рельсов в пути, текущее содержание пути с выполнением планово-предупредительных выправок комплексом машин (**В**), текущее содержание и ремонт земляного полотна и его сооружений, ремонтно-путевые работы на мостах и в тоннелях, капитальный ремонт переездов.

Каждый вид работ планируется и выполняется в зависимости от фактического состояния пути по соответствию его требованиям надежности и безотказности в обеспечении безопасности движения поездов. Например, при неисправном состоянии пути достаточно выполнения работ только текущего содержания, направленных на поддержание этого состояния. В других случаях — для перевода пути из худшего состояния в лучшее — выполняются ремонтные работы.

Номенклатура и объемы работ, т.е. состав каждого ремонта, а одновременно, и технологические комплексы машин определяют его назначением.

Усиленный капитальный ремонт предназначен для комплексного обновления верхнего строения с заменой существующей рельсошпальной решетки полностью новой с одновременной глубокой (более 40 см) очисткой щебня или заменой других видов балласта и оздоровлением земляного полотна. УКР производится на путях 1 и 2 классов, а стрелочных переводов — на путях 1—3 классов.

Капитальный ремонт предназначен для замены верхнего строения пути на более мощное или менее изношенное, смонтированное либо полностью из старогодных материалов, либо в сочетании старогодных с новыми. КР выполняется на путях 3—5 классов.

Усиленный средний ремонт предназначен для восстановления нормативных размеров балластной призмы на участках пути, где она достигла предельных величин, а обочина земляного полотна в связи с этим стала менее 40 см. Одновременно для восстановления дренирующих свойств и несущей способности балласта производится его глубокая очистка или замена, при необходимости усиление основной площадки земляного полотна укладкой специальных покрытий (геотекстиль, пенопласт), ликвидация пучин. УСР назначается к выполнению в первую очередь на участках пути 1, 2 и 3 классов.

Средний ремонт предназначен для оздоровления балластной призмы за счет сплошной очистки щебеночного балласта на глубину от 25 до 40 см или обновления загрязненного балласта других видов на щебень. Одновременно выполняются работы по оздоровлению шпального хозяйства.

Подъемочный ремонт предназначен для периодического восстановления необходимой равноупругости и равнопрочности пути за счет проведения сплошной подъемки (до 4—5 см) и выправки пути с подбивкой шпал, восстановления дренирующих свойств балласта в местах выплесков (прежде всего в зоне рельсовых стыков) и одиночной замены изношенных дефектных элементов верхнего строения.

Сплошная замена рельсов новыми или старогодными и совмещаемая с ней замена металлических частей стрелочных переводов предназначена для обновления или усиления рельсового хозяйства и стрелочных переводов на участках с хорошим состоянием балласта (с засоренностью его до 20 %) и шпал (брусьев), а также для проведения плановых замен рельсов в кривых. Сплошная замена рельсов между УКР сопровождается работами в объеме среднего

или подъемного ремонта. Шлифовка рельсов предназначена для значительного восстановления их работоспособности, продления срока службы, уменьшения вибрационных воздействий на пути подвижного состава устранением волнообразного износа и коротких неровностей других видов на поверхности катания рельсов.

Первоначальная шлифовка осуществляется сразу после укладки старогодных рельсов, а также новых при производстве УКР. Периодическая шлифовка рельсов предусматривается при выполнении каждого вида ремонта пути и комплексных планово-предупредительных работ текущего содержания.

Текущее содержание пути направлено на обеспечение состояния, соответствующего нормам и допускам в зависимости от эксплуатационных параметров, выполнением работ по предупреждению и устранению неисправностей планово-предупредительной выправкой пути в продольном профиле (с подъемкой до 2 см) и плане, по одиночной замене одиночных элементов верхнего строения.

Работы по ремонту и текущему содержанию земляного полотна направлены на поддержание его в постоянной исправности, обеспечение прочности, стабильности и нормальной работоспособности, в том числе водоотводных укрепительных сооружений.

Текущее содержание и ремонт искусственных сооружений, так же как верхнего строения и земляного полотна, направлено на обеспечение прочности, устойчивости и надежности их в зависимости от класса пути.

1.3. Нормы периодичности, критерии назначения и состав ремонтно-путевых работ

Нормативная периодичность назначения и выполнения ремонтно-путевых работ определяется «Техническими условиями на работы по ремонту и планово-предупредительной выправке пути» (ЦТП-53), основанных на «Положении о системе ведения путевого хозяйства на железных дорогах Российской Федерации».

Этими документами нормативная периодичность межремонтных циклов регламентирована среднесетевыми нормами пропущенного по пути тоннажа (млн т брутто) или длительностью его эксплуатации в годах. При этом в межремонтных циклах между смежными усиленными капитальными (или между смежными ка-

питательными) ремонтами предусматривается в зависимости от классов и конструкции пути необходимость выполнения промежуточных видов ремонтно-путевых работ, которая в итоге определяет их конкретную схему для планирования общих объемов и сроков, дифференцированно по участкам с учетом технологий ранее выполненных на них ремонтов.

В частности, установлены дифференцированные нормы периодичности ремонтов отдельно:

— для участков, на которых усиленный капитальный и капитальный ремонты пути выполнялись с соблюдением требований первой редакции «Положения о системе ведения путевого хозяйства на железных дорогах Российской Федерации» (ППР-94), введенного в действие с 1 января 1995 г. приказом 12 Ц от 16.08.94 (табл. 1.3);

Таблица 1.3

Среднесетевые нормы периодичности ремонтов пути для участков, где был выполнен усиленный капитальный и капитальный ремонт с соблюдением требований ППР-94

Класс и категория пути	Периодичность выполнения усиленного капитального и капитального ремонта пути, млн т / годы		Виды путевых работ и очередность их выполнения за межремонтный цикл (числитель — путь; знаменатель — стрелочные переводы)
	Бесстыковой путь	Звеньевой путь на деревянных шпалах	
1	2	3	4
1Б1; 1Б2; 1Б3; 2Б4; 2Б5	700	600	$\frac{(УК)ВСВ(УК)}{(УК)ВВ(РС)ВВ(УК)}$
	1400 ¹⁾	—	$\frac{(УК)ВСВ(РУС)ВСВ(УК)}{(УК)ВВ(РС)ВВ(РУС)ВВ(РС)ВВ(УК)}$
1В1; 1В2; 2В3; 2В4	700	600/18	$\frac{(УК)ВВСВ\Pi(УК)}{(К)ВВ(РС)В\Pi(УК)}$
1Г1; 2Г2; 2Д1	1 раз в 30 лет	1 раз в 18 лет	$\frac{(УК)ВВСВ\Pi(УК)}{(УК)ВВ(РС)В\Pi(УК)}$
3Б6	700	600	$\frac{КВСВК}{(УК)ВВ(РС)ВВ(УК)}$

1	2	3	4
3В5; 3В6	700	600/18	$\frac{KBBCBPK}{(UK)BB(PC)BB(UK)}$
3Г3; 3Г4; 3Г5; 3Г6	700/35 ²⁾	1 раз в 18 лет	$\frac{KBBCBPK}{(UK)BB(PC)BB(UK)}$
3Д2; 3Д3; 3Д4; 3Е1; 3Е2; 3Е3	1 раз в 35 лет ²⁾	1 раз в 18 лет	$\frac{KBBCBPK}{(UK)BB(PC)BB(UK)}$
4Д5; 4Д6; 4Е4; 4Е5; 4Е6	1 раз в 35 лет	1 раз в 20 лет	$\frac{KBBCBPK}{KBB(PC)BPK}$
5	1 раз в 40 лет	1 раз в 25 лет	$\frac{KPCPK}{KP(PC)PK}$
<p>на участках с грузонапряженностью более 50 млн т брутто на км в год допускается после наработки тоннажа (700 млн т брутто) вместо усиленного капитального ремонта пути производить сплошную смену рельсов, сопровождаемую средним ремонтом пути;</p> <p>на линиях федерального значения — 1 раз в 30 лет.</p>			

Примечания. 1. Нормативные сроки увеличиваются: на участках, где при ремонте пути был уложен подбалластный разделительный слой — на 10 %; на участках, где уложены промежуточные скрепления с пружинными клеммами — на 10 %.

2. Нормативные сроки уменьшаются: на участках со скоростями движения грузовых поездов более 60 км/ч, на которых средняя осевая нагрузка превышает 190 кН — на 5 %, а 210 кН — на 10 %;

при невыполнении работ по систематической периодической шлифовке рельсов на путях 1, 2 и 3 классов в период между усиленными капитальными (капитальными) ремонтами пути — на 20 %. При неполном выполнении работ по шлифовке за каждую невыполненную шлифовку (n) нормативные сроки уменьшаются на величину $(20/N_{\text{ш}})n$, где $N_{\text{ш}}$ — число шлифовок, установленных настоящими Техническими условиями;

на участках, расположенных в пределах 200 км от мест загрузки маршрутов углем, рудой, удобрениями, торфом — на 1 % от каждого млн т в год перевозимых сыпучих грузов (торфа — от каждых 0,3 млн т), но в сумме не более 15 %;

на участках применения рекуперативного торможения — на 15 %.

Суммарное уменьшение нормативных сроков при совпадении перечисленных факторов не должно превышать 25 % при исчислении нормативной наработки по тоннажу. Для полигона путей с нормативным сроком службы, исчисляемым в годах, проценты уменьшения или увеличения нормативного срока по пунктам 1 и 2 не применяются.

3. На участках, где ранее были уложены старогодные рельсы, нормативный срок службы рельсов определяется в зависимости от вида их ремонта перед повторной укладкой в соответствии с Указаниями об использовании старогодных рельсов на железных дорогах МПС России. При этом, если до достижения нормативного срока усиленного капитального или капитального ремонтов пути выход рельсов превышает нормативное значение, указанное в таблицах 2.5 или 2.7, то допускается проведение сплошной смены рельсов, совмещаемой с одним из видов промежуточного ремонта.
4. В кривых участках пути в период между усиленными капитальными и капитальными ремонтами пути предусматривается дополнительная сплошная замена рельсов.
5. Сплошная замена металлических частей стрелочных переводов совмещается со средним ремонтом, выполняемым в период между усиленными капитальными или капитальными ремонтами пути.

— для участков, на которых капитальный ремонт пути был выполнен еще в соответствии с «Положением о планово-предупредительном ремонте верхнего строения пути, земляного полотна и искусственных сооружений на железных дорогах Союза ССР» (ППР-64), по старым технологиям без учета новой классификации путей и путевых работ (табл. 1.4).

Таблица 1.4

Среднесетевые нормы периодичности ремонтов пути для участков, где ранее был выполнен капитальный ремонт с неполным использованием ресурсосберегающих технологий (по ППР-64)

Класс, группа и категория пути	Периодичность выполнения усиленного капитального и капитального ремонтов пути, млн т/годы	
	Бесстыковой путь	Звеньевой путь
1Б1—1Б3; 2Б4; 2Б5	700	600
1В1; 1В2; 2В3; 2В4	700/28	600/18
1Г1; 2Г2; 2Д1	1 раз в 28 лет	1 раз в 18 лет
3Б6	850	750
3В5; 3В6	850/30	750/18
3Г3—3Г6 3Д2—3Д4; 3Е1—3Е3	1 раз в 30 лет	1 раз в 18 лет
4Д5; 4Д6; 4Е4—4Е6	1 раз в 35 лет	1 раз в 20 лет
5Б7; 5В7; 5Г7; 5Д7; 5Е7	1 раз в 40 лет	1 раз в 25 лет

- Примечания.* 1. Промежуточные виды ремонтов — аналогичны табл. 1.3.
2. Периодичность выполнения капитального и других видов ремонта пути увеличиваются на участках, где уложены рельсы Р75 — на 15 %;
3. Нормативные сроки уменьшаются:
- на участках с установленными скоростями движения грузовых поездов более 60 км/ч, на которых средняя осевая нагрузка превышает 190 кН — на 5 %, а 210 кН — на 10 %;
 - на главных путях, на которых уложен щебеночный балласт из слабых пород — на 20 %;
 - при суммарной толщине слоя очищенного и вновь добавленного щебня под шпалой менее 25 см на деревянных и 30 см на железобетонных шпалах — на 15 %; при толщине этого слоя менее 15 см — на 25 %;
 - на участках, расположенных в пределах 200 км от мест загрузки маршрутов углем, рудой, удобрениями, торфом на каждый млн т (торфа — 0,3 млн т) перевозимых сыпучих грузов — 1 %, но в сумме не более 15 %;
 - при невыполнении работ по шлифовке рельсов на путях 1, 2 и 3 классов в период между усиленными капитальными (капитальными) ремонтами пути — на 15 %; при неполном выполнении работ по шлифовке за каждую невыполненную шлифовку (n) нормативные сроки уменьшаются на величину $(20/N_{\text{ш}})n$, где $N_{\text{ш}}$ — число шлифовок, установленных настоящими Техническими условиями;
 - на участках применения рекуперативного торможения — на 15 %;
 - при средней длине рельсовой плети на участках бесстыкового пути менее 500 м — на 10 %, от 501 до 700 м — на 5 %.
- Суммарное уменьшение нормативных сроков при совпадении перечисленных факторов не должно превышать 30 %. Для полигона путей с нормативным сроком службы, исчисляемым в годах, проценты увеличения или уменьшения нормативных сроков по пунктам 2 и 3 настоящих примечаний не применяются.
4. На участках, где ранее были уложены старогодные рельсы, нормативный срок службы рельсов определяется в зависимости от вида их ремонта перед повторной укладкой в соответствии с Указаниями об использовании старогодных рельсов на железных дорогах России. При этом, если до достижения нормативного срока усиленного капитального или капитального ремонтов пути выход рельсов превышает нормативное значение, то допускается проведение сплошной смены рельсов, совмещаемой с одним из видов промежуточного ремонта.
5. Для участков пути с неупрочненными рельсами типа Р65 нормативные сроки уменьшаются: со скоростями движения поездов 80 км/ч и менее — на 30 %; более 80 км/ч, а также с рельсами Р50 и легче — на 50 %. Проценты уменьшения нормативных сроков по п. 3 настоящих примечаний в этих случаях не применяются.

Конкретные участки и места проведения путевых работ в рамках нормативных объемов устанавливаются при их планировании по фактическому состоянию пути. При этом для планирования усиленного капитального и капитального ремонта пути обязатель-

ным условием является наработка тоннажа или срока службы в годах не менее нормативного.

Как указано в примечании 4 к табл. 1.3 в кривых участках пути в межремонтном цикле предусматривается дополнительная (дополнительные) сплошная замена (замены) рельсов. Периодичность их выполнения приведена в табл. 1.5.

Таблица 1.5

Периодичность дополнительных сплошных замен рельсов в кривых участках пути

Группа пути	Расчетная потребность в количестве дополнительных сплошных смен рельсов в кривых в зависимости от радиуса кривой при наличии лубрикации рельсов*	
	351—650 м	350 м и менее
Б, В	1 раз	2 раза
Г, Д	—	1 раз

*При отсутствии лубрикации количество дополнительных сплошных смен рельсов увеличивается на 1.

Критерии, по которым определяется необходимость назначения ремонтно-путевых работ, подразделяются на основные и дополнительные.

К основным относятся критерии, определяющие признаки, а по ним состав будущего ремонта исходя из необходимости устранения главной причины, вызывающей снижение надежности или истощение работоспособности пути.

К дополнительным оценочным критериям относятся признаки, определяющие необходимость выполнения сопутствующих работ, прежде всего по замене отдельных дефектных элементов с целью обеспечения после ремонта необходимой общей несущей способности и работоспособности пути, соответствующих требованиям безопасности движения поездов.

Конкретно основными критериями назначения ремонтов являются:

— для капитальных — одиночный суммарный выход рельсов в шт./км на эксплуатируемом участке пути за срок службы по пропущенному тоннажу или в годах;

— для средних ремонтов — потребность в замене балласта при наличии в пути щебня слабых пород, щебня фракций, не соответствующих ГОСТу, необходимость замены асбестового балласта или других видов на щебеночный;

— для подъемочных ремонтов и планово-предупредительной выправки пути — количество отступлений состояния рельсовой колеи II степени в штуках на км и загрязненность щебня по массе в процентах.

В сочетании с основными дополнительные критерии, учитываемые для назначения различных ремонтов по классам путей приведены в табл. 1.6—1.11.

Таблица 1.6

Критерии выбора участков, подлежащих усиленному капитальному ремонту при текущем планировании

Класс	Основные критерии	Дополнительные критерии			
	Одиночный выход рельсов (в сумме за срок службы — в среднем на участке ремонта), шт./км*	Количество негодных и дефектных элементов на 1 км верхнего строения пути, более			Пропущенный тоннаж, %
		Негодные деревянные шпалы, %	Негодные крепления, %**	Количество шпал с вышесками, %	
1 класс	4 и более	15	15	4	100
2 класс	6 и более	18	20	5	100

* Одиночный выход рельсов, а также количество дефектных рельсов определяется без учета выхода рельсов по боковому износу в кривых, а на участках бесстыкового пути — и без учета выхода рельсов уравнильных пролетов;

** На пути с железобетонными шпалами подсчитывается суммарный процент подкладок и закладных болтов, на пути с деревянными шпалами — подкладок, костылей и противоугонов, при этом, процент негодных костылей и противоугонов учитывается с коэффициентом 0,6.

Пример. На звеньевом пути негодных подкладок — 20 %, костылей — 15 %, противоугонов — 10 %. Следовательно, сумма процентов негодных элементов составит: $20 + (15 \cdot 0,6) + (10 \cdot 0,6) = 35$ %.

Таблица 1.7

Критерии выбора участков, подлежащих капитальному ремонту пути

Класс пути	Основной критерий	Дополнительные критерии			
		Количество негодных и дефектных элементов 1 км верхнего строения пути, более			Пропущенный тоннаж, %
	Негодные деревянные шпалы, %	Негодные скрепления, %**	Количество шпал с выплесками, %		
3 класс главные пути	6 и более	20	25	6	100
4 класс главные пути, станционные и подъездные пути 3—4 класса	8 и более	25	35	8	100
Остальные станционные, подъездные и прочие пути	Не лимитируется Капитальный ремонт пути назначается начальником службы пути на основе заявки начальника дистанции пути				
Сноски и примечания аналогичны приведенным в таблице 1.6					

Таблица 1.8

Критерии выбора стрелочных переводов, подлежащих капитальному ремонту

Класс пути	Наработка тоннажа, млн т брутто	Количество негодных брусьев, %
4	250	Более 20
5	Капитальный ремонт стрелочных переводов назначается по усмотрению начальника дистанции пути	

Таблица 1.9

Критерии выбора участков, подлежащих усиленному среднему ремонту пути

Класс пути	Основной критерий	Дополнительные критерии				
	Потребность в замене балласта	Наличие пучин высотой, мм Протяженность пучин, % от 1 км при установленных скоростях, км/ч				Ширина обочины, см
		121—140	101—120	61—100	60 и менее	
		Должны отсутствовать	$\frac{11—25}{\text{Более } 10}$	$\frac{26—50}{\text{Более } 15}$	$\frac{\text{Более } 50}{\text{Более } 20}$	
1, 2 и 3	есть	Должны отсутствовать	$\frac{11—25}{\text{Более } 10}$	$\frac{26—50}{\text{Более } 15}$	$\frac{\text{Более } 50}{\text{Более } 20}$	Менее 40
4, а также приемо-отправочные пути	есть	—	—	—	$\frac{\text{Более } 50}{\text{Более } 25}$	Менее 35

Таблица 1.10

Критерии выбора участков, подлежащих среднему ремонту пути

Класс пути	Основные критерии		Дополнительные критерии	
	Загрязненность щебня, % по массе	Количество шпал с выплесками, %, более	Количество негодных, %, более	
			деревянных шпал	скреплений*
1	> 30	4	10	12
2	> 30	6	12	15
3	> 30	8	15	20
4	> 30	10	20	30
5	<p>Не лимитируется</p> <p>Средний ремонт назначается по усмотрению начальника дистанции пути по согласованию с начальником службы пути</p>			

* Подсчет процента негодных креплений ведется аналогично приведенному в табл. 1.5.

Таблица 1.11

Критерии выбора участков, подлежащих подъемному ремонту пути

Класс пути		Основные критерии		Дополнительные критерии, от и до, %		
		Количество отступлений 2 степени, * шт./км, более	Загрязненность щебня по массе, %	Негодных деревянных шпал	Шпал с выплесками	Негодных скреплений
1 и 2	Группа Б, В	35	< 30	6—10	2—4	10—15
	Группа Г, Д	40				
3		45	< 30	10—15	4—8	15—20
4		50	< 30	15—20	5—10	20—30
5		По усмотрению начальника дистанции пути				

* По показаниям вагона-путеизмерителя в среднем за 3 месяца без учета отступлений по ширине колеи.

Как указано ранее, при всех видах ремонтов и комплексной планово-предупредительной выправке пути должна выполняться шлифовка рельсов и стрелочных переводов. Критериями назначения шлифовок рельсов являются допускаемые на них значения глубин неровностей, которые представлены в табл. 1.12.

Таблица 1.12

Допускаемые значения глубины неровностей для различных скоростных режимов движения поездов

Характеристика неровностей	Глубина неровностей	
	Б3, Б4, В2, В3, В4, В5, Г3, Г4, Г5, Г6, Е1, Е2, Е3	Б1, Б2, В1, Г1, Г2
Короткие	0,05 мм	0,03 мм
Средние и длинные	0,5 мм/м	0,3 мм/1,5 м

Капитальный ремонт переездов в основном производится в комплексе с усиленным капитальным, капитальным или средним

ремонт пути. При этом конструкция верхнего строения пути в зоне переезда должна, как правило, быть такой же, как и на подходах к нему.

При капитальном ремонте переездов выполняются следующие работы:

- замена настила;
- приведение конструкции пути на переезде в соответствие с конструкцией на подходах;
- очистка загрязненного щебня в зоне переезда с доведением балластной призмы до размеров, установленных для данного типа верхнего строения и доведения настила до необходимой отметки;
- ремонт подходов к переезду с выправкой профиля;
- замена ограждений на типовые, их ремонт и окраска;
- замена нетиповых механизированных шлагбаумов на типовые, ремонт существующих шлагбаумов, при необходимости оборудование переезда механизированными или автоматическими шлагбаумами, автоматической светофорной или оповестительной и заградительной сигнализацией, установка соответствующих знаков, установка заграждающих устройств;
- работы по улучшению видимости для машинистов поездов и водителей автотранспорта на подходах к переезду;
- ремонт переездного поста;
- ремонт и окраска путевых и сигнальных знаков и устройств на переезде;
- улучшение освещения и благоустройство прилегающей территории.

Работы по капитальному ремонту земляного полотна включают ремонт и усиление основной площадки, восстановление водоотводных свойств «погребенных» кюветов, уположение откосов, срезку шлейфов и другие мероприятия, обеспечивающие стабильность положения железнодорожного пути в плане и профиле.

Усиленный капитальный и капитальный ремонты пути на малых и средних мостах должны, как правило, выполняться одновременно с ремонтом пути на прилегающих участках, а на больших мостах и тоннелях предшествовать производству работ на подходах к сооружению.

1.4. Основные направления дальнейшего развития путевого комплекса

Сложившаяся в настоящее время инфраструктура путевого хозяйства за счет постоянно проводимого переоснащения железных дорог современными комплексами путевых машин для ремонтов и содержания пути, а также новыми средствами его диагностики позволяет решать сложные задачи дальнейшего повышения технического уровня пути и высокоэффективного его обслуживания с должным качеством и ресурсосбережением.

Программой развития путевого комплекса конкретными основными направлениями, обеспечивающими решение указанных стратегических задач, являются следующие:

а) максимальное расширение полигона бесстыкового пути и стрелочных переводов на железобетонном подрельсовом основании с упругими промежуточными скреплениями и длинными (до блок-участков и перегонов) рельсовыми плетями при высоком качестве их сварки. Применение такой конструкции верхнего строения в сочетании со щебнем повышенного качества, укреплением земляного полотна, с реализацией высоких технологий ремонтов и содержания пути современными механизированными комплексами обеспечит увеличение межремонтных сроков всех видов ремонтов на 20—25 %;

б) изменение системы текущего содержания пути, основу которой должны составлять надзор за его состоянием и устранение только тех неисправностей, которые вызывают необходимость ограничения скоростей движения поездов. Остальные работы по восстановлению стабильности пути — более 55 % при железобетонных шпалах и более 35 % при деревянных — будут выполняться механизированными комплексами, которых на дорогах России порядка 120. В связи с этим будут корректироваться нормы затрат рабочей силы на текущее содержание и реорганизовываться структурные формы дистанций пути со снижением численности их подразделений с одновременным увеличением зоны обслуживания;

в) обеспечение концентрации и качества обслуживания и ремонта путевой техники в создаваемых специализированных подразделениях, которых в настоящее время на сети 35, а также вывод из эксплуатации малопроизводительных и устаревших машин. Это

позволит увеличить выработку комплексов на 10—15 % за счет повышения надежности техники и уменьшения ее простоев в неплановых ремонтах и одновременно сократить на 3,2 тыс. чел. персонал, занятый на обслуживании средств механизации.

г) рационализация системы управления путевым комплексом на основе внедрения компьютерных технологий, развития системы мониторинга состоянием пути дорожными центрами диагностики по информации мобильных путеизмерительных, дефектоскопных и средств диагностики земляного полотна;

д) расширение объемов использования старогодных материалов и, прежде всего, повторное использование рельсов с восстановлением их ресурса, как в пути — профильной шлифовкой, снижением интенсивности бокового износа лубрикацией их в кривых, так и на специализированных стационарных линиях рельсосварочных предприятий.

Достижение указанных целей осуществляется с 2001 г. в соответствии с Концепцией реформирования до 2010 г. организационной структуры путевого комплекса.

В настоящее время завершаются первые два этапа этой Концепции, включающие в себя внедрение скорректированных норм содержания пути и контроля рельсов, новой компьютерной системы учетно-отчетной документации путевого хозяйства, реорганизацию подразделений, основную протяженность которых составляет путь на железобетонном подрельсовом основании, совершенствование системы эксплуатации и ремонта средств механизации путевых работ.

На третьем этапе в период 2005—2010 гг. по мере расширения полигона пути на железобетонном основании, снижения дефектности элементов верхнего строения пути и земляного полотна, улучшения состояния вагонного парка проводится реорганизация оставшихся подразделений и увеличение зон обслуживания на текущем содержании пути. Структура будет вводиться, прежде всего, на участках, где в основном уложены железобетонные шпалы и выполнены работы по оздоровлению пути с глубокой очисткой или нет просрочки нормативов среднего ремонта. На этих участках в последующем должна обеспечиваться периодичность ремонтов и планово-предупредительной выправки в соответствии с установленными нормативами с учетом фактического состояния пути. На указанных участках в приоритетном порядке должны про-

водиться работы по удлинению плетей, укладке стрелочных переводов на железобетонных брусках, изолирующих стыков из композитных материалов, настилов переездов из износостойких материалов, применяться агрегаты для химического уничтожения растительности и другие работы, обеспечивающие максимальное сокращение числа неотложных неисправностей пути, а также оснащение штатными средствами передислокации бригад, мобильной связи и механизации работ.

Дистанция пути остается основным подразделением по текущему содержанию пути, основу которого будет составлять надзор за его состоянием и выполнение неотложных и первоочередных работ, а также обслуживание моторно-рельсового транспорта, автотранспорта, путевого инструмента, лубрикаторов, устройств очистки стрелок и другого напольного оборудования.

Основным структурным подразделением дистанции пути должен стать укрупненный участок без деления на линейные отделения и околотки под руководством начальника участка (ПЧУ). При наличии крупных станций для их обслуживания в зависимости от местных условий могут быть сохранены линейные отделения или созданы специализированные бригады.

На однопутных линиях длина участка должна составлять в зависимости от состояния пути и местных условий, в частности, числа малых станций 70—90 км, на двухпутных она может быть увеличена до 120—150 км развернутой длины главных путей. В зону обслуживания ПЧУ должно входить, как правило, не более одной участковой или грузовой станции. При наличии сортировочных, пассажирских и крупных грузовых станций организуется отдельный эксплуатационный участок. При протяженных участках главных и подъездных путей на деревянных шпалах на них могут быть сохранены до замены на железобетонное подрельсовое основание рабочие отделения, а при необходимости околотки.

Длина зоны обслуживания бригады по неотложным работам и бригадира по проверке пути на однопутном участке 35—45 км, на двухпутном — 60—75 км и не более трех промежуточных станций.

В зимний период в зависимости от климатических условий укрупненные бригады направляются на снегоборьбу или на их основе организуются дополнительные бригады по неотложным работам.

После образования региональных управлений по содержанию пути или укрупненных дистанций пути участковые бригады по планово-предупредительным работам упраздняются, кроме бригад, обслуживающих станции. На них формируются региональные колонны по планово-предупредительным работам на текущем содержании пути. На участках вместо них создаются бригады по 10—12 человек для выполнения крупных по объему первоочередных работ.

Осмотры пути и сооружений осуществляются в соответствии с Инструкцией по текущему содержанию железнодорожного пути, ЦП-774, утвержденной 01.07.2000 г.

Перегонный участок в зависимости от местных условий должен быть укомплектован путеремонтной летучкой, мотовозом с крановой установкой и кабиной для доставки бригад, а на два участка выделяться пассажирская автомотриса и грузопассажирская дрезина, оборудованная крановой установкой со сменными рабочими органами для работ по земляному полотну и балласту. За крупными станциями закрепляется мотовоз с краном и автолетучка.

При этом возможны следующие организационные структуры эксплуатационных участков.

Структура 1 — перегонная (рис. 1.2), при которой в эксплуатационные участки входят промежуточные станции.

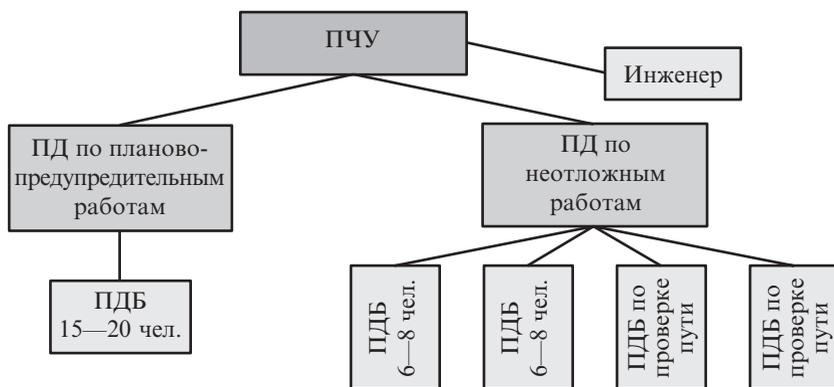


Рис.1.2. Перегонная организационная структура 1 эксплуатационного участка пути, в который входят промежуточные станции:

ПЧУ — начальник участка дистанции пути; ПД — дорожный мастер; ПДБ — бригадир

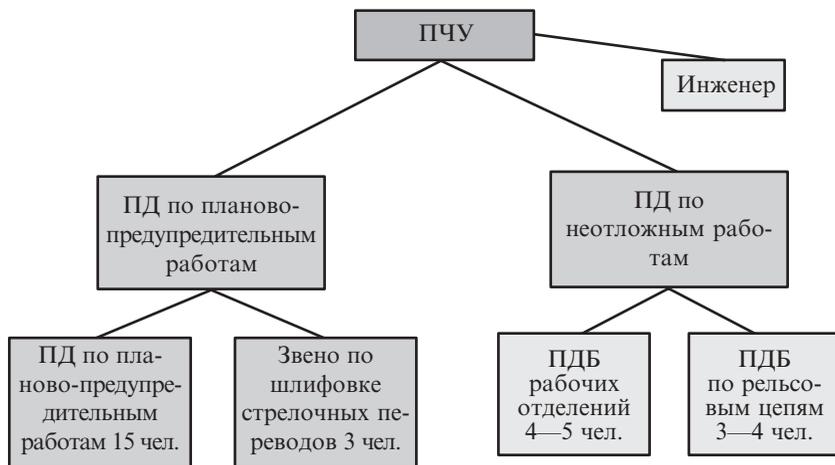


Рис.1.3. Перегонная организационная структура 2 эксплуатационного участка дистанции пути с участковой или грузовой станцией:

ПЧУ, ПД, ПДБ — см. рис. 1.2; ПДС — старший дорожный мастер

Структура 2 — перегонная с участковой или грузовой станцией (рис. 1.3).

В зависимости от местных условий (наличие железобетонных шпал и брусьев, состояние металлических частей стрелочных переводов) вместо рабочих отделений или в сочетании с ними на участковой станции могут организовываться специализированные бригады по содержанию стрелочных переводов, станционных путей, рельсовых цепей.

Структура 3 — станционная (рис.1.4). По этой структуре организуется работа участков, обслуживающих пассажирские, сортировочные и крупные грузовые станции.

Количество рабочих отделений определяется местными условиями и состоянием стрелочных переводов и станционных путей.

С переходом на новые организационные структуры конкретизируются основные должностные обязанности следующим образом:

ПЧУ осуществляет руководство участком, планирует и организует совместно с дорожными мастерами планово-предупредительные и крупные по объему первоочередные и неотложные работы, контролирует их качество. В его распоряжении находится

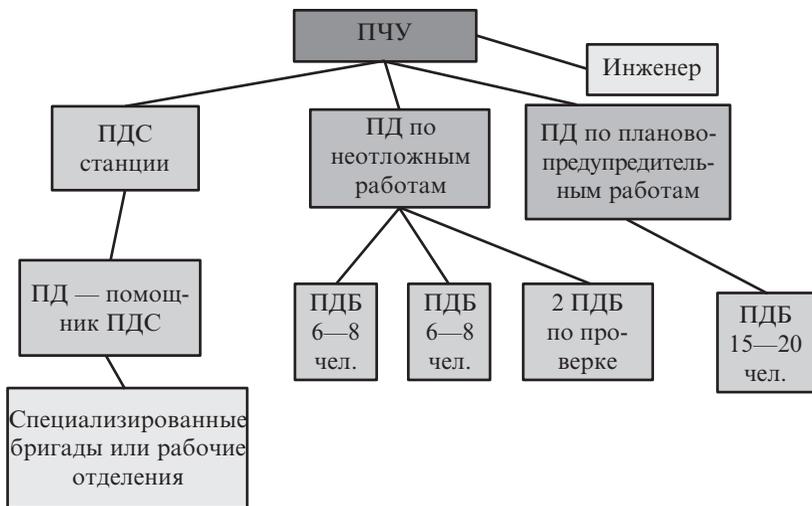


Рис.1.4. Станционная организованная структура 3 эксплуатационного участка с пассажирской или сортировочной или крупной грузовой станцией: ПЧУ, ПД, ПДБ — см. рис. 1.2

инженер, который ведет материальную и техническую документацию, расчет заработной платы.

ПЧУ несет полную ответственность за безопасность движения и технику безопасности, а также материальную ответственность в пределах участка.

ПД по плано-предупредительным работам руководит их производством совместно с подчиненным ему бригадиром пути. Работы выполняются с применением механизированного инструмента или с комплексом машин целой или разделенной на части бригадой. Силами этой бригады выполняются также наиболее крупные по объему первоочередные работы. Все работы ведутся по месячным планам, разрабатываем ПЧУ, при этом график и объемы плано-предупредительных работ утверждаются дистанцией пути с учетом выделения необходимой техники и материалов.

ПД и ПДБ по плано-предупредительным работам несут ответственность за их качество и сроки выполнения, а также за безопасность движения и технику безопасности в период их производства.

ПД по неотложным работам организует проверку состояния пути, сооружений и переездов в пределах всего участка и устранение неотложных неисправностей, обнаруженных при осмотрах, а также проведение небольших по объему первоочередных работ по заданию ПЧУ. Проводит осмотр по графику, утвержденному начальником дистанции пути. Часть проверок проводится совместно с ПДБ по проверке пути. ПД по неотложным работам участвует в месячных осмотрах станций, проверяет путь с поезда или дрезины. ПД по неотложным работам несет ответственность за качественное и своевременное устранение неотложных неисправностей, замену острodefектных рельсов, выдачу предупреждений при обнаружении отступлений, угрожающих безопасности движения, работу дежурных по переездам и соблюдение графика проверок пути и переездов, за безопасность движения и технику безопасности при производстве неотложных работ.

ПДБ по неотложным работам ведут устранение неотложных неисправностей в соответствии с заданиями ПД по неотложным работам и несут ответственность за качественное и в заданных объемах выполнение работ, а также обеспечение безопасности движения и технику безопасности во время их производства.

ПДБ по проверке пути проводят осмотры пути и переездов на закрепленных участках в сроки, установленные нормативами, сопровождают дефектоскопные тележки и моторисы, производят отбраковку шпал, измерение износа рельсов и металлических частей стрелочных переводов, ведут запись в книге установленной формы всех обнаруженных неотложных неисправностей, отмечают при последующих осмотрах их устранение и качество выполненных работ, ежедневно передают ПД обнаруженные при осмотре неотложные неисправности и их устранение в соответствии с планом. При обнаружении острodefектных рельсов совместно с ПД организуют их замену, а при обнаружении неисправностей, требующих ограничения скорости или закрытия движения, производят выдачу через ДСП, поездного диспетчера или дежурного дистанции пути соответствующих предупреждений и ограждение опасного места.

ПДБ по проверке пути несут ответственность за соблюдение графика проверки пути, качество осмотров, своевремен-

ную передачу результатов осмотра ПД и выдачу необходимых ограничений скорости, закрытие движения при обнаружении неисправностей, угрожающих безопасности движения поездов.

ПЧУ и ПД по неотложным работам сопровождают путеизмерительные вагоны.

ПДС станции — старший дорожный мастер — несет полную ответственность за безопасность движения и технику безопасности по своему участку, руководит работой подчиненных ему ПД и ПДБ, осуществляет проверки пути и стрелочных переводов по графику, утвержденному ПЧ, отчитывается за работу перед ПЧУ.

Реорганизация работы ПМС в соответствии с Концепцией предусматривает выполнение ими всех ремонтных работ с формированием в каждой из них дополнительных колонн в составе 70—80 человек за счет контингента, сокращаемого (в среднем на 14 %) в дистанциях пути и передаваемого путевым машинным станциям. Работа этих колонн по мере их формирования и дооснащения средствами механизации будет организована по региональному принципу с обслуживанием в среднем трех дистанций пути.

Региональные колонны ПМС должны быть снабжены автобусами, автолечучками для перевозки инструмента и доставки пищи и автомотрисами в зависимости от местных условий.

В целом по ПМС должен быть проработан вопрос по переходу на вахтовый метод работы и оснащению их жилыми вагонами и передвижными мастерскими, бензовозами для заправки машин и механизмов горючим на фронтах работ.

На последнем этапе реорганизации за счет снижения объемов ремонтных работ на 15 % и трудоемкости работ в результате внедрения новых средств механизации работ должно быть проведено сокращение монтеров пути ПМС на 20—30 %.

На этом же этапе будет рассмотрен вопрос о целесообразности укрупнения ПМС и соединения ПМС по ремонту пути и земляного полотна.

При образовании региональных управлений по содержанию пути или укрупненных дистанций, имеющих большой полигон пути на деревянных шпалах, создаются механизированные звенья для разрядки кустов негодных шпал, оснащенные специальными машинами. Кроме этого, они оснащаются комплексом для

проведения локальных первоочередных работ, в который должны входить моторный гайковерт и универсальная машина для выправки пути и стрелочных переводов. Для планово-предупредительных работ на текущем содержании пути комплексы выделяются специализированными предприятиями и работают с региональными колоннами.

Для ремонтных работ ПМС основная техника также должна быть сосредоточена в специализированных предприятиях дороги. На текущем обслуживании ПМС остается автотранспорт, тракторная техника, оборудование на базах, путевой инструмент и моторно-рельсовый транспорт.

Целесообразна кооперация по текущему обслуживанию этих видов техники между дистанциями пути и ПМС с созданием специализированных мастерских, курировать работу которых должна служба механизации путевых работ.

Глава 2

ОБЯЗАННОСТИ БРИГАДИРА ПУТИ

2.1. Общие обязанности

Должность бригадира пути является ключевой в путевом комплексе железных дорог. К 2005 г. на сети дорог России текущее содержание пути на 401 дистанции пути осуществляли около 15,5 тыс. бригадиров, возглавляли работы бригад монтеров пути при производстве ремонтов пути, выполняемых путевыми машинными станциями, порядка 800 бригадиров. Основная задача, выполняемая бригадами — руководство и организация производства работ по текущему содержанию и ремонтам пути, направленных на обеспечение состояния пути, соответствующего требованиям безопасного движения поездов с заданными размерами и скоростями.

Различные эксплуатационные условия, особенности работы конструкций пути определяют технические требования к их устройству и содержанию и предусматривают соответствующие системы надзора и контроля за их состоянием в процессе эксплуатации, а также выбор технологий и организации путевых работ. В связи с этим в соответствии с квалификационной характеристикой бригадир пути должен знать:

- устройство железнодорожного пути;
- габариты подвижного состава и приближения строений;
- нормы и допуски на устройство и содержание конструкций с учетом классов путей и эксплуатационных параметров (скоростей движения, грузонапряженности, нагрузок на ось подвижного состава), особенностей плана и профиля пути, влияние климатических факторов и др.;
- отступления и неисправности в состоянии рельсовой колеи, дефекты элементов пути и причины их образования;

— систему контроля и оценки состояния пути и его элементов по требованиям обеспечения безопасности движения;

— принципиальное устройство гидравлического и электрического инструмента и механизмов, путевых машин, состав машинизированных комплексов, применяемых при содержании и ремонтах пути;

— правила производства и рациональной организации путевых работ, выполняемых в соответствии с профессиональной компетенцией бригадира пути или под руководством дорожного мастера при текущем содержании, ремонтах пути, в том числе на подготовительном, основном и заключительном этапах их выполнения, а также на производственной базе ПМС.

Бригадир обязан знать Правила технической эксплуатации железных дорог, инструкции по текущему содержанию пути, искусственных сооружений, земляного полотна, по обеспечению безопасности движения при производстве путевых работ и др.

Свои профессиональные знания и практические навыки бригадир пути должен использовать при проведении инструктажа по охране труда и производственной санитарии монтеров пути, обходчиков, дежурных по переездам и других рабочих; при обучении работников бригад рациональным приемам выполнения работ непосредственно на рабочих местах.

Бригадир пути несет ответственность:

— за безопасность движения поездов на вверенном ему участке пути;

— за объективность первичного учета и отчетности в оценке технического состояния пути и путевых устройств;

— за выполнение объемов и качество работ, затрат на их производство и др.

Бригадир пути должен:

— уметь самостоятельно выполнять работы по содержанию пути, стрелочных переводов и путевых устройств, знать требования, предъявляемые к качеству работ; знать и применять нормы и расценки на путевые работы, уметь составлять график по текущему содержанию пути и оценке состояния пути и путевых устройств (ПУ-74), знать нормы и порядок оплаты труда, применяемые в бригаде;

— иметь при себе необходимые измерительные приборы, комплект ручных сигналов, Книгу записи результатов проверки пути,

сооружений и путевых устройств (ПУ-28), а при наличии на отделении стрелочных переводов — книгу записи результатов проверки стрелочных переводов и глухих пересечений (ПУ-29);

— хранить инструмент строгого учета в соответствии с инструкциями и указаниями; своевременно сдавать путевой измерительный инструмент в мастерские дистанции пути для проверки; периодически сверять наличие инструмента, инвентаря и материалов с отчетными данными.

Бригадир пути подчиняется непосредственно дорожному мастеру. Обязанности дорожного мастера временно на период его болезни, отпуска и в других случаях могут быть возложены на бригадира пути, выдержавшего соответствующие испытания.

2.2. Обязанности по осмотру пути и сооружений, планированию и выполнению работ

Бригадир пути обязан:

— не реже двух раз в каждую половину месяца, в дни, установленные начальником дистанции пути, производить осмотр и проверку пути и стрелочных переводов по ширине колеи и уровню, осмотр состояния изолирующих элементов и рельсовых соединителей электрических рельсовых цепей, а также осмотр всех сооружений земляного полотна, переездов и других путевых устройств; выявлять неисправности и причины их возникновения и намечать работы по их устранению. При этом одна из проверок производится совместно с дорожным мастером. Кроме того, под руководством дорожного мастера он должен в установленные сроки производить сплошной осмотр рельсов и креплений, а также металлических частей стрелочных переводов;

— проверять по мере необходимости лично или через назначаемых им работников путь и сооружения в период дождей, пропуска весенних и ливневых вод, метелей, сильных морозов, роста пучин и их осадки, резкого повышения температур, деформации земляного полотна;

— обеспечивать раз в сутки осмотр пути и сооружений на участках, где упразднены путевые обходы, в соответствии с порядком, установленным начальником дистанции пути;

— сопровождать путеизмерительную и дефектоскопную тележки;

— выполнять работы по полумесячным графикам, составленным вместе с дорожным мастером по данным проверок состояния пути и сооружений.

После проверки пути путеизмерительным вагоном или путеизмерительной тележкой вписать все неисправности в Книгу записей результатов проверки пути, сооружений и путевых устройств и наметить сроки их устранения в зависимости от степени отступлений.

Бригадир пути на станции обязан:

— принимать участие в проводимой дорожным мастером и электромехаником СЦБ один раз в 4 недели проверке исправности изолирующих стыков, изоляции сержек остряков, стяжных полос, стрелочных гарнитур на стрелочных переводах, находящихся на главных и боковых путях, по которым осуществляется безостановочный пропуск поездов, и путях движения пассажирских поездов; такую же проверку проводить с электромонтером СЦБ один раз в 3 мес. на остальных стрелочных переводах;

— не реже одного раза в день проверять Журнал осмотра пути, стрелочных переводов, устройств СЦБ, связи и контактной сети и принимать меры по устранению выявленных неисправностей в соответствии с установленными сроками. После завершения работ сделать отметку об устранении неисправностей;

— после проведения месячного осмотра стрелочных переводов и станционных путей в полумесячном графике совместно с дорожным мастером запланировать работы по устранению выявленных неисправностей, угрожающие безопасности движения поездов неисправности устранить немедленно.

При производстве путевых работ бригадир пути обязан:

— непосредственно руководить работой вверенной ему бригады, научить монтеров пути правильным высокопроизводительным приемам труда, передовой технологии производства работ, бережному отношению к механизмам, инструменту, инвентарю, рациональному и экономному расходованию материалов, добиваться высокого качества выполняемых работ;

— предварительно ознакомить бригаду с планом работ и провести инструктаж по правилам производства работ, технике безопасности и в дальнейшем контролировать их соблюдение;

— обеспечить высокую организацию труда и полное использование путевых машин и механизмов;

— перед перерывом на обед и окончанием работ привести путь в состояние, обеспечивающее безопасное следование поездов;

— убрать к концу рабочего дня материалы верхнего строения пути: скрепления — в специальный контейнер, запираемый на замок, рельсы и шпалы — в штабели с соблюдением габарита (в дальнейшем эти материалы должны быть перевезены в пункты постоянного хранения);

— к концу рабочего дня на основе графика и данных осмотров установить перечень и место работ на следующий день;

— для группы монтеров пути, выделяемой из состава бригады для выполнения самостоятельных работ, как правило, накануне, сделать разметку мест мелом на шпалах или на шейке рельса, где должны быть выполнены работы, и дать им необходимые выписки;

— ежедневно докладывать дорожному мастеру о выполненных работах за истекший день и согласовывать с ним работу на следующий день.

2.3. Обязанности по содержанию земляного полотна и верхнего строения пути

Бригадир пути обязан:

— производить в установленные сроки осмотры рельсов, скреплений, шпал, балластного слоя, земляного полотна, переездов, сооружений и своевременно выявлять и устранять возникающие неисправности;

— следить за своевременным отводом воды от земляного полотна, очисткой балластной призмы и обочины земляного полотна, производить очистку кюветов, нагорных и водоотводных канав;

— постоянно наблюдать за состоянием и работой дренажных сооружений и производить своевременную очистку отстойников смотровых колодцев, устоев и выпусков дренажей, ливневой канализации;

— обеспечить содержание пути по ширине колеи, уровню и направлению в плане на прямых и кривых участках пути согласно установленным нормам и допускам;

— не допускать угона пути, который является одной из основных причин его расстройств, следить за правильной работой противоугонных устройств;

- следить за исправной работой рельсосмазывателей;
- обеспечить плотное закрепление и смазывание стыковых, клеммных и закладных болтов, добивку костылей;
- особое внимание уделять содержанию стыковых зазоров, исправному состоянию изолирующих стыков, изолирующих и амортизирующих деталей, наличию и исправности стыковых соединителей.

На участках бесстыкового пути бригадир пути должен:

- обеспечивать постоянное натяжение стыковых, клеммных и закладных болтов;
- проверять правильность положения бесстыкового пути в плане при помощи бинокля или другого оптического прибора;
- установить дополнительные осмотры и наблюдения за состоянием бесстыкового пути при температуре рельсов летом, близкой к максимальной расчетной, а зимой — минус 30 °С и ниже, в жаркие летние дни следить за положением пути в плане, зимой при низких температурах — за целостностью стыков, рельсов в местах сварки и на длине 1 м от них;
- строго соблюдать специальные требования, изложенные в Технических указаниях по укладке и содержанию бесстыкового пути, при выполнении работ, вызывающих снижение устойчивости пути;
- не допускать осыпания балласта по откосам призмы, уменьшения установленного плеча балластной призмы и недостаточного заполнения балластом шпальных ящиков.

По содержанию покилометрового запаса материалов бригадир пути обязан:

- обеспечивать постоянное наличие неснижаемого запаса материалов верхнего строения пути;
- хранить материалы покилометрового запаса в специально отведенных местах с обязательным указанием количества и типа материала;
- укладывать в покилометровый запас рельсы после тщательной их проверки и маркировки с указанием группы, типа и длины;
- рельсы покилометрового запаса должны периодически укладываться в путь, при разности в износе путевых рельсов и рельсов, находящихся в запасе, не более 1 мм;
- осматривать одиночно снятые с пути острodefектные и defектные рельсы и в день их снятия замаркировать установленным порядком.

2.4. Обязанности по содержанию стрелочных переводов

На стрелочных переводах при техническом содержании бригадир пути обязан:

— содержать стрелочные переводы в плане, по шаблону и уровню в соответствии с установленными нормами и с соблюдением допусков износа металлических частей;

— следить, чтобы все брусья были плотно подбиты и все части перевода тщательно пригнаны;

— проверять один раз в неделю совместно с электромехаником СЦБ плотность прилегания острияков к рамному рельсу и при обнаружении неисправности принимать срочные меры для их устранения; а также проверять плотность прилегания острияков к стрелочным подушкам, соответствие длины упорных накладок;

— следить, чтобы все части стрелочного перевода удовлетворяли требованиям технических условий;

— следить за прочностью соединения контррельсов с путевыми рельсами и шириной желобов в крестовине и корне острияков;

— не допускать угона стрелочных острияков и перекосов стрелочных рам;

— следить за регулярным смазыванием трущихся частей стрелочных переводов и болтов, за креплением элементов в местах установки изолирующих деталей, своевременно очищать их от металлической пыли, грязи и т.д.;

— обеспечивать своевременно отвод воды от стрелочных переводов;

— при содержании стрелочных переводов с подвижным сердечником обеспечивать плотность прилегания к усовику, стрелочным подушкам и упорным накладкам;

— не допускать продольного угона поворотного сердечника по отношению к усовику и рельсов сердечника относительно друг друга.

2.5. Обязанности по содержанию искусственных сооружений

На искусственных сооружениях бригадир пути обязан:

— содержать путь в пределах искусственных сооружений и на подходах к ним в соответствии с действующими инструкциями,

принимая необходимые меры для безопасного движения поездов с установленными скоростями;

— не допускать укладку на мостах и в тоннелях разных типов рельсов и рельсовых рубок;

— очищать элементы мостового полотна от загрязнения; очищать трубы, лотки, водобойные колодцы, русла от наносов и засорителей; очищать и смазывать уравнильные приборы;

— следить за правильным отводом воды из балластного корыта на мостах и из балластной призмы в тоннелях;

— содержать в исправном состоянии противопожарный инвентарь, пополнять запасы воды и песка на малых и средних мостах;

— подготавливать малые искусственные сооружения к зиме, пропуску ледохода, весенних и ливневых вод.

2.6. Обязанности по содержанию пути и обустройств на электрифицированном участке и на участке с автоблокировкой

Бригадир пути обязан на электрифицированных участках и оборудованных автоблокировкой:

— при производстве работ на пути с устройствами энергоснабжения и СЦБ руководствоваться Правилами безопасности для работников железнодорожного транспорта на электрифицированных линиях;

— производить согласно графику и результатам ежемесячных осмотров, но не реже одного раза в год, переборку механических изолирующих стыков с осмотром всех изолирующих деталей и заменой дефектных;

— не допускать повреждений стыковых соединителей, своевременно пополнять недостающие и немедленно заменять дефектные;

— не допускать угона рельсов в изолирующих стыках, при необходимости дополнительно закреплять путь от угона на подходах к этим стыкам;

— для обеспечения изоляции рельсовых нитей производить подрезку балласта и постоянно следить, чтобы зазор между подошвой рельса и верхом балласта был не менее 3 см при деревянных шпалах, а при железобетонных — содержать балластный слой в одном уровне с верхней постелью средней части шпал;

— содержать настил на переезде внутри колеи на 3—4 см выше головки рельса.

2.7. Обязанности по содержанию переездов

Бригадир пути обязан при техническом содержании переездов:

— следить за исправным содержанием и работой переездных устройств и механизмов в соответствии с Инструкцией по устройству и обслуживанию переездов;

— проверять не реже одного раза в неделю состояние всех обустройств переезда; особое внимание следует обращать на состояние проезжей части, желобов, настила, габаритных ворот; на действие автоматических и неавтоматических с электроприводом шлагбаумов ручного действия, автоматической светофорной, оповестительной и заградительной сигнализации; на видимость и исправность знаков и сигналов; исправность работы связи;

— проверять не реже одного раза в неделю работу дежурных по переезду, о результатах проверок и данных указаниях делать запись в Книгу приема и сдачи дежурств и осмотра устройств на переезде и докладывать дорожному мастеру;

— обеспечивать безопасность движения поездов при пропуске через переезд по разрешению начальника дистанции пути крупногабаритных, тихоходных, особо тяжелых и длинномерных транспортных единиц, машин и механизмов, размеры и скорость которых определены Правилами дорожного движения.

2.8. Обязанности при пропуске весенних и ливневых вод

Бригадир пути обязан при техническом содержании пути:

— иметь перечень и знать все места, подверженные размывам во время ливней и прохода весенних вод;

— подготовить земляное полотно и его обустройства к проходу весенних и ливневых вод;

— производить очистку от снега откосов малоустойчивых и больных насыпей и выемок, вскрытие кюветов;

— ежедневно осматривать путь, земляное полотно, балластный слой и искусственные сооружения;

— обеспечить постоянный надзор за подверженными размывам местами, больными и неустойчивыми участками земляного полотна; в местах, требующих непрерывного наблюдения при угро-

зе затопления или размыва, выставить дежурных с сигналами для принятия мер к остановке поезда;

— при необходимости в случае повреждения немедленно оградить опасное место сигналами остановки, сообщить дежурному по станции, дать заявку о выдаче предупреждения и известить о случившемся дорожного мастера; до прибытия дорожного мастера организовать доставку к месту повреждения необходимых материалов и приступить к работам по восстановлению;

— принимать другие необходимые меры для предупреждения возникновения размывов и деформаций;

— выполнять все требования, предусмотренные Инструкцией по подготовке сооружений путевого хозяйства и объектов водоснабжения к ледоходу и пропуску весенних и ливневых вод.

2.9. Обязанности по путевым работам в зимнее время

При подготовке к работе в зимнее время бригадир пути обязан:

— подготовить своевременно к работе в зимних условиях земляное полотно, водоотводные сооружения, верхнее строение пути, искусственные сооружения, все обустройства путевого хозяйства, средства снегозащиты и борьбы со снежными заносами, заготовить в необходимом объеме пучинный материал;

— завершить до замерзания балластного слоя работы по выправке, подбивке, рихтовке пути, разрядке кустовой негодности шпал и замене дефектных креплений;

— установить колья для снеговых щитов, после замерзания грунта установить снеговые щиты;

— подготовить переезды, главные и станционные пути для беспрепятственного пропуска снегоочистительной и снегоуборочной техники;

— установить временные сигнальные знаки, ограждающие места препятствий, для работы снегоочистителей;

— производить подрезку балласта в шпальных ящиках во избежание подшунтирования рельсов зимой;

— во время метелей и снегопадов следить за состоянием щитовых линий и принимать меры к недопущению заносов пути;

— организовать своевременную очистку от снега централизованных стрелочных переводов;

— после окончания метелей тщательно осмотреть снегозащитные ограждения и при необходимости немедленно организовать текущий ремонт переносных щитов и постоянных заборов, своевременно поднимать или переставлять снеговые щиты;

— знать все места земляного полотна, подверженные пучению, проводить дополнительные осмотры и проверки пути в периоды роста и осадки пучин и вести за ними систематические наблюдения;

— своевременно выполнять работы по исправлению пути на пучинах и замену вышедших из строя пучинных подкладок, обеспечивая безопасное движение поездов;

— иметь на рабочих отделениях со значительным числом высоких пучин на период декабрь — март неснижаемый запас пучинных материалов в размере 25 % от годовой потребности.

2.10. Обязанности по содержанию полосы отвода и противопожарным мероприятиям

Бригадир пути обязан при текущем содержании полосы отвода:

— не допускать самовольного занятия полосы отвода для огородов, раскопок и возведения сооружений;

— следить за наличием и исправностью путевых и сигнальных знаков границы полосы отвода, сохранностью постоянных заборов и снеговых щитов;

— организовать вырубку кустарника, находящегося в полосе отвода и ухудшающего условия видимости, а также отдельных деревьев, угрожающих падением на железнодорожный путь во время сильных ветров, ураганов и т. д.;

— следить за содержанием полосы отвода в чистоте и культурном состоянии.

В отношении пожарной безопасности бригадир пути должен:

— не допускать разведения костров и сжигания травы в полосе отвода посторонними лицами;

— обеспечивать содержание штабелей шпал, брусьев, снегозащитных щитов и кольев с соблюдением правил пожарной безопасности;

— содержать в исправном состоянии противопожарный инвентарь в служебных помещениях;

— при обнаружении пожара в полосе отвода или вблизи от нее принять меры к тушению пожара и предотвращению распространения огня;

— срочно сообщить о пожаре дорожному мастеру и дежурному по станции.

2.11. Обязанности при обнаружении неисправностей пути, сходах и столкновениях подвижного состава и других происшествиях

При отсутствии дорожного мастера бригадир пути должен сопровождать до места препятствия первый поезд и установить условия его дальнейшего следования при получении уведомления от дежурного по станции о неисправности пути на перегоне или о препятствии на нем. После осмотра пути или сооружения он должен установить порядок и условия движения последующих поездов; в случае необходимости дать заявку о выдаче на поезда предупреждений.

В случае получения извещения о сходе или столкновении подвижного состава бригадир пути должен немедленно отправиться с бригадой, инструментом и сигналами на место происшествия и по указанию руководителя работ приступить к работам по восстановлению движения поездов. При этом необходимо вести работы по ликвидации последствий схода или столкновения подвижного состава таким образом, чтобы не были уничтожены следы и признаки, по которым можно установить причину происшествия.

При обнаружении раненого или мертвого человека на пути или в полосе отвода бригадир пути должен оказать первую помощь пострадавшему, сообщить в медицинский пункт или вызвать скорую помощь, а при их отсутствии принять меры к остановке поезда для отправления пострадавшего до ближайшего медицинского пункта; не трогать руками обнаруженное мертвое тело, если оно не может быть задето подвижным составом. В противном случае погибшего необходимо перенести на обочину пути, по возможности не меняя его положения; немедленно известить о случившемся дежурного по ближайшей станции, дорожного мастера, начальника или заместителя начальника дистанции пути.

2.12. Перечень прав бригадира пути

Бригадир пути имеет право:

— прохода по путям и доступа ко всем сооружениям в пределах околотка (участка);

— останавливать все поезда, включая пассажирские, в случае угрозы их движению, с целью экстренной передачи извещения на ближайшую станцию о наличии препятствия для нормального движения поездов, при необходимости посадки больного (раненого), нуждающегося в помощи;

— отстранять от исполнения обязанностей подчиненных ему монтеров пути, обходчиков железнодорожных путей и искусственных сооружений, дежурных по переезду и других подчиненных ему работников за нарушения правил ограждения места работ, при которых создается угроза безопасности движения поездов, а также правил техники безопасности;

— отстранять от работы лиц, находящихся в нетрезвом состоянии;

— ходатайствовать перед вышестоящим руководителем о применении мер дисциплинарного взыскания к подчиненному работнику, совершившему дисциплинарный проступок;

— представлять находящихся в его подчинении работников на повышение разряда, на установление надбавок за высокое профессиональное мастерство, на поощрение.

Глава 3

ГАБАРИТЫ И ГАБАРИТНЫЕ РАССТОЯНИЯ

3.1. Габариты приближения строений и подвижного состава

Все сооружения и устройства (светофоры, опоры контактной сети, столбы осветительных линий, пассажирские и грузовые устройства, служебные здания и др.) должны быть построены и размещены на таком расстоянии от железнодорожного пути, чтобы обеспечивалось свободное и безопасное следование подвижного состава с учетом допускаемых наибольших скоростей. Расположение указанных сооружений и устройств по отношению к путям, а также расстояния между соседними путями определяются установленным Государственным стандартом габаритами приближения строений (C и $C_{п}$) и габаритом подвижного состава.

Габарит приближения строений — предельное поперечное (перпендикулярное оси пути) очертание, внутрь которого, кроме подвижного состава, не должны заходить никакие части сооружений и устройств, а также лежащие около пути материалы и различное оборудование. Исключения могут составлять лишь части устройств, предназначенных для непосредственного взаимодействия их с подвижным составом (вагонные замедлители в рабочем положении, подвагонные толкатели на сортировочных горках, контактные провода с деталями крепления и др.). Однако при этом положение указанных устройств и сооружений во внутригабаритном пространстве должно быть увязано с частями подвижного состава, с которыми они могут взаимодействовать, но без касания с другими элементами.

Сооружения и устройства общей сети железных дорог с колеями 1520 мм и подъездных путей с этой же колеей от станции примыкания до территории промышленных и транспортных предприятий должны удовлетворять требованиям габарита С (рис. 3.1). Размеры габарита приближения строений по горизонтали измеряются от оси пути, а по вертикали — на уровне верха головок рельсов снаружи колеи и на высоте 50 мм над уровнем головок рельсов внутри колеи. Размеры левой части габарита С применяют на станциях, правую — на перегонах.

Наименьшее расстояние от оси пути в габарите С составляет 3,1 м. Оно учитывает необходимость создания возможностей для работы путевых машин с выносными крыльями типа снегоочистителей — стругов и т.п. Этим же размером определяются требования к расположению заборов вдоль пути, опор контактной сети, воздушных линий связи и СЦБ, путепроводов. Кроме того, требуется, чтобы фундаменты зданий, опор, кабели и другие не относящиеся к пути сооружения на перегонах располагались не бли-

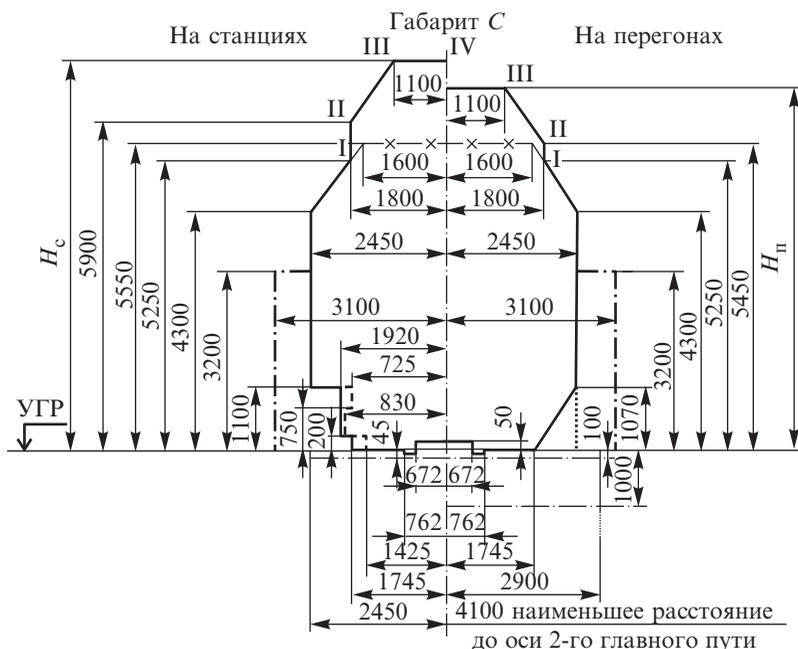


Рис. 3.1. Габарит приближения строений С

же 2,9 м от оси пути по горизонтали и не ближе 1 м от уровня головок рельсов по вертикали.

Очертание нижней части габарита C на станциях учитывает необходимость размещения высоких пассажирских платформ (для удобства посадки и высадки) на уровне 1100 мм, т. е. в непосредственной близости от уровня пола пассажирских вагонов, и низких платформ — на уровне 150—200 мм. Соответственно горизонтальные расстояния от оси пути составляют до высоких платформ — 1920 мм, до низких — 1745 мм.

Сооружения и устройства, находящиеся на территории и между территориями заводов, фабрик, депо, грузовых районов, речных и морских портов, шахт, складов, электростанций и других промышленных и транспортных предприятий (в том числе ОАО «РЖД») должны удовлетворять требованиям несколько облегченного габарита приближения строений C_{II} .

Габарит C_{II} отличается от габарита C по высоте (5500 мм) непосредственно на территории предприятий, отдельными размерами по ширине в меньшую сторону, однако с соблюдением основных размеров от оси пути (3100 и 2450 мм).

На железных дорогах установлены также очертания для нижней части габарита приближения строений — двойных перекрестных стрелочных переводов, горочных вагонных замедлителей; для верхней части — минимально допустимые зазоры между контактным проводом, токоприемником и подвижным составом, а так же для нижней части всех габаритов подвижного состава.

Габарит подвижного состава — предельное поперечное (перпендикулярное оси пути) очертание, в котором, не выходя наружу, должны помещаться как груженный, так и порожний подвижной состав, установленный на прямом горизонтальном пути.

Основными габаритами подвижного состава являются габарит 1-Т (рис. 3.2) и габарит Т (рис. 3.3). Габарит 1-Т для подвижного состава, допускаемого к обращению на всей сети железных дорог, по ширине 3400 мм и высоте 5300 мм меньше аналогичных размеров габарита приближения строений C (ширина 4900 мм, высота — от 6250 до 6900 мм). Габарит Т для подвижного состава, допускаемого к обращению по отдельным участкам реконструированных линий, имеет ширину, увеличенную до 3700 мм, но также удовлетворяющую с запасом требованиям габарита C .

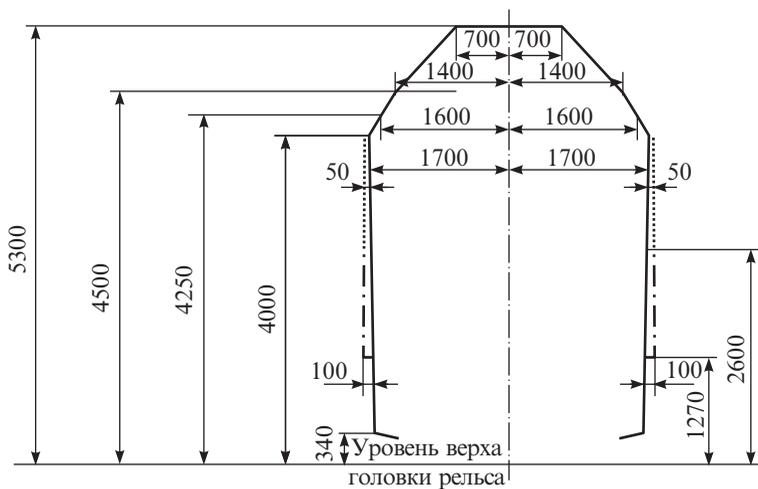


Рис. 3.2. Габарит подвижного состава 1-Т:

..... — только для сигнальных устройств; - - - - для выступающих частей (поручней, подлокотников, козырьков для стока воды и др.)

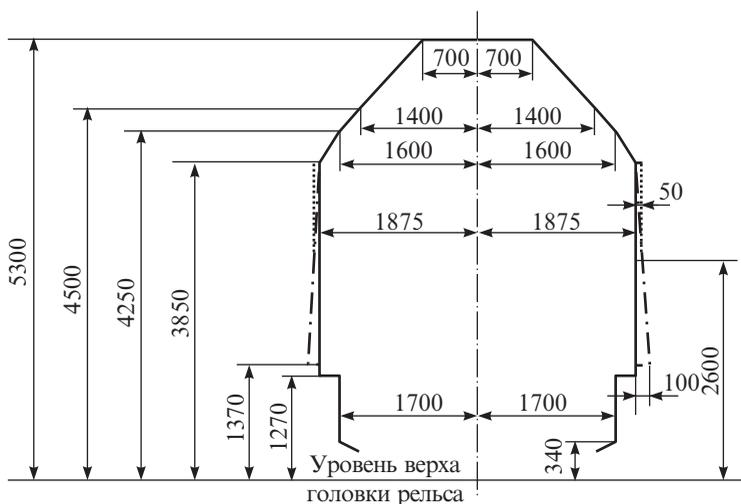


Рис. 3.3. Габарит подвижного состава Т:

..... — только для сигнальных устройств; - - - - для выступающих частей (поручней, подлокотников, козырьков для стока воды и др.)

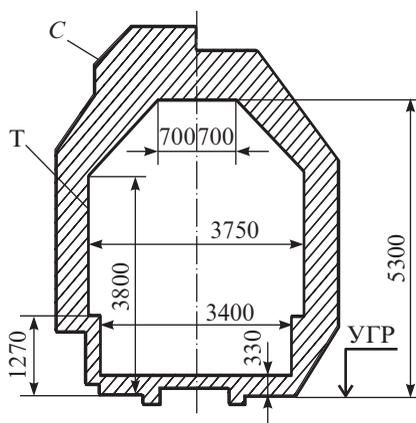


Рис. 3.4. Совмещенные габариты приближения строений и подвижного состава

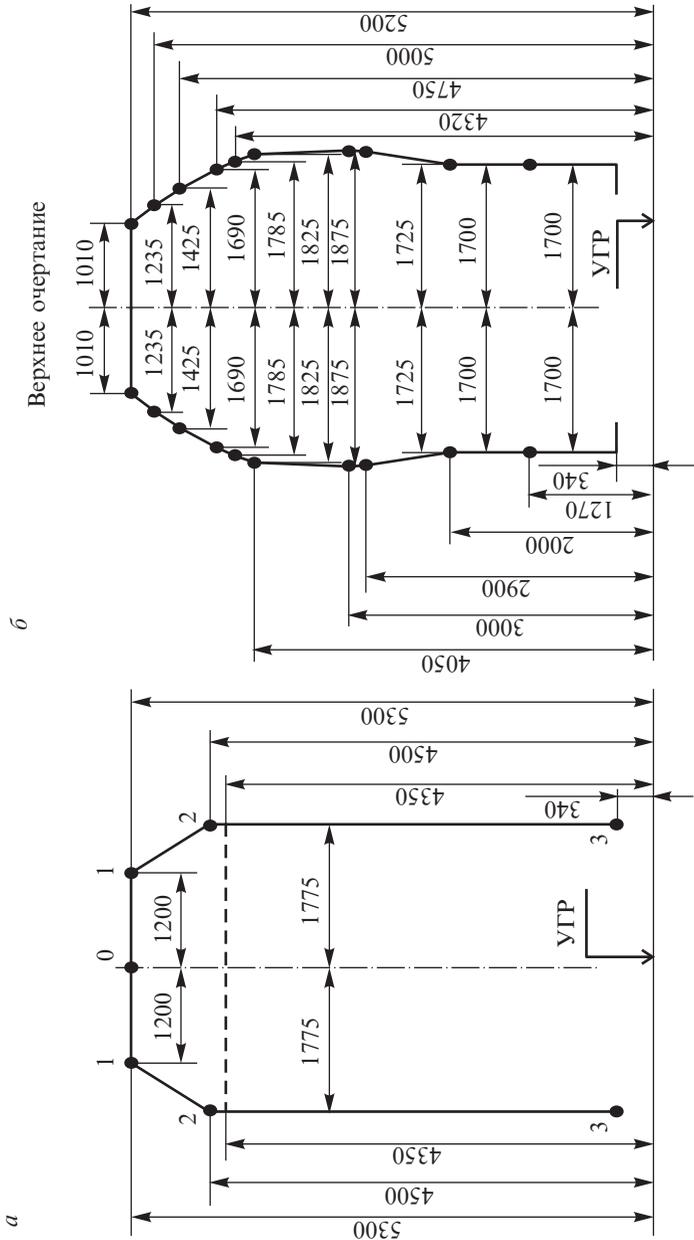
Пространство между габаритами приближения строений и подвижного состава, иначе междугабаритное пространство (рис. 3.4), необходимо для того, чтобы в его пределах вполне безопасно для сооружений и устройств могли происходить различные смещения подвижного состава, вызываемые возможными отклонениями в состоянии отдельных элементов пути, а также боковыми колебаниями и наклонами подвижного состава на рессорах.

Кроме габаритов 1-Т и Т существуют более низкие по высоте и узкие по ширине габариты подвижного состава 0-Т, 01-Т, 02-Т и 03-Т, предназначенные для обращения поездов как на сети отечественных железных дорог, с широкой колеей (1520, 1524 мм), так и на дорогах других стран с нормальной колеей (1435 мм). Для перспективного подвижного состава, в том числе с повышенной погонной нагрузкой введены дополнительные габариты (рис. 3.5): $T_{\text{пр}}$ — для всех типов грузовых вагонов, и $T_{\text{ц}}$ — для восьмиосных цистерн. Эти габариты являются промежуточными между Т шириной 3750 мм и 1-Т шириной 3400 мм.

3.2. Габарит погрузки

Габарит погрузки — предельное поперечное (перпендикулярное оси пути) очертание в котором, не выходя наружу, должен размещаться груз (с учетом упаковки и крепления) на открытом подвижном составе при нахождении его на прямом горизонтальном пути (рис. 3.6).

Грузы, которые выходят за пределы габарита погрузки на прямом горизонтальном пути, а так же в кривых участках пути, превышающие геометрический вынос расчетного вагона длиной 24 м с базой 17 м называются негабаритными.



Верхнее очертание

б

а

Рис. 3.5. Габариты подвижного состава $T_{пр}(a)$ и $T_{ц}(б)$

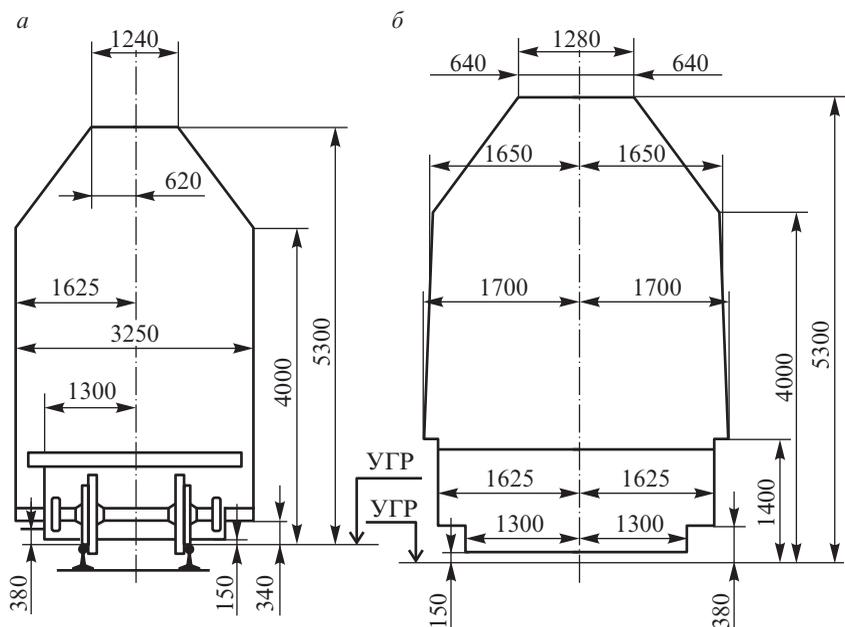


Рис. 3.6. Габариты погрузки:
 а — общесетевой, б — льготный

В связи с этим, в зависимости от высоты над уровнем головок рельсов, на которой груз выходит за габариты погрузки, установлены 3 зоны негабаритности (рис. 3.7):

нижняя — при выходе груза за габариты в пределах высоты от 380 до 1230 мм и от 1230 до 1400 мм от верха головки рельса;

боковая — на высоте от 1400 до 4000 мм;

верхняя — на высоте от 4000 до 5300 мм.

Для более точного определения условий пропуска грузов на двухпутных линиях введена также условная зона совместной боковой и верхней негабаритности на высоте 4000—4603 мм. В зависимости от величины выхода за габарит погрузки для верхней негабаритности установлены три степени, а для боковой и нижней — шесть степеней негабаритности.

Грузы, выходящие за пределы негабаритности, а также за габарит погрузки на высоте 5300 мм, называются сверхгабаритными.

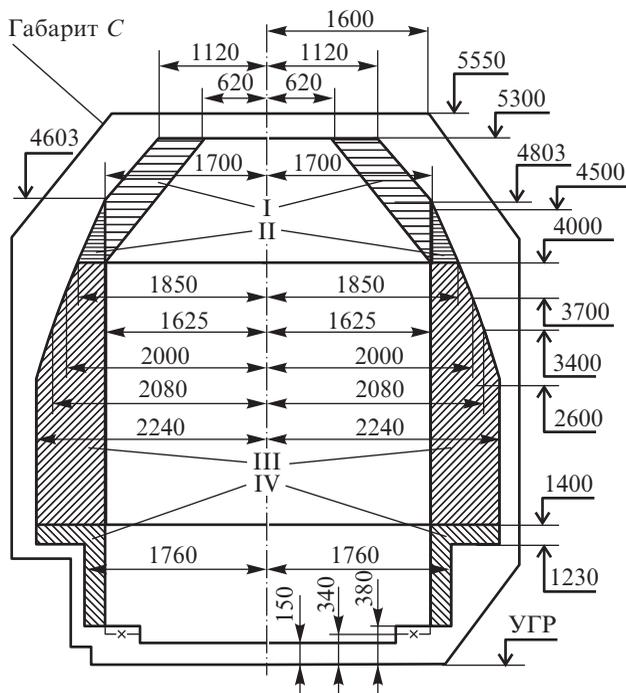


Рис. 3.7. Зоны негабаритности грузов:
 I — верхняя; II — совместная; III — боковая; IV — нижняя

Транспортировка грузов, имеющих нижнюю негабаритность 3—6 степени, боковую 4—6 степени, верхнюю — 3 степени, а также сверхгабаритных и всех грузов, перевозимых на транспортерах, осуществляется по согласованию с ОАО «РЖД» и в сопровождении специального работника дистанции пути. О перевозке каждого негабаритного груза на линию дается телеграмма, извещающая все причастные службы о его транспортировке.

На перегонах и станциях имеются сооружения и устройства (например, опора путепровода), которые могут находиться в пределах контура габарита С и являются негабаритными местами. В таких случаях на все негабаритные места составляются карточки негабаритности с указанием перегона, станции, конкретного сооружения, класса его негабаритности, ра-

диуса кривой у негабаритного места. В дистанции пути в связи с этим составляют схемы маршрутов перевозки негабаритных грузов.

Во взаимосвязи с габаритом приближения строений установлено наименьшее расстояние между осями смежных путей двухпутных линий на прямых участках перегонов — 4100 мм. На трех- и четырехпутных линиях расстояние между осями второго и третьего путей должно быть не менее 5000 мм. Увеличение междупутья обусловлено необходимостью повышения безопасности при производстве путевых работ. Расстояние между осями второго и пристраиваемого нового третьего пути должно быть не менее 8000 мм, а на скоростных участках со скоростями движения поездов 141—200 км/ч должно составлять 10000 мм. Расстояния между осями смежных путей на отдельных пунктах в пределах прямых участков должны соответствовать, указанным в табл. 3.1.

Таблица 3.1

Расстояния между осями смежных путей на станциях, разъездах и обгонных пунктах

Наименование путей	Расстояние между осями смежных путей, мм	
	Нормальное	Наименьшее
Главные пути при движении со скоростями до 140 км/ч 141 — 200 км/ч	5300	4800
	Равное расстоянию между осями путей на прилегающих перегонах	
Главный и смежные с ним пути при движении со скоростями до 140 км/ч 141—200 км/ч	5300	5300
	7650	7400
Приемо-отправочные и сортировочные пути	5300	4500
Второстепенные станционные пути, пути стоянки подвижного состава, пути грузовых дворов (кроме путей для перегрузки) и т. п.	4800	4500
Пути парков приема, отправления, где предусматривается безотцепный ремонт вагонов	Через один путь	
	5600 и 5300	5600 и 5300
Пути для отцепного ремонта вагонов	Через один путь	
	6000 и 7500	6000 и 7500
Вытяжной и смежный с ним путь	6500	5300

На станциях через каждые 7—8 путей должны предусматриваться уширенные не менее чем до 6500 мм междупутья, в которых следует разместить все устройства, препятствующие работе путевых машин по текущему содержанию и ремонтам пути (опоры, мачты, столбы и др.). На существующих станциях допускается установка опор, столбов и промежуточных мачт в междупутья шириной менее 6500 мм. При этом расстояние между осями пути и краем столбов, опор, мачт должно быть не менее 2450 мм.

Расстояние от оси крайнего пути до края опор, столбов, мачт на перегонах и станциях должно обеспечивать возможности для работы снегоочистителя и других путевых машин и составлять не менее 3100 мм.

В кривых участках пути для безопасного следования встречных поездов осуществляют габаритное уширение междупутья, размер которого зависит от радиусов круговых кривых и от превышения наружного рельса, а так же от соотношений между превышениями соседних путей. Это требуется потому, что концы экипажей в кривых оказываются смещенными наружу, а середина внутрь кривой, а также из-за неодинакового наклона и расстояния между кузовами единиц подвижного состава по высоте. Габаритное уширение междупутья обеспечивается в пределах переходных кривых различной длины (за счет увеличенной длины на внутреннем пути по сравнению с их длиной на наружном пути) или сдвижкой одного из путей на необходимый размер на подходах к кривой.

3.3. Учет габаритов при размещении материалов верхнего строения пути

Материалы верхнего строения пути — рельсы, шпалы, крепления, мостовые и переводные брусья, стрелочные переводы, выгружаемые на месте их использования для путевых работ, должны быть уложены и закреплены без нарушения габарита приближения строений.

Порядок размещения балласта и рельсов около пути показан на рис. 3.8.

Балласт, выгружаемый для путевых работ на время до укладки его в путь, допускается располагать на междупутье и обочине

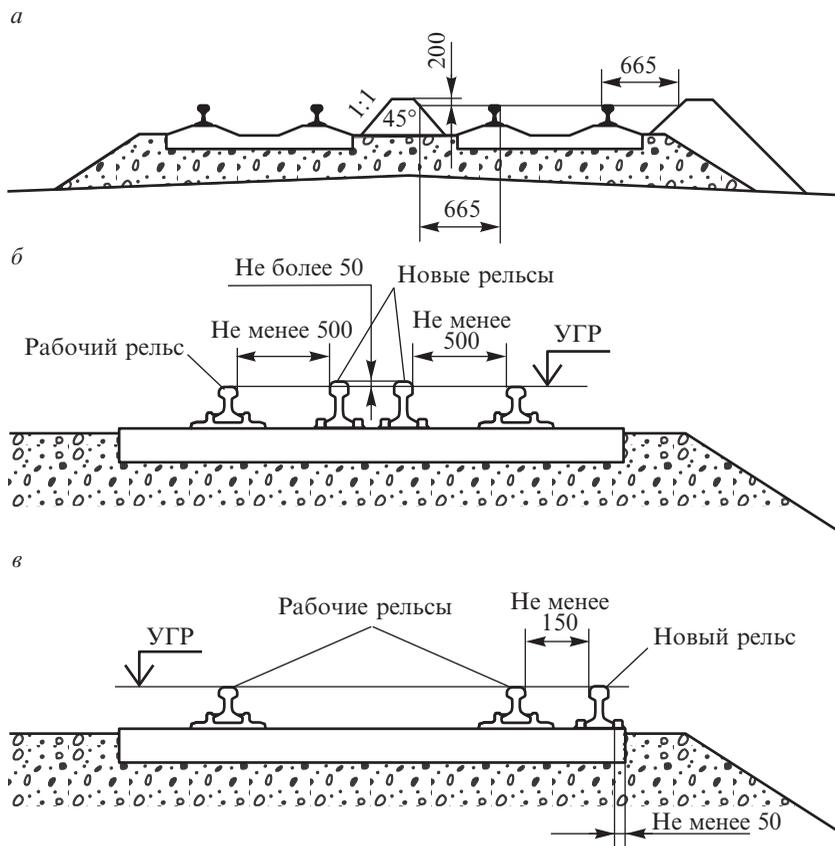


Рис. 3.8. Порядок размещения материалов верхнего строения пути:
a — балласта; *б* — рельсов внутри колеи; *в* — рельсов на концах шпал

земляного полотна. Откос выгружаемого балласта со стороны пути не должен быть круче 1:1. Расстояние на уровне верха головок рельсов от боковой рабочей грани до откоса выгруженного балласта должно быть не менее 665 мм. При выгрузке балласта из хопшер-дозаторов в период подготовительных работ разрешается его размещение внутри колеи и по концам шпал на 50 мм ниже уровня верха головок рельсов. В случае превышения указанного уровня все отступления должны быть немедленно устранены по распоряжению руководителя работ с удалением балласта с поверхности катания рельсов. При наличии отступле-

ний до их устранения участок должен быть огражден сигналами остановки.

Рельсовые плети, подготовленные для укладки в путь или сменные, могут находиться внутри колеи. Расстояние между ближайшими боковыми гранями головок ходового (рабочего) и подготовленного для укладки в путь рельсов должно быть не менее 500 мм. Рельсы внутри колеи по высоте ни в одном месте не должны выступать более чем на 50 мм над уровнем верха головок рабочих рельсов. Рельсовые плети могут располагаться и на концах шпал. В этом случае расстояние между ближайшими боковыми гранями головок рельсов, подготовленных к укладке, и рабочих рельсов должно быть не менее 150 мм. Расстояние от края подошвы подготовленного к укладке рельса (подготовленных плетей) до конца шпалы должно быть не менее 50 мм. Рельсы на концах шпал по высоте ни в одном месте не должны выступать за уровень верха головок рабочих рельсов, для чего делаются в необходимых местах шпалы затесы.

Подготовленные к укладке в путь рельсы, расположенные как внутри колеи, так и на концах шпал, должны быть сболчены в плети. Каждый стык такой плети должен быть затянут не менее чем на два болта. При этом зазоры в стыках должны соответствовать величине, установленной в зависимости от температуры рельсов.

Каждый из рельсов, подготовленных к укладке в путь, должен быть пришит двумя костылями, не менее чем в двух местах, также должны быть пришиты концы крайних рельсов каждой плети. На концах участков раскладки рельсов, с торцов они должны быть закреплены башмаками. Такие же башмаки должны быть установлены на всех концах рельсовых плетей, расположенных с забегом. При раскладке рельсовых плетей с разрывом между их концами должны быть вставлены деревянные вкладыши. При железобетонных шпалах выгруженные плети должны также быть пришиты к деревянным шпальным коротышам, уложенным в шпальные ящики.

Выгруженные материалы в нерабочее время должны находиться под охраной работников, назначенных исполнителем работ.

Другие грузы, кроме балласта, при высоте до 1200 мм должны находиться от наружной грани головки крайнего рельса не ближе 2 м, а при большей высоте — не ближе 2,5 м.

По окончании работ все замененные старогодные материалы должны быть собраны и удалены от пути так, чтобы не нарушался установленный габарит. При этом старогодные шпалы складываются в штабели, старогодные рельсы подготавливаются к погрузке: скрепления, противоугоны и другие детали верхнего строения собираются и вывозятся к местам хранения или укладываются в специальные контейнеры, в которых они хранятся до отправления на станцию.

Мостовые брусья убираются за пределы моста и укладываются в штабели.

Вывоз старогодных материалов с перегона должен быть обеспечен в минимальные сроки, а после окончания работ в пределах станции они должны быть в тот же день собраны и отправлены к местам хранения.

В соответствии с «Инструкцией по обеспечению безопасности движения поездов при производстве путевых работ» запрещается производить выгрузку материалов верхнего строения пути вблизи опор контактной сети и ближе, чем 2 м от мест шунтирования заземления опор.

Глава 4

УСТРОЙСТВО, СОДЕРЖАНИЕ И РЕМОНТЫ ЗЕМЛЯНОГО ПОЛОТНА

4.1. Устройство земляного полотна

4.1.1. Конструкция и требования к земляному полотну

Земляное полотно представляет собой комплекс инженерных грунтовых объектов, которые, функционируя в условиях влияния внешней среды, обеспечивают выравненность земной поверхности в продольном направлении (профиле) и в плане, служит основанием для верхнего строения пути и воспринимает от него поездную нагрузку.

Земляное полотно является важным компонентом железнодорожного пути, от его состояния, надежности зависят погонные и осевые нагрузки, масса поезда, техническая скорость движения поездов. Поэтому к земляному полотну предъявляются серьезные требования. Земляное полотно должно быть прочным (выдерживать нагрузки), устойчивым (выдерживать сдвигающие воздействия), сохранять стабильность (недеформируемость):

— должно выполнять свое целевое назначение, как основания для верхнего строения пути и подвижного состава, а, следовательно, постоянно иметь состояние всех элементов объектов в пределах установленных норм текущего содержания;

— должно обеспечивать долговременную надежность (без отказов, деформаций) при пропуске подвижного состава с установленными скоростями и расчетной грузонапряженностью;

— должно быть ремонтно-природным и обеспечивать содержание и ремонты при высоком уровне механизации работ;

- должно обеспечивать хорошее водоотведение, не допускающее избыточное увлажнение грунтов и размывы объектов;
- должно быть экономичным по конструкции и технологии содержания и ремонтов (ресурсосберегающим);
- должно быть экологичным, не наносить ущерб окружающей среде.

Поскольку для движения поездов с высокими скоростями необходим рельсовый путь горизонтального уровня или с небольшими уклонами, а земная поверхность, рельеф местности имеют неровности, то земляное полотно, служащее для выравнивания земной поверхности, может быть в виде насыпей (в пониженных местах местности), выемок (в возвышенных, где необходима срезка рельефная), нулевых мест (в местах перехода между насыпями и выемками), а также в виде полунасыпей, полувыемок, полунасыпей-полувыемок (рис. 4.1).

В местах пересечения рек, ручьев, других водотоков устраиваются мосты и водопропускные трубы. В горных условиях вместо глубоких выемок устраиваются тоннели, а при пересечении глубоких логов, оврагов вместо высоких насыпей виадуки. При пересечении автомобильных дорог, железнодорожных линий сооружаются путепроводы. Эти объекты называются искусственными сооружениями. Земляное полотно и искусственные сооружения составляют нижнее строение железнодорожного пути, на котором размещается верхнее строение.

Объекты земляного полотна (ОЗП) являются грунтовыми сооружениями и могут быть возведены из разных грунтов. Грунт — это наименования горных пород, которые являются материалом для ОЗП, основанием для насыпей и других ОЗП. Различают грунты скальные (слабо и сильно выветренные), дисперсные: крупнообломочные, песчаные, глинистые, кроме того, торфяные, лессовые техногенные и др.

Скальные грунты обладают высокой прочностью. Песчаные мелкие твердые частицы (продукты выветривания горных пород) хорошо дренируют воду, в сухом состоянии не обладают сцеплением. Глинистые — скопление мелких частиц (продукты химического выветривания) подразделяются на супеси (твердого состояния, пластического, текучего), суглинки (состояния от твердого до текучего), глины (жирные, тощие).

Глинистые грунты могут быть по свойствам засоленными, набухаемыми, пучинистыми, просадочными.

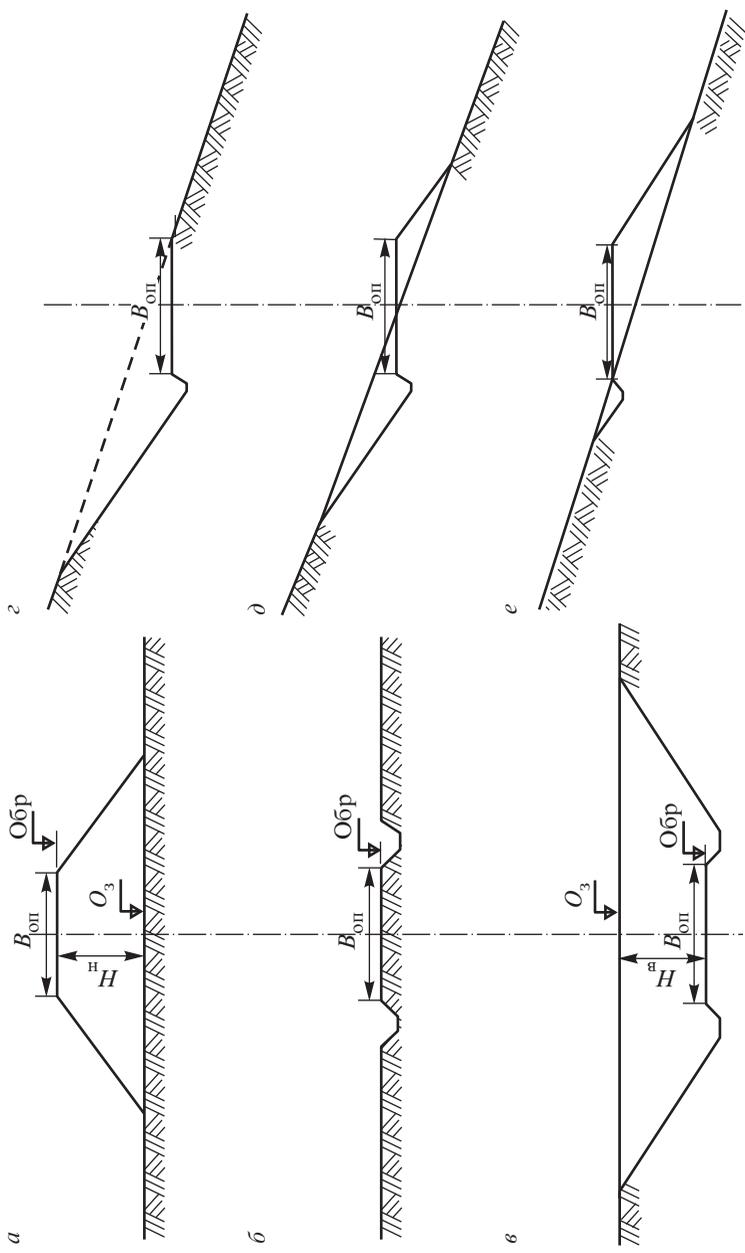


Рис. 4.1. Объекты земляного полотна:

a — насыпь; *б* — нулевое место; *в* — выемка; *г* — полувыемка; *д* — полунасыпь-полувыемка; *е* — полунасыпь; $B_{\text{оп}}$ — ширина основной площадки землянки земляного полотна, H — высота насыпи, $H_{\text{в}}$ — глубина выемки

Лессовые мелкозернистые грунты, высокой пористости, содержат карбонатные соли, способны образовывать вертикальные откосы (в выемках), при увлажнении становятся просадочными.

Торф представляет собой органоминеральную массу, получившуюся в результате отмирания болотной растительности, отличается большой сжимаемостью.

Глинистые грунты состоят из минеральных частиц воды и воздуха (в порах), при полном насыщении водой — из минеральных частиц и воды, при промерзании — из минеральных частиц, воды, воздуха и льда.

Вода в пористом грунте может быть свободной (перемещается под действием силы тяжести) и связанной с ней капиллярной (удерживается менисковыми силами), а также связанной, обволакивающей минеральные частицы в виде пленки (пленочная вода), удаляется испарением.

Грунты глинистые могут иметь состояние талое и мерзлое (твердое) при промерзании (при отрицательных температурах воздуха). Процесс перемещения воды в порах грунта называется фильтрацией. Грунты, обладающие водопроницаемостью называются дренирующими. К дренирующим относятся крупнообломочные, гравийные, крупно- и среднезернистые пески; к слабодренирующим относятся мелкозернистые пески (пылеватые), к дренирующим — глины.

Состояние грунта (грунтовой среды) характеризуется удельным и объемным весами, пористостью и плотностью, влажностью и относительной влажностью (консистенцией). На изменение (ухудшение) состояния грунта существенно влияние влажности. Избыточное увлажнение возможно при наличии и образовании верховодки, сезонного колебания уровня подземных вод, поверхностным стоком талых и дождевых вод. Происходит разжижение глинистого грунта, выплески, просадки (на пути).

Однако какими бы сложными не были природно-климатические условия, должна быть обеспечена стабильность земляного полотна мерами текущего содержания, ремонтов и усиления ОЗП и соответственно безопасность движения поездов.

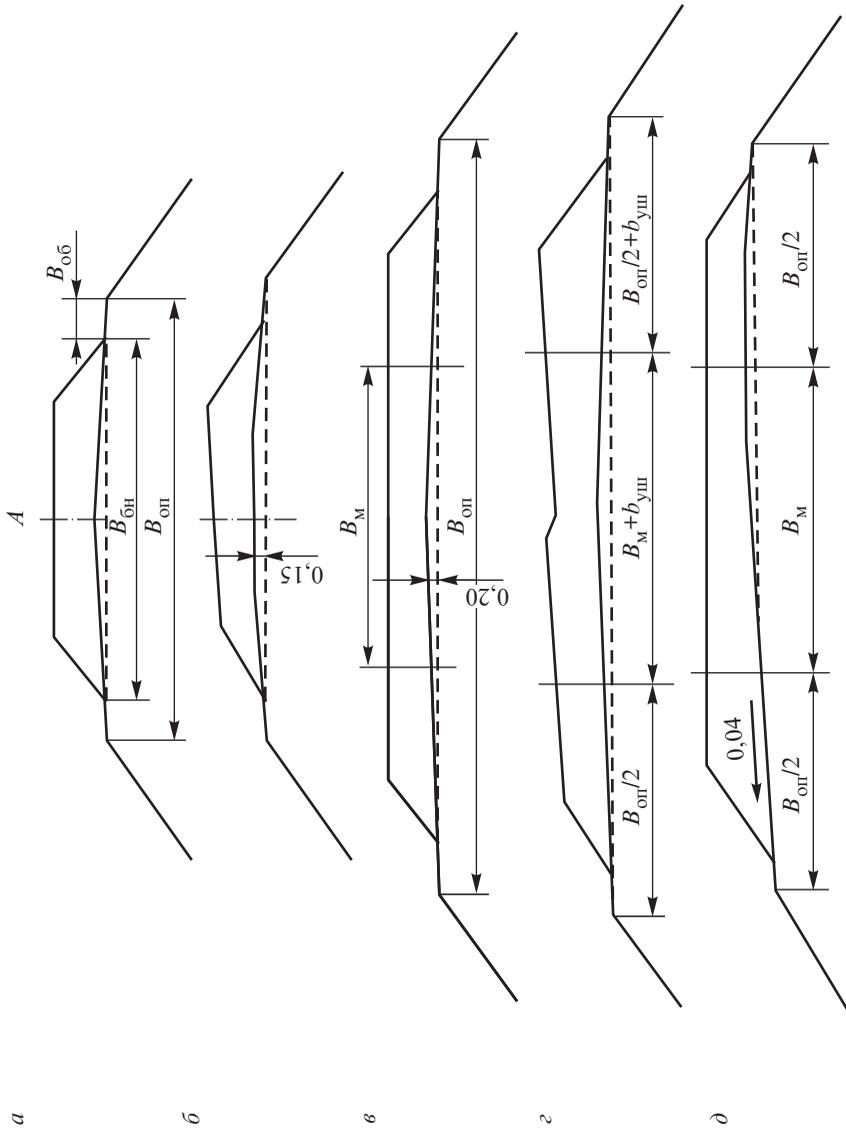
Конструкция земляного полотна характеризуется продольным профилем — это продольный разрез по оси земляного полотна (в уровне бровки), поперечным профилем — поперечный разрез по отношению к оси земляного полотна, а также планом, кривыми участками, раздельными пунктами (станциями, разъездами). Полоса зем-

ной поверхности, необходимая для размещения железнодорожного пути с его искусственными сооружениями, объектами земляного полотна с обустройствами, станциями и разъездами с их производственными и жилыми постройками называется полосой отвода.

Все объекты земляного полотна имеют основную площадку, на которой размещается верхнее строение пути, поэтому основная площадка на всех объектах имеет одинаковую форму и размеры. Для обеспечения быстрого стока воды, поступающей при фильтрации через балласт, основная площадка в глинистых грунтах на однопутном участке имеет форму трапеции, а на двухпутном треугольную форму. Очертания такой формы образуют сливную призму для лучшего стока воды с нее. На основной площадке за пределами балластного слоя (балластной призмы) свободные от балласта полосы с обеих сторон называются обочинами, которые служат для размещения путевых и сигнальных знаков, светофоров, опор контактной сети, для съемных машин и механизмов, инструмента, материалов и монтеров пути при пропуске поездов.

Если подбалластная зона сложена песками или другими дренирующими грунтами (щебень, крупнообломочные материалы), то основная площадка устраивается горизонтальной. Форма и размерные параметры основной площадки с балластным слоем (балластной призмой) на насыпях и выемках из глинистых, песчаных грунтов на участках прямых и кривых, на новых линиях и вторых путях, на однопутном, двухпутном участках и станционных площадках показаны на рис. 4.2 ширина: $B_{\text{оп}}$ — основной площадки, $B_{\text{м}}$ — междупутья, $b_{\text{оп}}$ — балластной призмы по низу, $b_{\text{об}}$ — обочины, $b_{\text{уш}}$ — уширение. Основная площадка является верхом подбалластной грунтовой зоны, служащей непосредственным основанием, воспринимающим поездные нагрузки.

Каждый объект земляного полотна характеризуется различной структурой (составом элементов) и кроме подбалластной имеет откосные зоны, опорную (на насыпи), надоткосную и заоткосную с водоотводами, нагорную и подгорную с защитными обустройствами. В структуре насыпи (рис. 4.3) полоса земли, на которую опирается насыпь, называется основанием. Плоскости (поверхности), ограничивающие насыпь с обеих сторон, называются откосами. Линия пересечения основной площадки с откосом называется бровкой (основной площадки). Линия пересечения откоса с основанием насыпи называется основанием (или подошвой) отко-



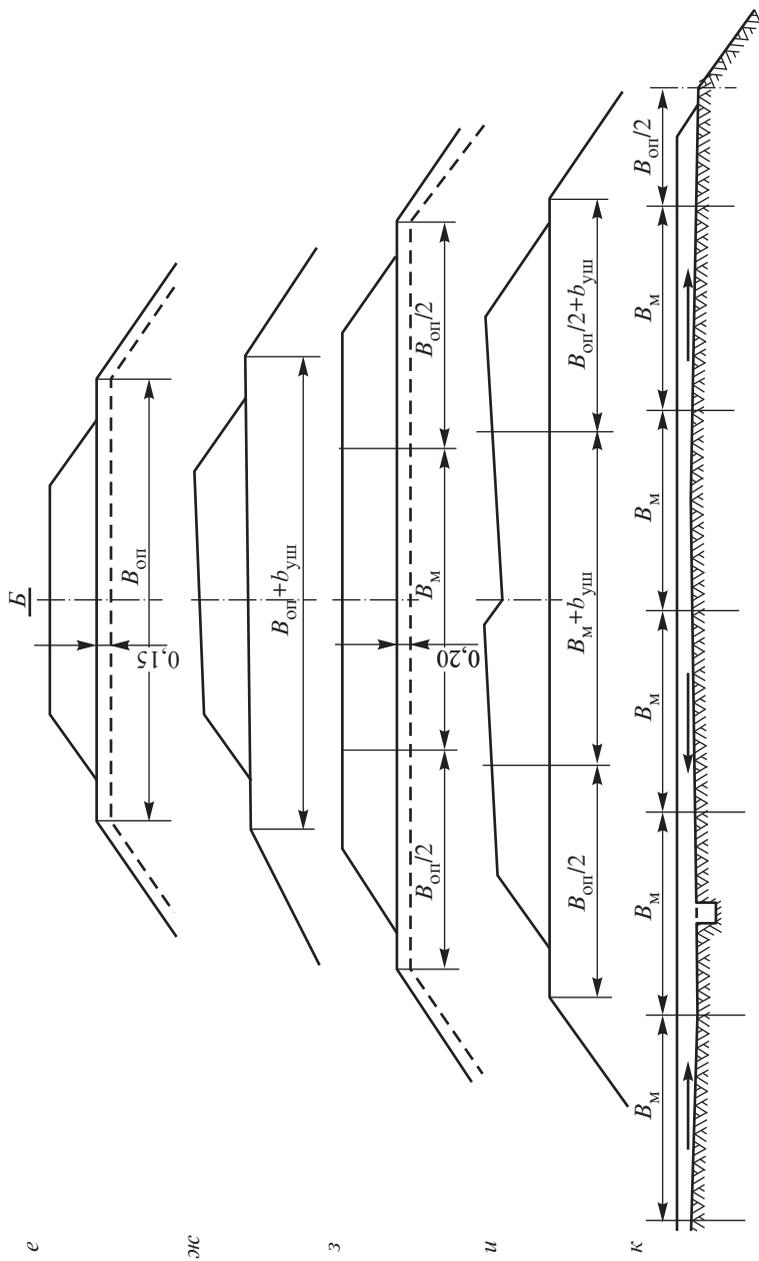


Рис. 4.2. Форма и размерные параметры основной площадки:

A — в глинистых грунтах на участках: *a* — однопутном на прямой; *b* — в кривой; *e* — двухпутном на прямой; *z* — в кривой; *д* — второго пути; *B* — в песчаных грунтах на участках: *e* — на стационных площадках; *жс* — однопутном на прямой; *з* — в кривой; *и* — двухпутном на прямой; *к* — в кривой

са. Поверхности между основанием откоса и водоотводом (водоотводной канавой или резервом) называются бермами. Резервами называются продольные котловины, из которых грунт укладывается в насыпи при их постройке.

В выемке вдоль бровки основной площадки (рис. 4.4) с двух сторон размещаются продольные водоотводные каналы, называемые кюветами. За ними следуют откосы. Линии пересечения откосов с поверхностью земли называются откосными бровками. При разработке выемки излишний объем грунта (или непригодный для насыпи) укладывают за откосными бровками в грунтовые призмы, называемые кавальерами. На полосе между откосной бровкой и кавальером (называемой обрезом) для обеспечения стока воды размещаются банкет — треугольная призма грунта, препятствующая стоку воды на откос выемки, и забанкетная канава (трапециевидной формы), обеспечивающая продольный сток воды с полосы обреза. В нагорной зоне за кавальером размещается нагорная канава (трапециевидной формы), которая перехватывает и продольно отводит воду поверхностного стока, поступающую с нагорной стороны, с нагорных склонов. На рис. 4.5 показан общий вид полунасыпи-полувыемки, которая содержит структурные элементы насыпи и выемки.

Каждый элемент ОЗП имеет определенные размеры (размерные параметры). Ширина основной площадки зависит от вида используемых грунтов и категории железнодорожной линии, приведена в табл. 4.1.

Таблица 4.1

Ширина (основной площадки) земляного полотна

Ширина земляного полотна на прямых участках пути				
Используемые грунты	Категории железнодорожных линий			
	Скоростные особо-грузонапряженные двухпутные	I и II	III	IV
		Однопутные		
Глинистые, крупнообломочные с глинистым заполнителем, скальные легковыветривающиеся и выветривающиеся, пески недренирующие, мелкие и пылеватые	11,7	7,6	7,3	7,1
Скальные, слабовыветривающиеся, крупнообломочные с песчаным заполнителем и пески дренирующие (кроме мелких и пылеватых)	10,7	6,6	6,4	6,2

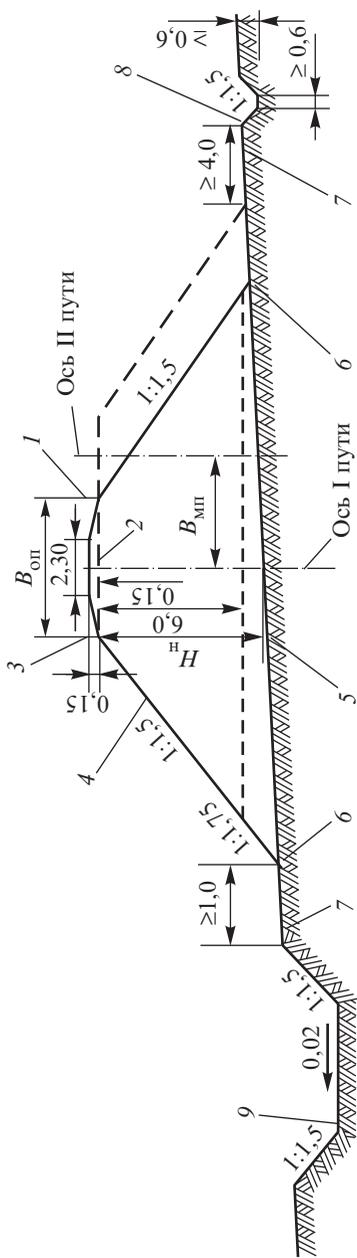


Рис. 4.3. Поперечный профиль насыпи (размеры в м), структурные элементы:

1 — основная площадка; 2 — сливная призма; 3 — бровка; 4 — откос; 5 — основание (насыпь); 6 — основание (подошва) откоса; 7 — берма; 8 — водоотводная канава; 9 — резерв

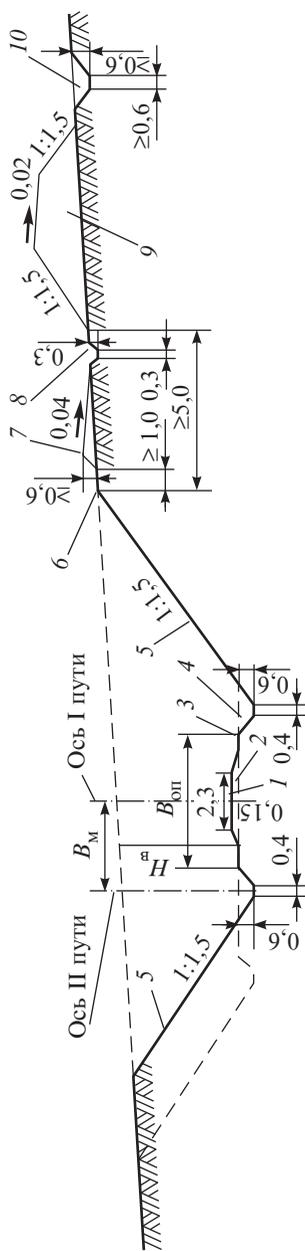


Рис. 4.4. Поперечный профиль выемки. Структурные элементы:

1 — основная площадка; 2 — сливная призма; 3 — бровка; 4 — кювет; 5 — откос; 6 — откосная бровка; 7 — банкет; 8 — забанкетная канава; 9 — кавальер; 10 — нагорная канава

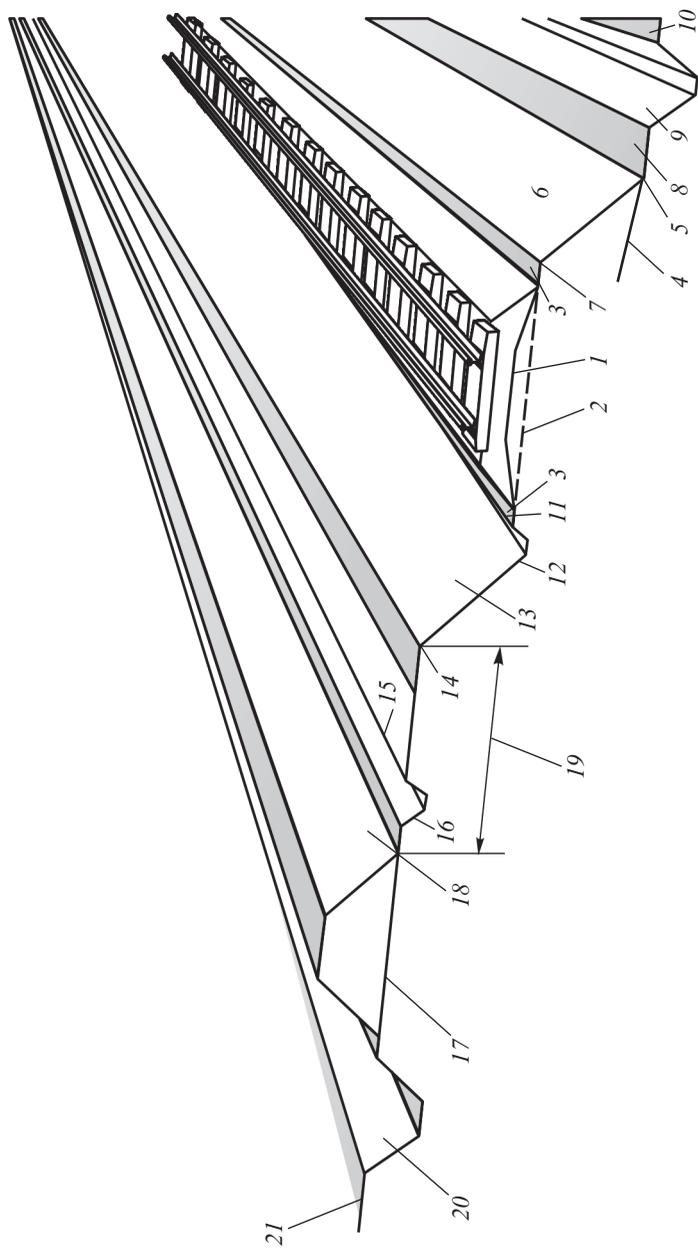


Рис. 4.5. Полунасыпь-полувыемка:

1 — основная площадка; 2 — сливная призма; 3 — обочина; 4 — основание (насыпи); 5 — основание откоса; 6 — откос (насыпи); 7 — бровка (насыпи); 8 — берма; 9 — водоотводная канава; 10 — обочина; 11 — бровка (выемки); 12 — кювет; 13 — откос (выемки); 14 — откосная бровка; 15 — банкет; 16 — забанкетная канава; 17 — кавальер; 18 — откос (кавальера); 19 — обрез; 20 — нагорная канава; 21 — полоса отвода

Ширина основной площадки при глинистых грунтах измеряется в уровне бровок. Ширина земляного полотна на линиях всех категорий на участках, расположенных в кривых увеличивается с наружной стороны кривой на величину, указанную в табл. 4.2.

Таблица 4.2

Уширение земляного полотна в кривых

Радиусы кривых, м	Уширение земляного полотна, м
3000 и более	0,20
2500—1800	0,30
1500—700	0,40
600 и менее	0,50

Наименьшая ширина основной площадки земляного полотна на прямых участка (согласно ПТЭ) должна быть не менее на однопутных линиях 5,5 м, на двухпутных 9,6 м; в скальных и дренирующих грунтах на однопутных линиях 5,0 м, двухпутных 9,1 м. При этом ширина междупутья, между осями первого и второго пути, должна быть на прямых не менее 4,1 м, в кривых — с учетом габаритного уширения. На подходах к большим мостам земляное полотно уширяется на 0,5 м в каждую сторону на протяжении 10 м от задней грани устоев, а на последующих 25 м сводится к нормальной ширине. Во всех случаях ширина обочин не должна быть меньше 0,5 м.

Размер горизонтальной площадки сливной призмы (в глинистых грунтах) на однопутном участке принимается 2,3 м, чтобы избежать образования корытообразных замкнутых углублений при продавливании шпалами; высота сливной призмы — 0,15 м; на двухпутном участке двускатная сливная призма имеет высоту по оси земляного полотна 0,2 м.

Высота насыпи измеряется от уровня бровки до основания. Эта же величина является и высотой откоса. Горизонтальная проекция линии откоса называется заложением, а отношение высоты откоса — вертикальной проекции откоса к горизонтальной (заложению) определяет крутизну откоса. Крутизна откосов назначается в зависимости от вида грунта, высоты насыпи с учетом гидрогеологических и климатических условий местности. Крутизна откосов насыпей принимается следующей:

— в грунтах скальных, слабыветривающихся и выветривающихся, раздолбленных и крупнообломочных, песках гравелистых, крупных и средней крупности при высоте насыпей до 12 м — 1:1,5;

— в грунтах мелкопесчаных, глинистых (в том числе лессовидных) — 1:1,5;

— в нижней части от 6 до 12 м — 1:1,75;

— в грунтах глинистых тугопластичной консистенции при высоте насыпей до 6 м — 1:2.

Крутизна откосов более высоких насыпей определяется индивидуальным проектированием.

Ширина естественной бермы между основанием (подошвой) откоса насыпи и бровкой водоотводной канавы (или резерва) принимается не менее 3,0 м, а для линий I и II категорий — не менее 8,0 м со стороны будущего второго пути. Размеры водоотводных канав определяются расчетом, но глубина и ширина по дну должны быть не менее 0,6 м, продольный уклон не менее 0,002.

Глубина выемки измеряется от уровня бровки основной площадки до поверхности земли (линии, соединяющей откосные бровки) вертикально по оси земляного полотна. Кюветы имеют трапециевидную форму, глубину 0,6 м, ширину по дну 0,4 м, откосы крутизной 1:1,5 (1:2), продольный уклон соответственно продольному уклону бровки основной площадки и не менее 0,002.

Крутизна откосов выемок принимается:

— в грунтах скальных выветривающихся, крупнообломочных, песчаных, глинистых (в том числе лессовидных) при высоте откосов (глубине выемок) до 12 м — 1:1,5;

— в глинистых и пылеватых грунтах в районах с избыточным увлажнением при высоте откосов (глубине выемок) до 6 м — 1:2.

Банкет (грунтовый вал треугольной формы) имеет высоту 0,6 м, уклон поперечный 0,02—0,04 в сторону забанкетной канавы, которая имеет трапециевидную (или треугольную форму), глубину 0,3 м, ширину по дну 0,3 м и продольный уклон не менее 0,005.

Размеры кавальеров определяются в зависимости от объема отсыпаемого в них грунта (на высоту до 3 м). Расстояние от откосной бровки до кавальера должно быть не менее 5 м, крутизна откосов кавальера 1:1,5, поперечный уклон поверху не менее 0,02 в полевую сторону.

Размеры нагорных канав определяются расчетом, и должны быть: глубина не менее 0,6 м, ширина по дну не менее 0,6 м, продольный уклон 0,005 и более, крутизна откосов не более 1:1,5.

Поверхности откосов насыпей, выемок, водоотводов надежно укрепляются травяным покровом, плитными и другими покрытиями.

4.1.2. Поперечные профили земляного полотна в сложных природно-климатических условиях

Поперечные профили определяют ОЗП и их конструкцию и имеют особенности в зависимости от рельефа местности, геологических и климатических условий. Так, в условиях переувлажненных грунтов подбалластные зоны насыпей и выемок усиливаются устройством (под основной площадкой) защитного слоя из дренирующего грунта в комбинации с геотекстильным (синтетическим) материалом. Толщина защитного слоя определяется расчетом, назначается при глинах и суглинках — не менее 0,8 м, при супесях — не менее 0,5 м. На рис. 4.6, а показан поперечный профиль выемки в глинистых грунтах повышенной влажности и переувлажненных с защитным слоем из дренирующих грунтов. Замена глинистых грунтов в подбалластной зоне дренирующими возможна врезными конструкциями защитного слоя с водоотведением железобетонными и композитными лотками или дренажами (рис. 4.6, б).

При устройстве насыпей в пределах косогоров крутизной от 1:5 до 1:3 (независимо от высоты насыпей) требуется нарезка уступов, шириной от 1 до 4 м. Поверхности уступов имеют уклон в низовую сторону 0,01—0,02, стенки уступов при высоте их до 1 м устраиваются вертикальными (рис. 4.7).

В горных условиях в скальных грунтах учитываются наличие и направление поверхностей ослабления (трещин) по отношению к откосу, прочность грунтов, их блочность, интенсивность выветривания во времени.

В скальных слабовыветривающихся массивах грунта с благоприятным расположением поверхностей ослабления выемки устраиваются с откосами большой крутизны (1:0,5 до высоты 15 м и круче). Расстояние от оси пути до откоса принимается не менее 5 м, в откосе устраиваются ниши через 50 м с каждой стороны пути в шахматном порядке для укрытия монтеров пути при проходе поезда, а также камеры (взамен ниш) для размещения путевого инструмента и оборудования, глубиной не менее 3 м через 300 м с

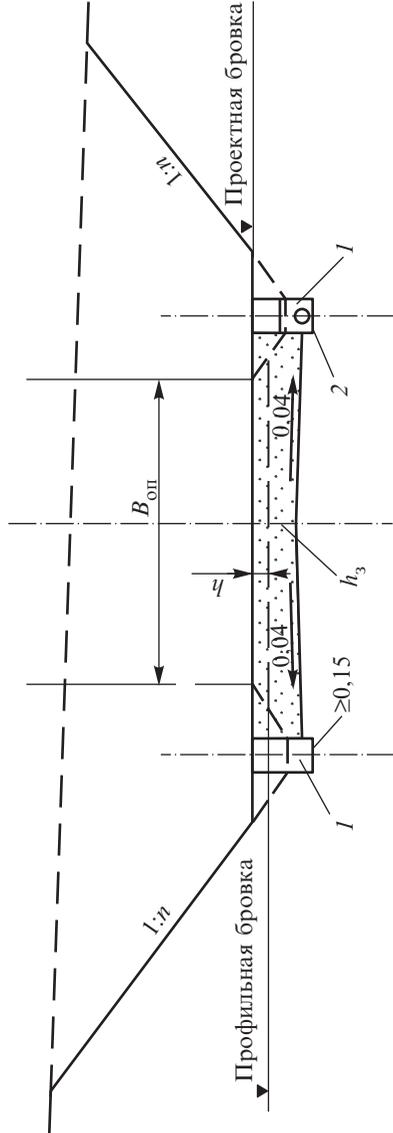
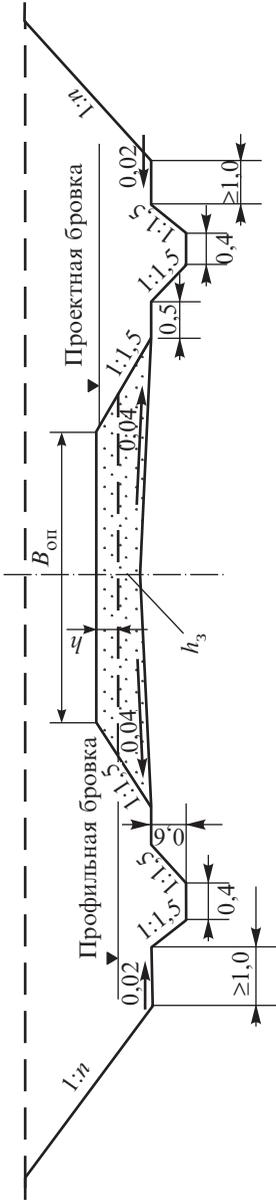


Рис. 4.6. Поперечный профиль выемки глубиной до 12 м в глинистых переувлажненных грунтах (размеры в м): а — с защитным слоем; б — с врезной полужокой (защитным слоем); 1 — водоотводный лоток; 2 — дренаж мелкого заложения

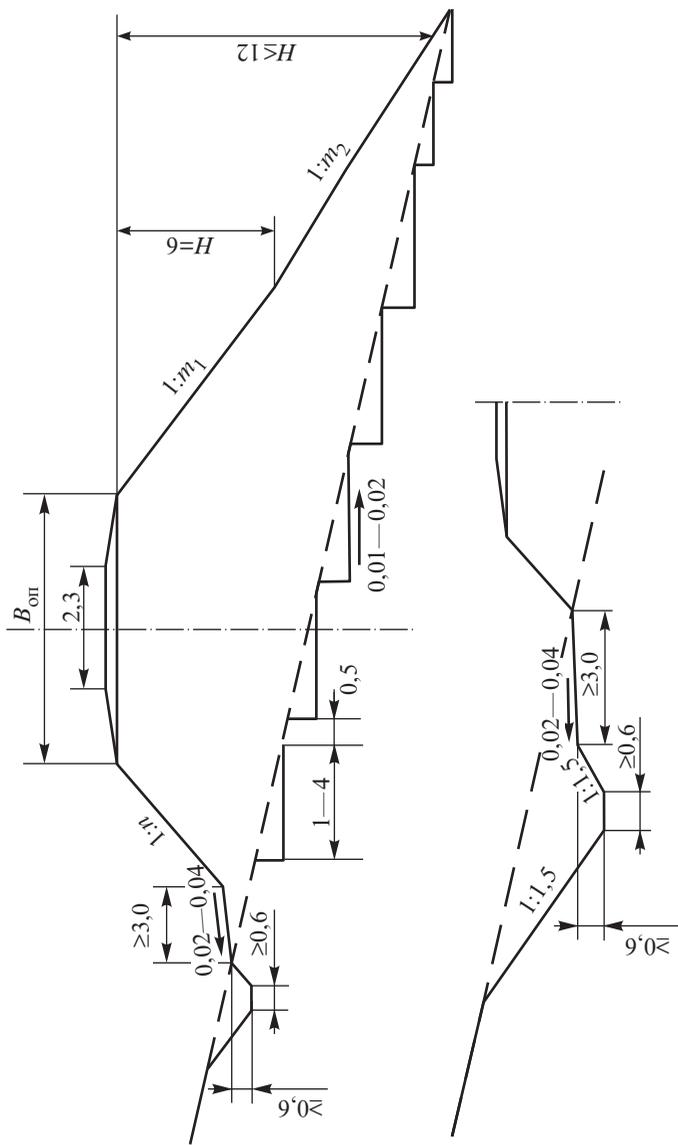


Рис. 4.7. Поперечный профиль насыпи на косогоре крутизной от 1:5 до 1:3:

1 — насыпь с высотой низового откоса до 12 м; 2 — деталь нагорной канавы с бермой в грунте естественного откоса

каждой стороны пути (рис. 4.8, а). Для водоотведения предусматриваются по обеим сторонам балластной призмы укладка бордюра из местного камня или бетонных блоков или устройство кюветов и закуветных полок. В выемках с сильной раздробленностью и блочностью при неблагоприятном расположении поверхностей ослабления с выветривающимися скальными грунтами устраиваются путевые улавливающие траншеи (шириной от 4 до 8 м, глубиной от 1,0 до 2,6 м). Для возможности профилактической механизированной очистки от неустойчивых скальных обломков высоких и крутых откосов скальных выемок в верхней зоне предусматривается устройство технологической полки безопасности шириной 6—8 м. В пределах поверхностных покровных глинистых слоев крутизна их откосов принимается 1:1 или 1:1,5.

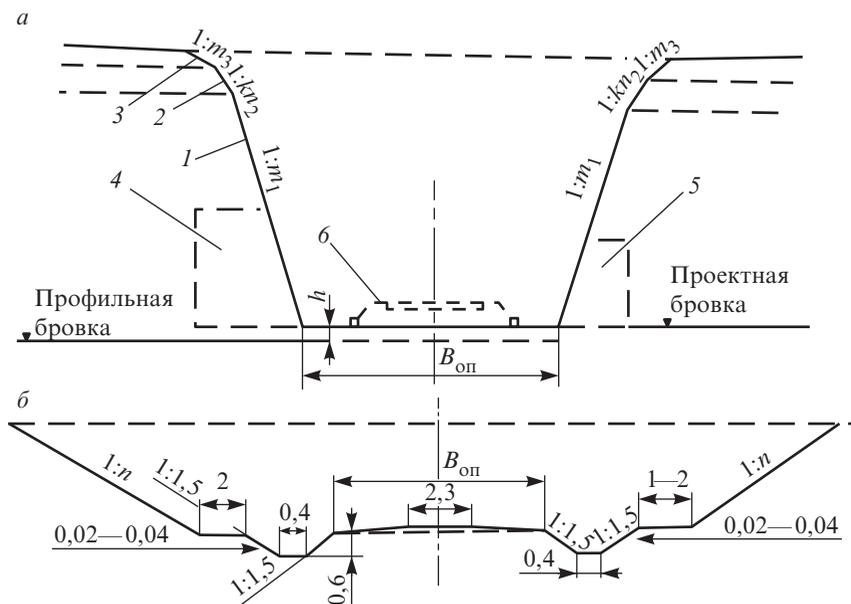


Рис.4.8. Поперечный профиль выемки в скальных грунтах:
 а — слабовыветривающихся грунтах с благоприятным расположением поверхностей ослабления при поперечном уклоне местности не круче 1:3 (без кюветов): 1, 2, 3 — заложение откосов в коренных скальных грунтах, песковых, суглинках; 4 — камера для укрытия; 5 — ниша для укрытия; б — контур балластной призмы; б — выемки глубиной до 12 м в легковыветривающихся скальных (а также мелких и пылеватых песках)

Очертания поперечных профилей выемок в легковыветривающихся скальных грунтах такие же как и в песчано-глинистых грунтах с крутизной откосов 1:1,5 (рис. 4.8, б). При этом у основания откосов высотой более 6 м допускается устройство закуветных полок, кювет-траншей глубиной 0,6 м и шириной понижу 4 м.

При пересечении логов, местных понижений рельефа, постоянных небольших водотоков (на скальном и плотном песчаном основании), на торфяных и заторфованных грунтах в качестве водопропускных сооружений на дорогах III и низких категорий допускается устройство фильтрующих насыпей (рис. 4.9). Такие насыпи возводятся из скальных обломков (размером 0,25—0,4 м), морозостойких и неразмягаемых, имеют форму прямоугольного или трапециевидного поперечного сечения. Откосы земляного полотна до верха фильтрующей части укрепляются железобетонными плитами, с нагорной стороны предусматривается илоудерживающее устройство в виде вала из камня высотой не менее 0,4 м полукольцом на расстоянии 2 м от входного отверстия.

В районах распространения засоленных грунтов учитывается, что соленакопление (хлоридное, сульфатное и др.) происходит в поверхностных горизонтах грунта. Поэтому для повышения устойчивости насыпей (высотой до 6 м) предусматривается удаление поверхностного слоя грунта (на глубину 0,25—0,5 м) с заменой его качественным грунтом, в условиях неглубоких грунтовых вод — дренирующим грунтом.

В районах с засушливым климатом и распространения малоподвижных и неподвижных песков, насыпи и выемки устраивают-

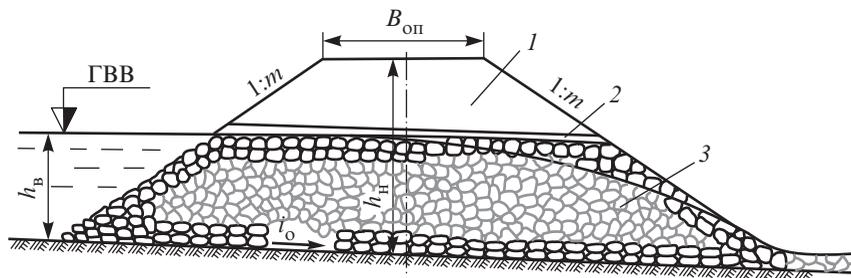


Рис. 4.9. Продольный профиль фильтрующей (безнапорной) насыпи: 1 — грунтовая часть; 2 — изоляционный материал (геотекстиль); 3 — фильтрующая часть насыпи (из камня)

ся с пологими откосами (1:2—1:6); основная площадка без сливной призмы, выемка без банкетов, кавальеров, нагорных канав, допустимо без кюветов. Вместе с тем вдоль железнодорожного пути необходимы охранные зоны шириной не менее 100 м с фитомелиоративными пескозащитами: закрепление песка с помощью посева или посадки древесной, кустарниковой и травяной растительности (кустарниковой: саксаул, тamarиск, джужгун, акация песчаная; травы: житняк, чагер, кумарчик и др.).

В сухих лессах засушливых районов выемки глубиной до 12 м устраиваются с закуветными полками шириной 2 м, крутизна откосов допускается 1:0,1—1:0,5. Учитывая просадочность лессовых грунтов, водоотводные каналы удаляются от откосных бровок на 10 м и более, банкеты и забанкетные каналы не устраиваются.

Насыпи на болотах, которые широко распространены на территории России, устраиваются с учетом категории дороги, типа и глубины болота, вида грунта, высоты насыпи. Различаются три основных типа болот:

I — заполненные торфом устойчивой консистенции, сжимающимися под нагрузкой от насыпи, высотой до 3 м;

II — заполненные торфом неустойчивой консистенции, в том числе выдавливающимися под нагрузкой от насыпи, высотой до 3 м;

III — заполненные болотными грунтами в разжиженном состоянии, выдавливающимися под нагрузкой, с торфяной коркой (сплавинной) или без нее.

Соответственно принимаются конструктивные меры, предотвращающие недопустимые осадки насыпей на слабом торфяном основании.

На болотах I типа насыпи высотой до 3 м устраиваются с полным (при глубине болот до 2 м) или частичным удалением торфа из основания (выторфовыванием) с заменой его минеральным грунтом. При этом высота насыпи (над поверхностью болота) и глубина траншеи выторфовывания в сумме должна быть не менее 3,5 м для дорог I—III категории. Поперечные профили насыпей на болотах I типа глубиной до 4 м при поперечном уклоне минерального дна болота не круче 1:10 при частичном выторфовывании показаны на рис. 4.10. Крутизна откосов траншей выторфовывания 1:m принимается от 1:0 до 1:0,5. Вертикальные прорезы с двух сторон насыпи ускоряют сжимаемость торфа, осадку и стабилизацию

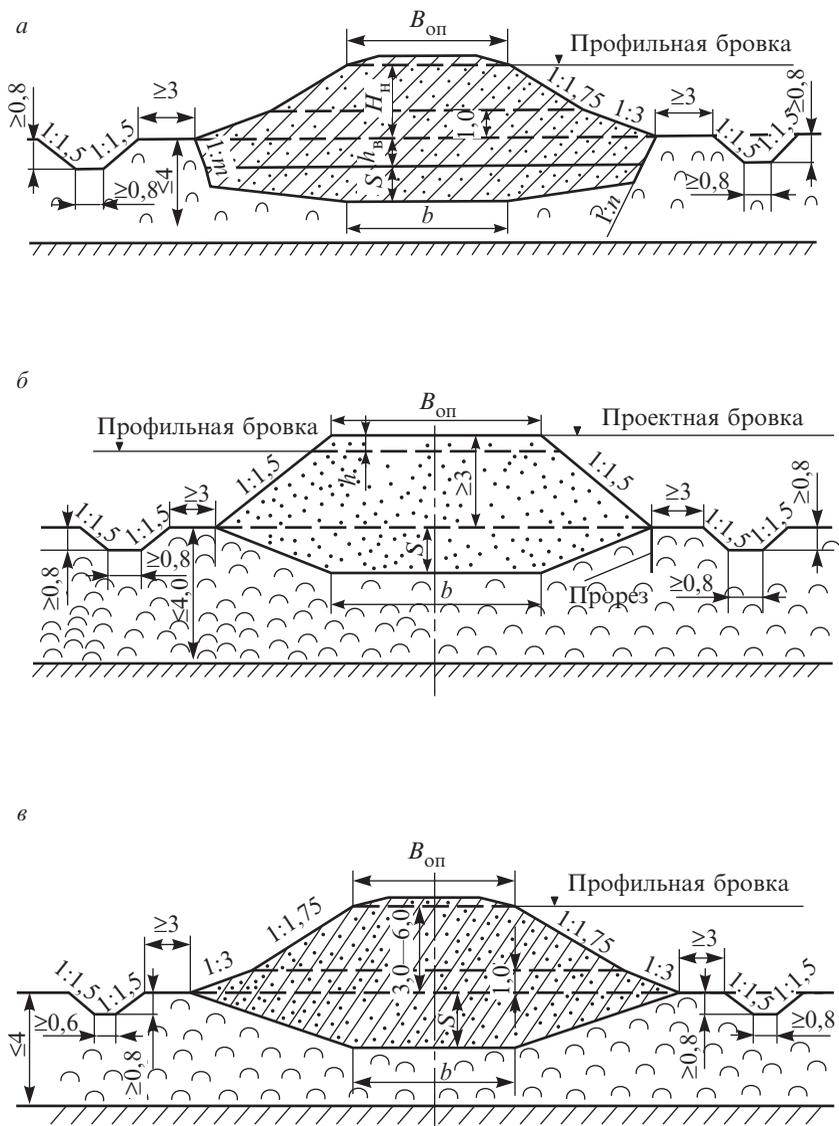


Рис. 4.10. Поперечные профили насыпей на болотах (размеры в м):
 1-го типа с частичным выторфовыванием: *a* — насыпь высотой 2—3 м, ($h_{\text{в}}$ — глубина траншеи выторфовывания, S — осадка насыпи); *б*, *в* — высотой более 3 м; *a* и *в* — мелкие и пылеватые пески, супеси, *б* — дренирующие грунты

положения насыпи. По обе стороны насыпи в торфе устраиваются водоотводные каналы глубиной и шириной по дну 0,8 м. При необходимости усиления основания применяются прорезы, песчаные сваи и другие меры.

На болотах II типа глубиной до 3 м насыпи устраиваются с полным удалением торфа и посадкой насыпи на минеральное дно болота, как показано на поперечных профилях рис. 4.11. Продольные каналы-торфоприемники с обеих сторон насыпи назначаются по толщине растительно-корневого покрова, но не менее 1 м.

На болотах III типа глубиной до 4 м минеральное дно болота используется в качестве основания насыпи с предварительным удалением торфяной корки (рис. 4.12) или без удаления. Крутизна откосов насыпи принимается при крупнообломочных грунтах 1:1,5; из песка гравелистого, крупного или средней крупности — 1:1,75; при песках мелких и пылеватых 1:3. При возведении насыпей способами гидромеханизации эффективно устройство насыпей с пологими откосами (до 1:30) — пляжевыми откосами, обеспечивающими стабильность насыпей.

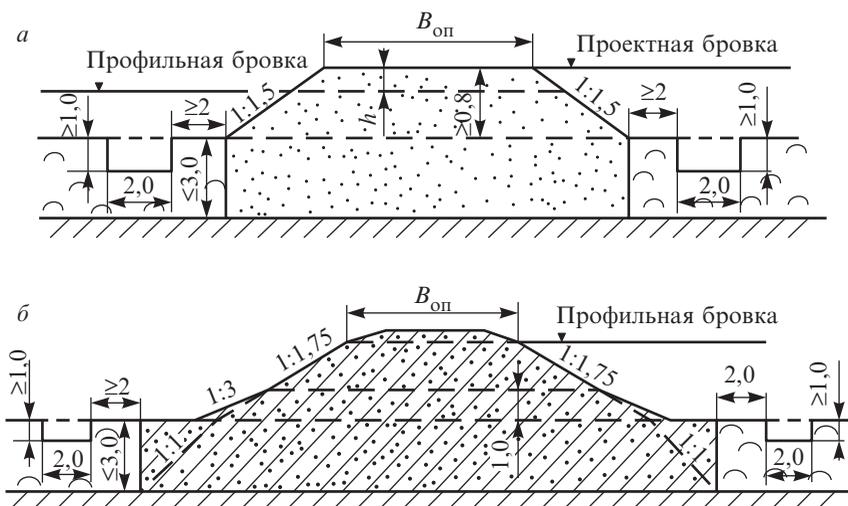


Рис. 4.11. Поперечные профили насыпей на болотах II типа глубиной до 3 м при поперечном уклоне основания не круче 1:1,5:

a — из дренирующих грунтов; *б* — из мелких и пылеватых песков, песчаных супесей

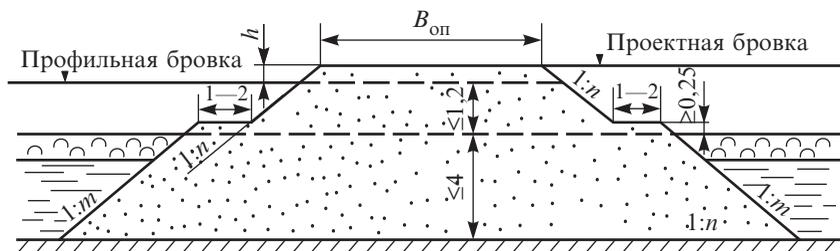


Рис. 4.12. Поперечный профиль насыпи на болотах III типа глубиной до 4 м при поперечном уклоне основания не круче 1:20 (размеры в м)

Вечномерзлые грунты широко распространены в Восточных районах Сибири, в Северо-восточных районах России. Эти грунты постоянно находятся в мерзлом состоянии и только в летний период оттаивают на некоторую глубину поверхностного, так называемого, деятельного слоя. Толщина слоев мерзлого грунта от нескольких до десятков и даже сотен метров. Вечномерзлые грунты подразделяются на низкотемпературные, имеющие температуру минус $2\text{ }^{\circ}\text{C}$ и ниже (на глубине 10—15 м), и высокотемпературную, имеющую температуру выше минус $2\text{ }^{\circ}\text{C}$. На большей части вечномерзлые грунты имеют сплошное распространение, а на границах с территориями сезонного (зимнего) промерзания имеет место островная мерзлота. В этих условиях имеют распространение подземные льды (линзы и слои погребенного льда), мари — болота с вечномерзлым основанием.

Сохранение мерзлоты способствует стабильности объектов земляного полотна, оттаивание мерзлого (неустойчивого или глинистого) грунта нарушает устойчивость. Поэтому на участках низкотемпературной мерзлоты нужно следовать принципу сохранения (консервации) мерзлоты, при высокотемпературной мерзлоте — принципу оттаивания (деградации) мерзлоты, что отражается и в конструкциях на поперечных профилях.

Невысокие насыпи на участках просадочных грунтов возводят на искусственном основании из дренирующего грунта, укладываемого с термоизоляцией в траншею, вырезанную в основании на ширину насыпи. Аналогично в выемке предусматривается замена естественных глинистых грунтов основания дренирующим с необходимым увеличением глубины выемки (рис. 4.13, а). Возможно покрытие откосов и замена глинистых грунтов в подбалласт-

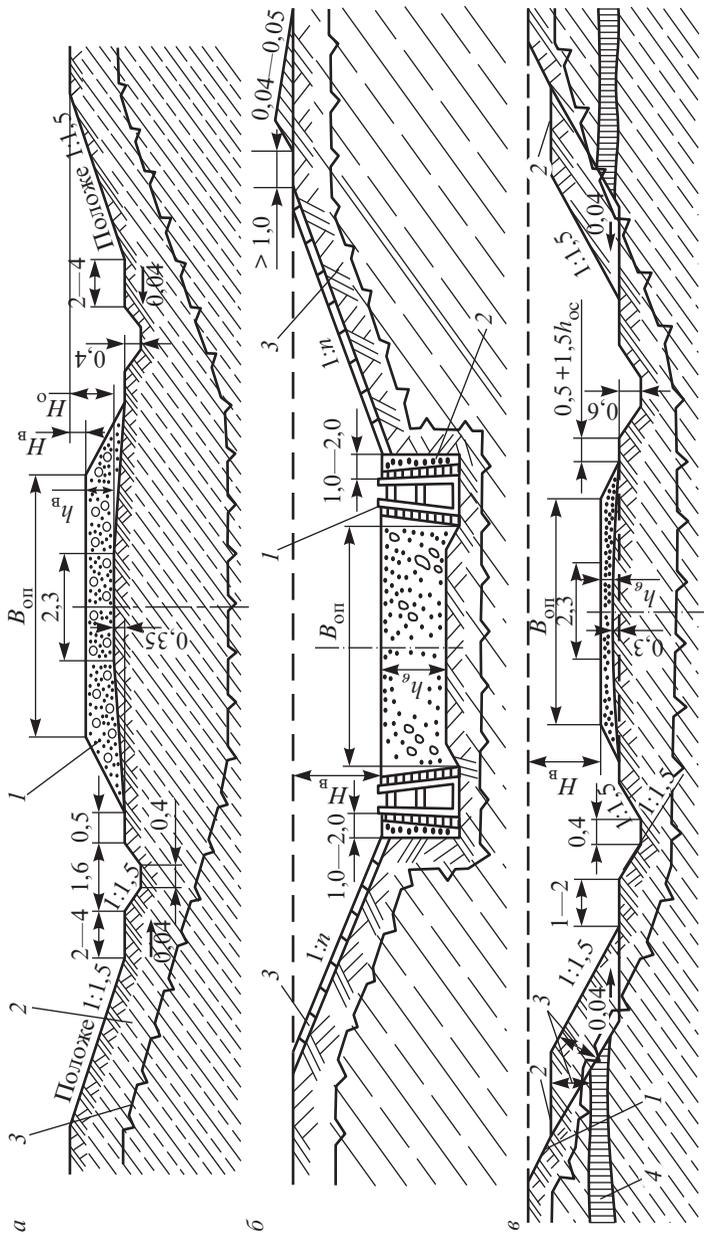


Рис. 4.13. Поперечные профили выемок в вечномёрзлых грунтах:

а — при пластических глинистых грунтах; *1* — дренирующий грунт; *2* — глинистый грунт; *3* — поверхность вечно-мерзлого грунта после образования деятельного слоя по периметру выемки; *б* — при грунтах, переходящих в текучепластичное состояние; *1* — лоток; *2* — галька, гравий, крупный песок; *3* — укреплённые откосы; $H_{в}$ — глубина на выемки; *в* — при пересечении подземного льда; *1* — откос не круче 1:1.5; *2* — грунт замены; *3* — расстояние до поверхности льда; *4* — лёд; $h_{ос}$ — величина осадки оттаивающего грунта (деятельного слоя)

ной зоне дренирующими крупнообломочными, песчаными грунтами. Возможна замена глинистого грунта в подбалластной зоне дренирующим с устройством лотков (или дренажей) и укреплением откосов (рис. 4.13, б).

На участках залегания подземного льда в основании невысокой насыпи (под деятельным слоем) предусматривается полное или частичное его удаление с заменой местным грунтом; если высота насыпи и толщина деятельного слоя равна или более 4 м, подземный лед не удаляется.

В выемках при залегании слоя льда ниже бровки основной площадки на глубину менее и равной толщине деятельного слоя необходимо удаление льда и замена его местным грунтом; при большей глубине залегания льда его разрешается не удалять. Лед, обнаженный на откосах выемки, прикрывается слоем дренирующего грунта (рис. 4.13, в).

Для повышения пропускной способности железной дороги выполняется устройство вторых путей с переустройством однопутного земляного полотна в двухпутное. Возможны различные варианты переустройства земляного полотна:

1 — второй путь устраивается рядом (смежно) с существующим на общем земляном полотне, в одном уровне;

2 — второй путь устраивается по другой трассе, на отдельном земляном полотне;

3 — второй путь устраивается рядом с существующим на общем земляном полотне, но в разном с ним уровне;

4 — второй путь устраивается рядом с существующим на общем земляном полотне, но оба пути располагаются выше или ниже существующего пути;

5 — оба пути выносятся на новую трассу.

Основным является второй вариант устройства второго пути, при котором головки рельсов обоих путей находятся на одном уровне на прямой и внутренние рельсы в кривой.

На откосах существующих насыпей (рис. 4.14, а) из глинистых грунтов со стороны второго пути, для обеспечения его большей устойчивости, устраиваются уступы шириной 1,0—1,5 м с поперечным уклоном в полевую сторону 0,01—0,02. Насыпь под второй путь отсыпается преимущественно с одной стороны существующего однородным грунтом с существующей насыпью или дренирующими грунтами горизонтальными слоями с уплотнением. Поскольку в

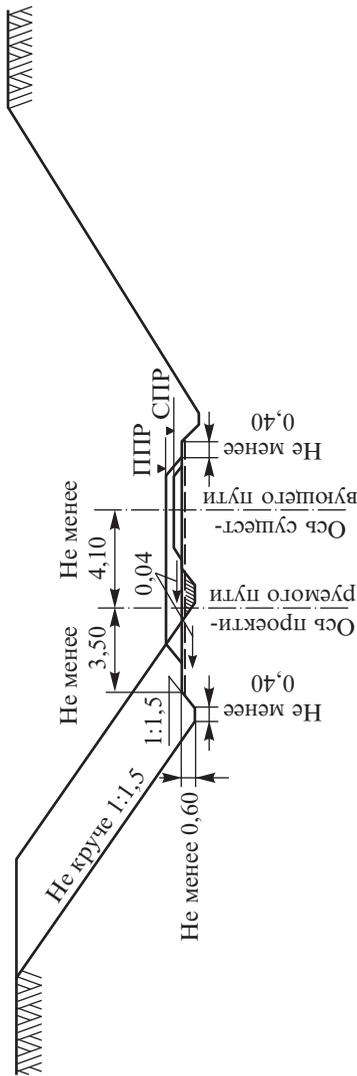
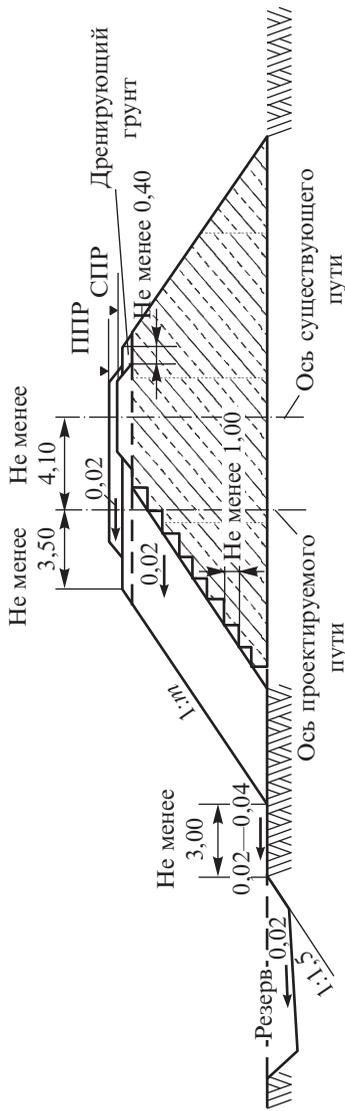


Рис. 4.14. Поперечные профили второго пути:

а — насыпи высотой до 6 м из глинистых грунтов, мелких и пылеватых песков и легковыветривающихся скальных пород при поперечном уклоне местности не круче 1:5; *б* — выемки глубиной до 12 м в супесях, суглинках и тощих глинах при поперечном уклоне местности не круче 1:3; СПР, ППР — старая и проектная отметки бровки

эксплуатационный период после многократных ремонтов пути на основной площадке накапливаются «шапки» и «шлейфы» из старого годнего балласта, то верхняя часть насыпей второго пути отсыпается дренгрунтом. При этом верхняя поверхность второго пути из глинистых (недренирующих) грунтов выполняется односкатной с поперечным уклоном 0,02 в полевую сторону.

В выемках (рис. 4.14, б) производится уширение на величину междупутья (на прямых 4,1 м). При этом в кювете срезается и удаляется дерн с откосов. Затем кювет заполняется грунтом, однородным с грунтом земляного полотна, и уплотняется до нормируемой плотности.

Крутизна путевого откоса устанавливается 1:1,5 в супесях и суглинках, откос укрепляется механизированным травосеянием. Откосы нарезаемого кювета принимаются крутизной 1:1,5 и укрепляются травяным покровом или лотковыми секциями. При расположении второго пути с нагорной стороны и уклоне местности круче 1:5 банкет и забанкетная канава не устраиваются.

Ширина земляного полотна (поверху) на отдельных пунктах устанавливается в соответствии с путевым развитием в зависимости от числа путей и ширины междупутий. При этом расстояние от оси крайних станционных путей до бровки земляного полотна должно быть не менее половины ширины основной площадки на прямых ($B_{\text{оп}}/2$ однопутных линий), в пределах стрелочных улиц, крайних сортировочных путей — не менее 3,6 м. На сортировочных участках станций (при наличии горок и вытяжных путей) балластный слой путей надвига и вытяжных путей уширяется на 1 м от конца шпал и соответственно уширяется земляное полотно (при ширине обочины 0,5 м).

Поперечное сечение верха земляного полотна станционных площадок в зависимости от числа путей и вида грунта земляного полотна следует проектировать одно- и двускатным. При значительной ширине площадки допускается применение многоскатного («пилообразного») поперечного профиля (рис. 4.15) с сооружением в междупутьях с пониженными отметками закрытых продольных водоотводов (лотков и дренажей) с уклоном не менее 0,002, а при необходимости с устройством поперечных выпусков из них для отвода воды за пределы земляного полотна. Поверхностям земляного полотна придается поперечный уклон в сторону водоотводов в зависимости от вида грунта земляного полот-

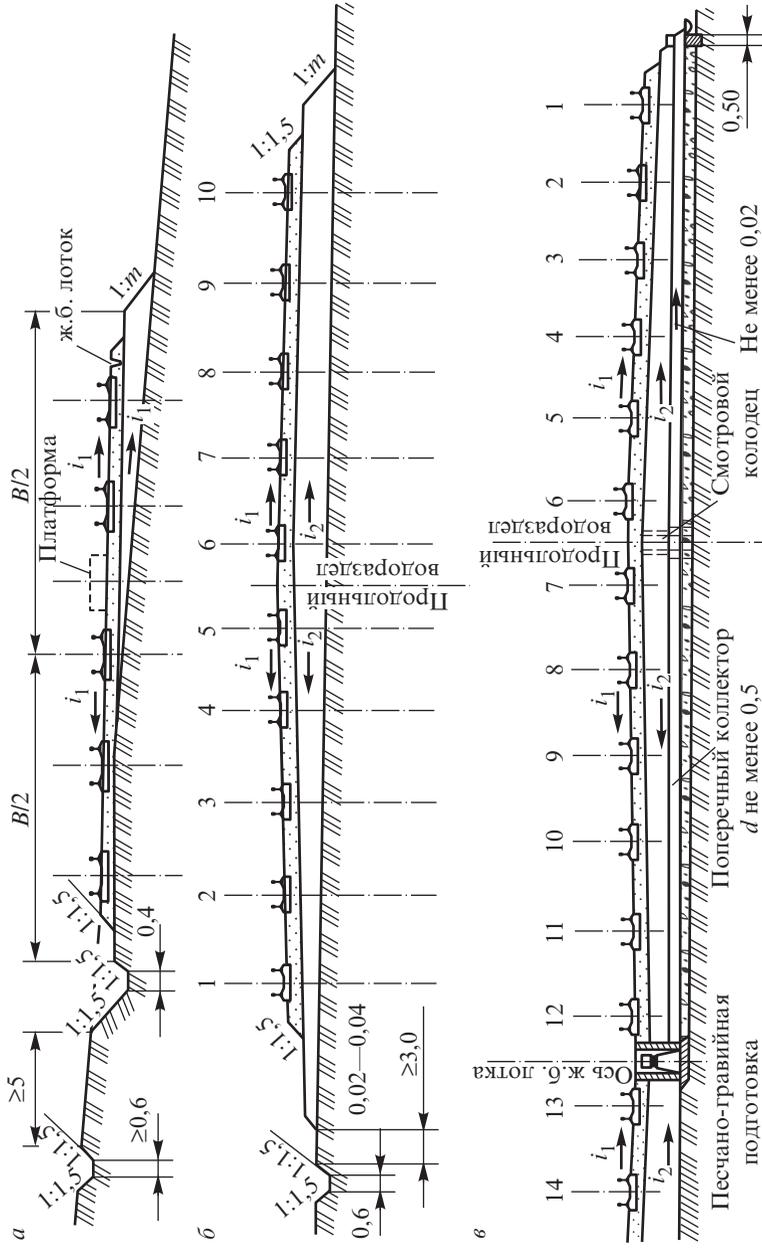


Рис. 4.15. Поперечные профили земляного полотна на раздельных пунктах (цифрами обозначены номера путей). Форма основной площадки:

а — односкатная, **б** — двускатная, **в** — многоскатная (с поперечными и продольными водоотводами)

на, климатических зон и числа путей, располагаемых в пределах каждого ската. Отдельные станционные парки и пути могут располагаться в разных уровнях. Учитывается рельеф местности и перспективное развитие станций.

4.2. Возможные деформации земляного полотна

Земляное полотно будет обеспечивать свое назначение, как основания для верхнего строения пути и подвижного состава, долговременную стабильность (недеформируемость) и надежность (безотказность), если объекты земляного полотна (ОЗП) всегда будут сохранять свою форму и размеры в пределах нормативных значений. Это особенно важно для основной площадки, на которой размещается верхнее строение пути и реализуется движение поездов, к подбалластной и другим зонам, сложенным неоднородными грунтами. Изменения состояний грунтов (по влажности и плотности, зерновому составу и др.) под воздействием поездной нагрузки и природно-климатической среды могут нарушить условия стабильности, привести к деформациям, влияющим на безопасность движения поездов. Поэтому необходим постоянный надзор за состоянием ОЗП и профилактические меры, предупреждающие возможные деформации ОЗП.

Природная среда определяется условиями рельефа, климата, грунтов, гидрогеологии, криологии, сейсмичности и другими факторами и характеризуется температурным режимом воздуха, водным, ветровым, уровенным режимом в реках.

Температурный режим характеризуется величинами абсолютных значений температур (максимальных, минимальных) и колебаний их посезонно в годовом цикле. Температурный режим влияет на изменчивость температуры грунтов, их состояние (талое, мерзлое), на образование деформаций (пучин, осадок, смещений, наледей, термокарста и др.).

Ветровой режим характеризуется скоростями, продолжительностью, направлением, повторяемостью в суточном, годовом циклах. Активные ветры (со скоростями 4,0 м/с и более) приводят к ветровой эрозии земляного полотна, сильные ветры образуют большие волны в водоемах, размывы земляного полотна.

Режим дождевых осадков характеризуется их количеством (суточным, месячным, годовым), продолжительностью и интенсив-

ностью отдельных дождей. Дождевой режим формирует поверхностный сток воды, подземный (грунтовых вод), водноэрозионные, размывные деформации объектов земляного полотна. Впитывающаяся в грунт вода при снеготаянии и дождях избыточно увлажняет глинистые грунты, что приводит к смещениям (сплывам, оползням откосов, склонов).

При подъеме уровня воды в реках возможны размывы берегов, подтопление и размывы насыпей. Следует учитывать, что для равнинных рек характерен один паводочный уровень в весенний период года, на горных реках возможны высокие уровни в разные периоды года, что связано с интенсивными атмосферными (ливневыми) осадками, таянием ледников (при активной солнечной радиации).

Под влиянием внешних воздействий проявляется деформативность земляного полотна, это свойство грунтовой конструкции изменять свои геометрические размеры и форму при изменении (нарушении) состояния грунтов под влиянием природной среды и силового воздействия поездов.

Деформации характеризуются таким состоянием объектов земляного полотна, при котором величины изменения их размеров и формы недопустимы по нормативным и проектным значениям. Деформации могут привести к состоянию ограниченной работоспособности железнодорожного пути с предупреждениями о снижении скоростей движения поездов, к аварийным ситуациям с перерывами в движении поездов.

Следует различать дефекты, как нарушения размеров и форм (в пределах допустимых значений), при которых насыпи и выемки могут эксплуатироваться длительный период; деформации упругие и начальные, в пределах допусков, не влияющих на безопасность движения поездов; деформации остаточные избыточные, за пределами допустимых значений, которые приводят к снижению скоростей и перерывам в движении поездов.

Соответственно под деформациями (избыточными) следует понимать изменения размеров и форм основной площадки и других элементов насыпей и выемок, которые недопустимы по нормам содержания земляного полотна, приводят к нарушениям движения поездов и возникают под влиянием природно-климатической среды, изменяющей состояние грунтов, и динамических поездных нагрузок.

Деформации классифицируются обычно по месту их проявления и внешним признакам, более полная — комплексная (системная) классификация с учетом причин и процессов развития деформаций, с выделением классов деформаций: пучины, оседания, смещения, а также загромождения основной площадки, кюветов, выемок, верхнего строения пути.

Пучины — местные неровности (искажения) пути (по рельсовым нитям) в продольном и поперечном профилях, которые больше допустимых по нормам текущего содержания и возникают при морозном пучении.

Морозное пучение проявляется при наличии в подбалластной зоне пучинистых (пылеватых, глинистых) грунтов, избыточном увлажнении пучинистых грунтов, промерзании избыточно увлажненных пучинистых грунтов.

Пучины могут быть в форме пучинных горбов (рис. 4.16), впадин, перепадов, в виде прямых, косых, перекосных, односторон-

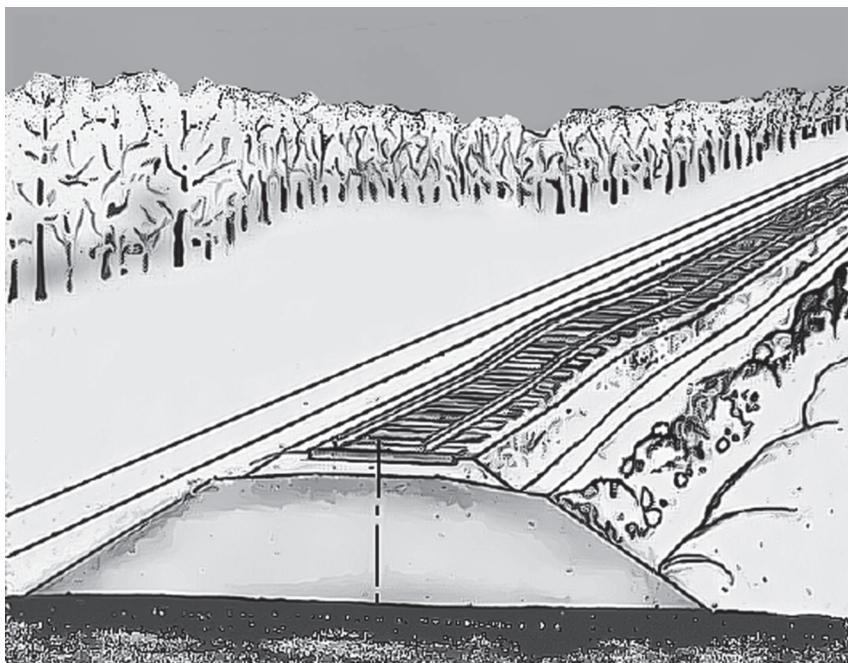


Рис. 4.16. Пучинный горб на насыпи (в зимний период)

них. Пучины могут быть верховыми, полной зоны промерзания, низовыми при расположении пучинистого грунта в верхней, всей зоне, нижней части зоны промерзания, а также коренными, при увлажнении грунтовыми водами; наледными буграми в условиях вечномерзлых грунтов.

Оседания — понижения уровня основной площадки (насыпей, выемок) с верхним строением пути, основания насыпей. Могут быть под основной площадкой в виде балластных корыт (отдельных углублений под каждой шпалой), балластных лож (продольных для ряда нескольких шпал углублений), в форме мешков, гнезд, заполненных загрязненным балластом (рис. 4.17) и просадок (в том числе с верхним строением пути).

Балластные углубления развиваются при уплотнении глинистого грунта в подшпальном основании, увлажнении его в углуб-

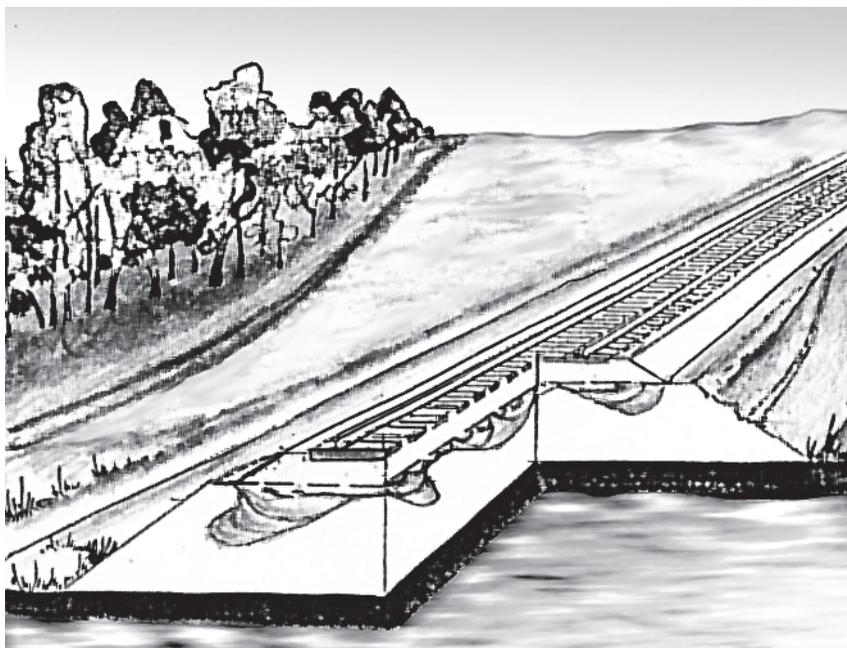


Рис. 4.17. Образование балластных углублений — корыт, лож, мешков, гнезд в подбалластной зоне

лении, разжижении, выдавливании (с образованием выплесков) при движении поездов, выпирием грунта основной площадки в выемках.

Оседания (осадки) основания (рис. 4.18) и насыпи возможны при слабом заторфованном основании насыпи, при оттаивании деятельного слоя вечномерзлых грунтов (с марьями, погребенными льдами). Оседания насыпи могут быть с выпирием грунтов основания из-под насыпи.

Смещения — деформации изменения положения масс грунта насыпей и выемок под действием силы тяжести при изменении состояния (увлажнении) грунтов.

Смещения могут быть в виде оплывин разжиженного грунта в поверхностных слоях; сплывов откосов (рис. 4.19) при избыточном увлажнении грунтов; в виде солифлюкции — плоских

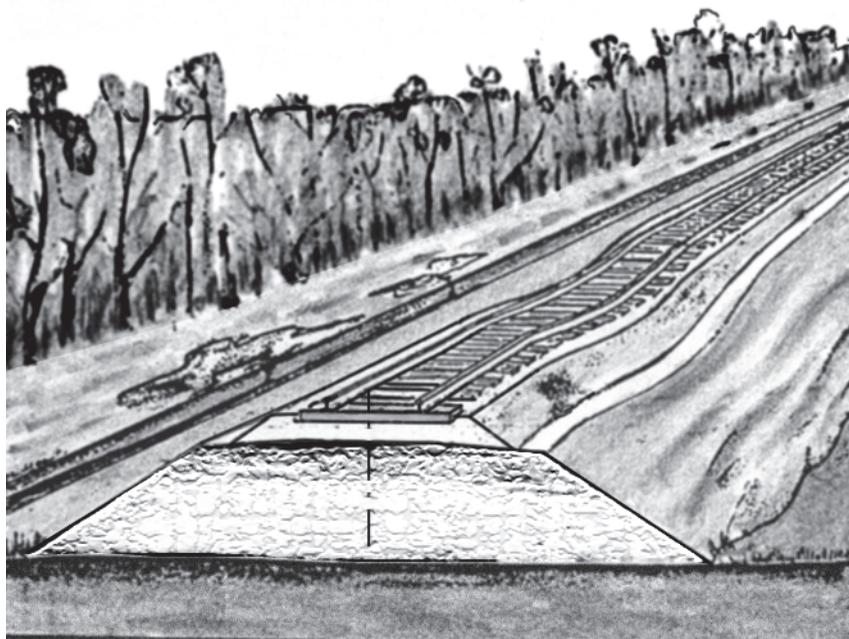


Рис. 4.18. Оседания (осадки) основания и насыпи, возможно с выпирием основания, в весенний период

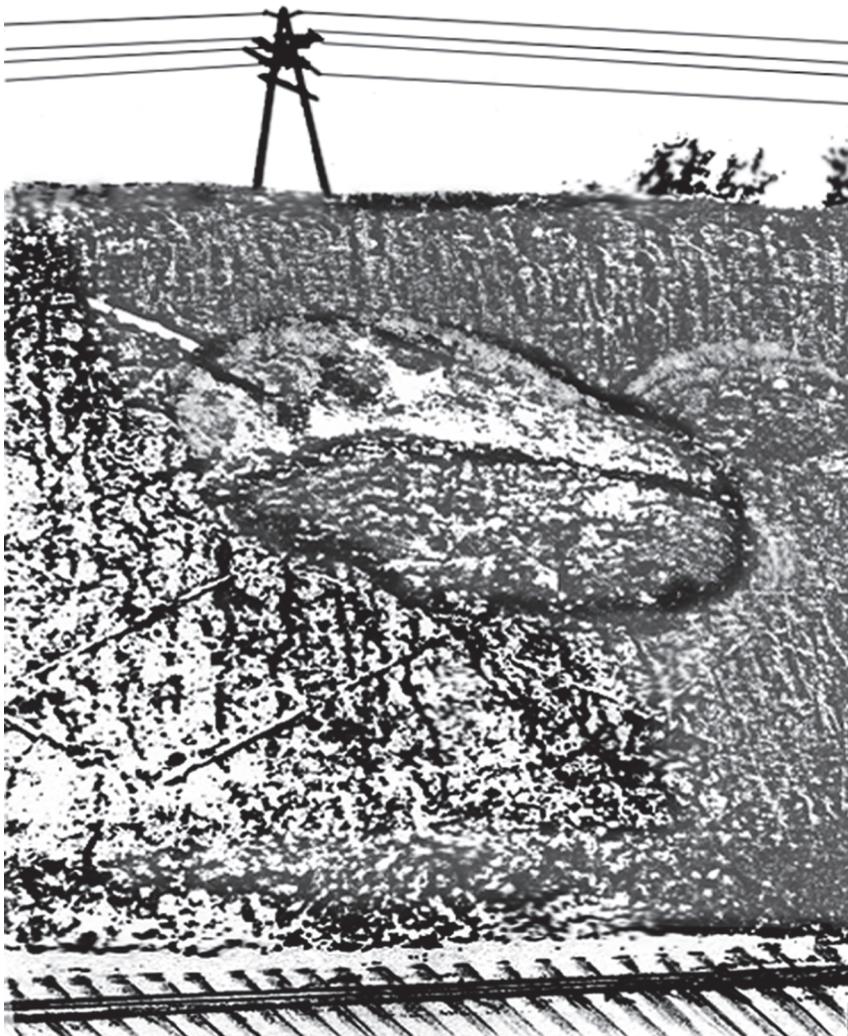


Рис. 4.19. Поверхностный сплыв (смещение) откоса выемки в глинистых грунтах

оплывин, языков при оттаивании вечномёрзлых грунтов в откосах; в виде оползания откосов насыпей, особенно пойменных насыпей при подтоплении паводковыми водами.

Кроме того, возможны сдвиги насыпей по наклонному основанию и сдвиги насыпей совместно со слабым основанием, поверхностными слоями наклонного склона и выпором основания. Возможны смещения в виде сдвигов насыпей на курумниках (каменных россыпях на склонах). Такие деформации могут создавать угрозу безопасности движения поездов.

Разрушения земляного полотна могут проявиться в выдувании грунта из насыпи (ветровая эрозия), в размывании и вымывании грунта (водная эрозия) с образованием на откосах стройчатых промоин (рис. 4.20); в заоткосных зонах возможно оврагообразование (рис. 4.21) с глубокими размоинами, возможным разрушением насыпей, заиливанием водоотводов и водопропускных труб.

Возможны подмывы, переливы воды (рис. 4.22), разрушения балластной призмы, насыпей в поймах рек паводковыми водами, волновой абразией.

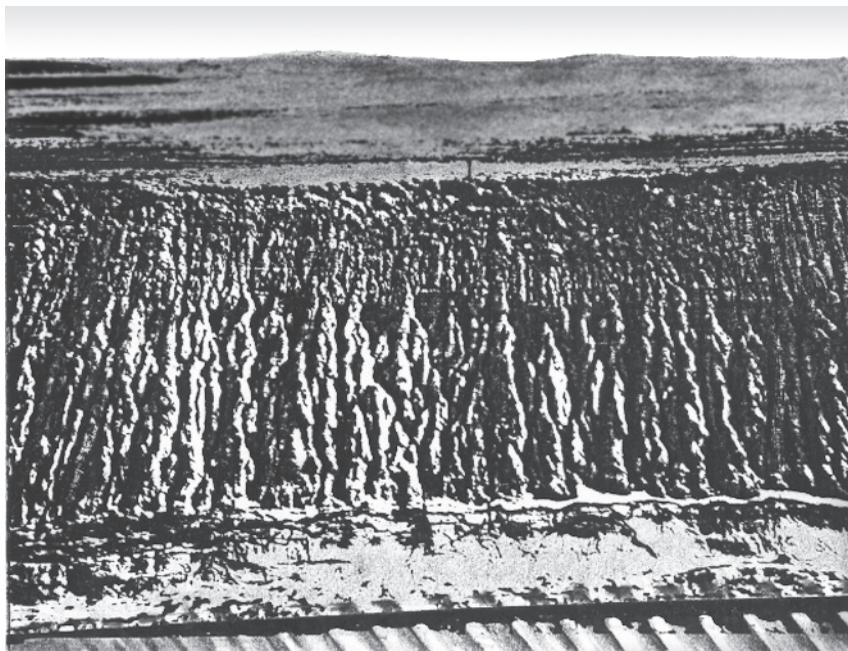


Рис. 4.20. Водно-эрозионное разрушение поверхности откоса насыпи дождевыми осадками

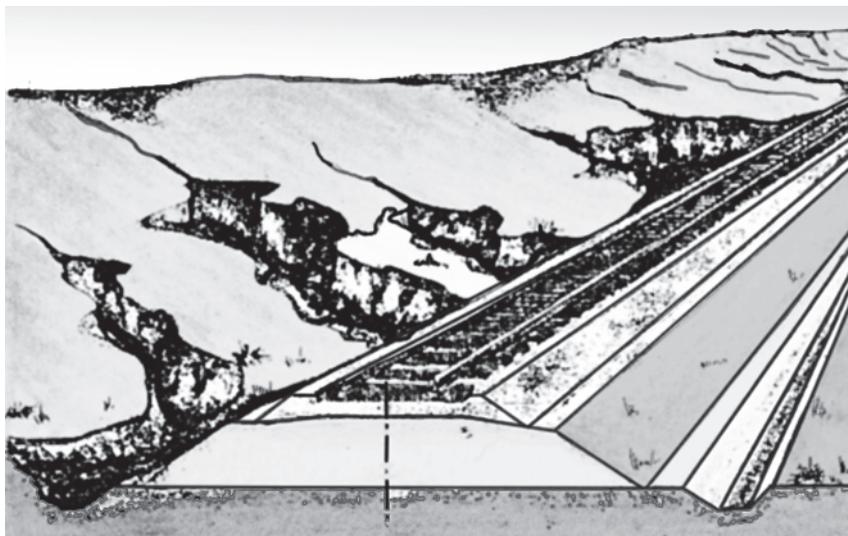


Рис .4.21. Оврагообразование и размойны в заоткосной зоне насыпи

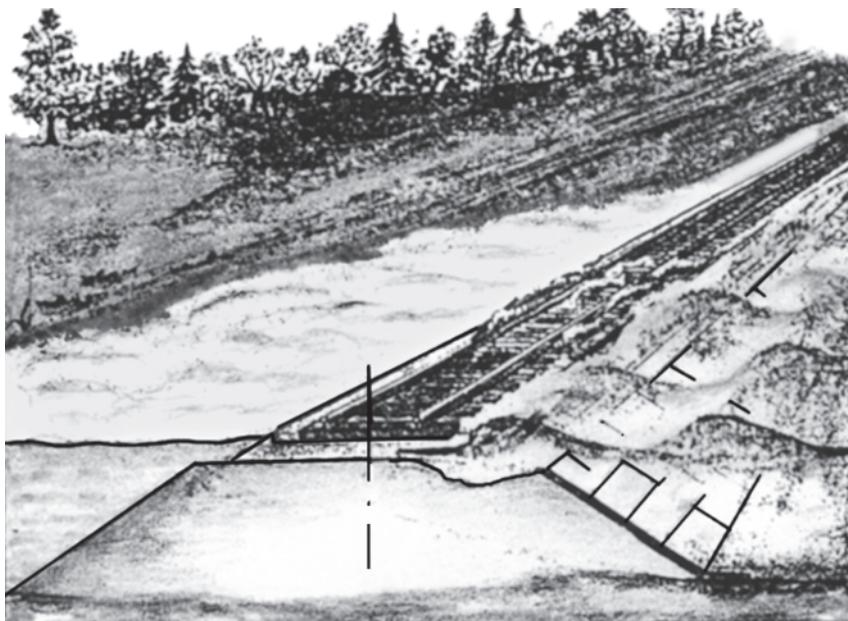


Рис. 4.22. Переливы воды, разрушение балластной призмы и откосов насыпи паводковыми водами

Кроме того, разрушения насыпей возможны в виде расползания на слабых основаниях; на карстовых участках, где грунтовыми водами растворяются горные породы (гипсы, известняки и др.) и вымываются с образованием пустот, на горных (шахтных) выработках. В выемках могут быть провалы грунтов подбалластной зоны на карстах, горных выработках, при вытаивании погребенных льдов в вечномерзлых грунтах.

Загромождения пути создают опасность движению поездам при практически исправном верхнем строении пути, нормативном содержании рельсовой колеи.

Эти процессы могут проявляться в заносах песком, пылью обочин, балластной призмы, наносах в рельсовой колее (рис. 4.23) при ветропесчаных, пыльных бурях; в заиливании водоотводов, в наледиобразовании на откосах, в кюветах, на балластной призме (с покрытием льдом рельсов, рис. 4.24) при замерзании грунтовых вод (выходящих на поверхность), ключевых, речных.

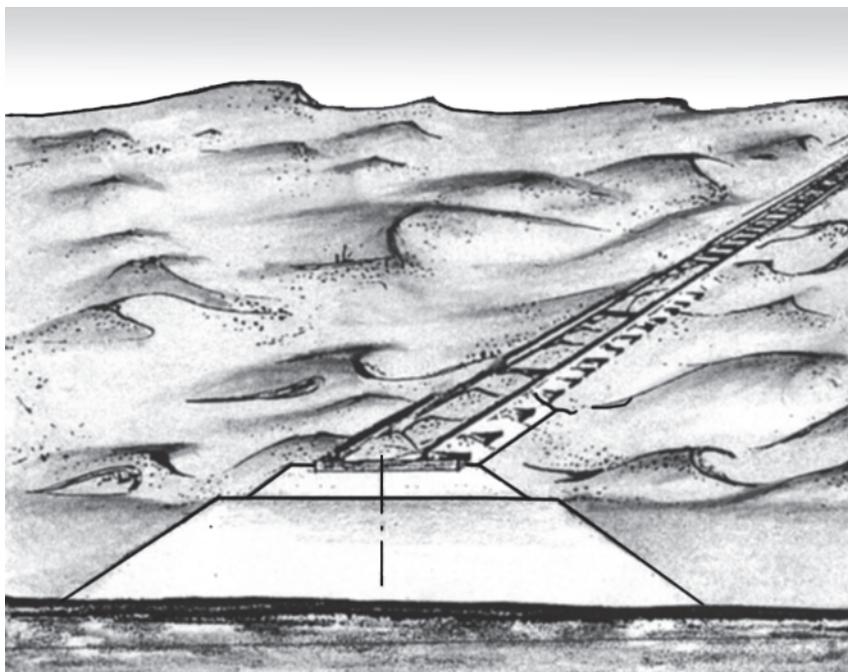


Рис. 4.23. Песчаные заносы насыпи, балластной призмы, рельсовой колеи



Рис. 4.24. Образование откосной наледи при выходе грунтовой воды в откосе и льдообразованиях в кюветах, на обочине, рельсошпальной решетке

В откосных зонах скальных выемок возможны вывалы и камнепады (рис. 4.25), осыпи, осовы, обрушения крупнообломочных горных пород с завалами пути (рис. 4.26). Этому способствует

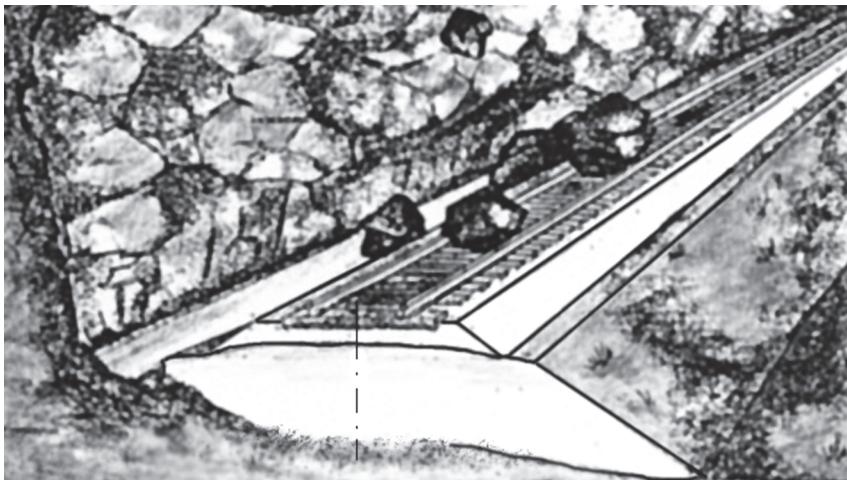


Рис. 4.25. Вывалы и камнепады на скальном откосе полувыемки

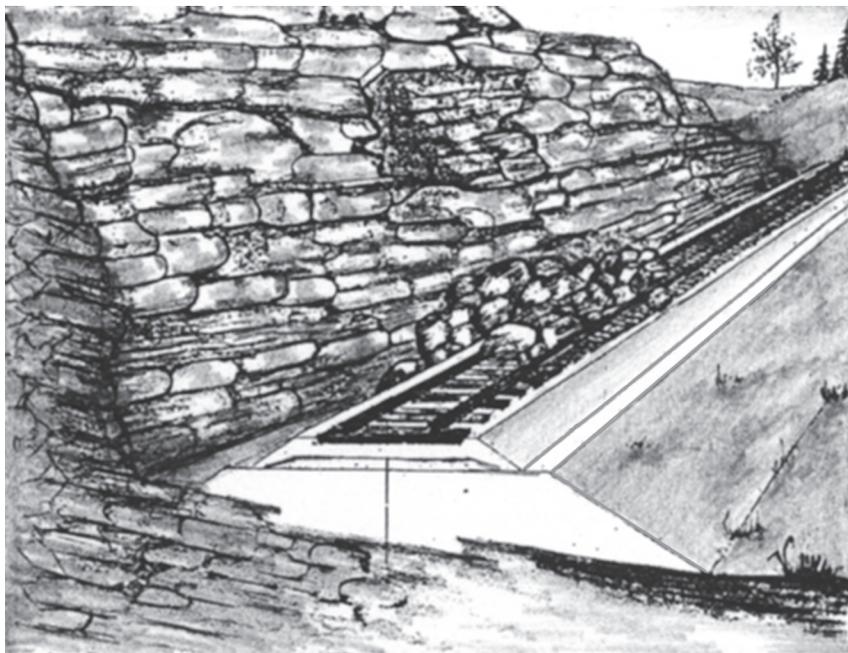


Рис. 4.26. Обрушения, обвалы раздробленных горных пород на скальном откосе

интенсивное выветривание горных пород. Возможны оползни глинистых откосов с загромождением грунтовой массой основной площадки выемки.

В нагорных зонах возможны обвалы накопленных выветрелых горных пород в логах, на склонах, лавины каменные, лавины снежные (при метелях и оттепелях).

Возможны оползни склонов, сложенных глинистыми грунтами (рис. 4.27) со смещением больших объемов грунтовых масс и загромождением пути.

При ливневом увлажнении накопившихся пород выветривания в логах возможны селевые потоки — горные паводки с большим количеством включений валунов, карчей (грязевые, грязекаменные, водокаменные сели).

Проявлению таких процессов способствуют накопление в высокогорных бассейнах логов и на склонах больших масс раздробленных продуктов горного выветривания, крутые склоны, ливневые дожди, смерчи, сейсмичность района.

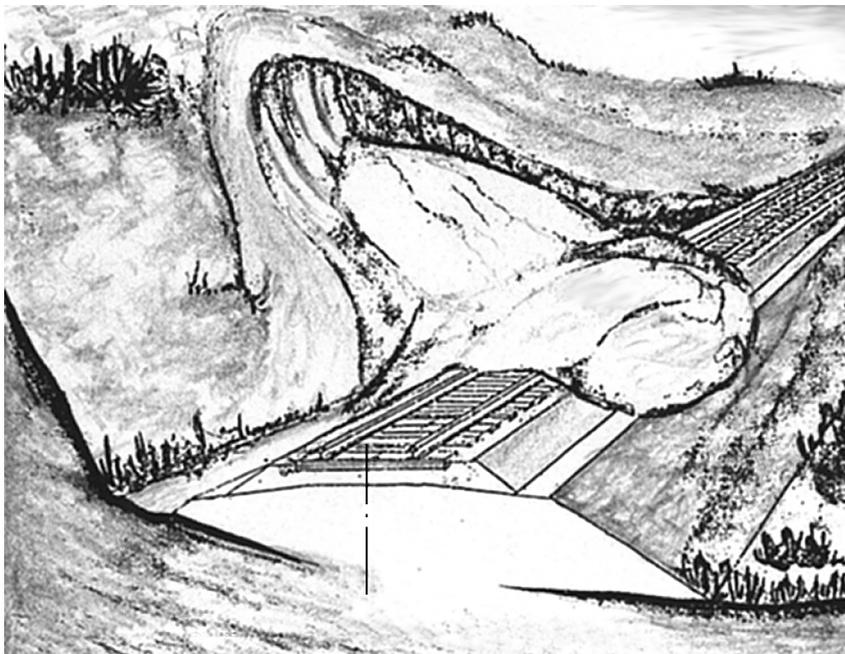


Рис. 4.27. Склоновый оползень переувлажненных грунтовых масс с загромождением верхнего строения пути языком оползня

На все объекты земляного полотна с деформациями в дистанциях пути ведутся документы: паспорт неустойчивого или деформирующегося земляного полотна (форма ПУ-9); книга противодеформационных сооружений земляного полотна (форма ПУ-14), в которых регулярно отражаются результаты осмотров, обследований, наблюдений.

4.3. Противодеформационные конструкции

4.3.1. Водоотводные устройства и сооружения

Поскольку увлажнение грунтов снижает их прочностные характеристики, а при больших скоростях течения дождевых и талых вод возможны размывы земляного полотна, необходимо регулирование стока поверхностных, а также подземных (грунтовых) вод.

Для регулирования поверхностного стока дождевых и весенних талых вод применяются водоотводные каналы и лотки, грунтовые валы, устройства ливневой канализации (на станционных путях), а также быстротоки, перепады с гасителями энергии текущей воды и возможно дренажи мелкого заложения.

Для регулирования стока подземных вод, т. е. для их перехвата и понижения уровня (грунтовых, трещинных, межпластовых вод) применяются дренажные устройства.

Водоотводные каналы являются наиболее распространенными для регулирования стока дождевых и талых вод. Они имеют трапециевидную форму, крутизну $1:m$ грунтовых откосов $1:1,5$ (или $1:2$), размеры определяются расчетом, но не менее $0,6$ м глубина (H_k) и ширина по дну (b_k). Могут укрепляться бетонными, асфальтовыми плитками (или лотковыми секциями, укладываемыми по грунту), каменным мощением (по слою песка) одерновкой, травяным покровом (получаемым травосеянием), со щебневанием дна (рис. 4.28).

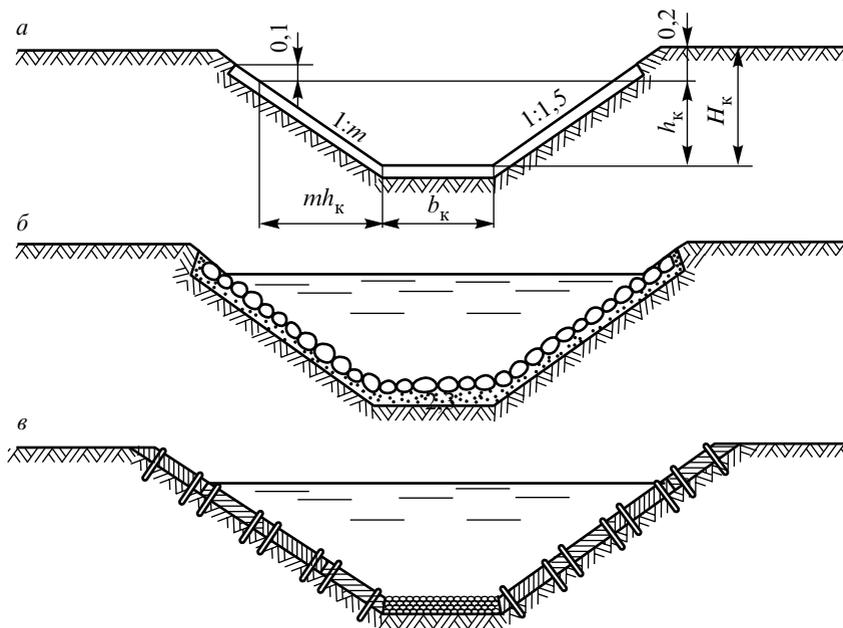


Рис. 4.28. Поперечные профили водоотводных каналов с укреплением: *a* — железобетонными плитами; *б* — каменным мощением; *в* — одерновкой со щебневанием дна

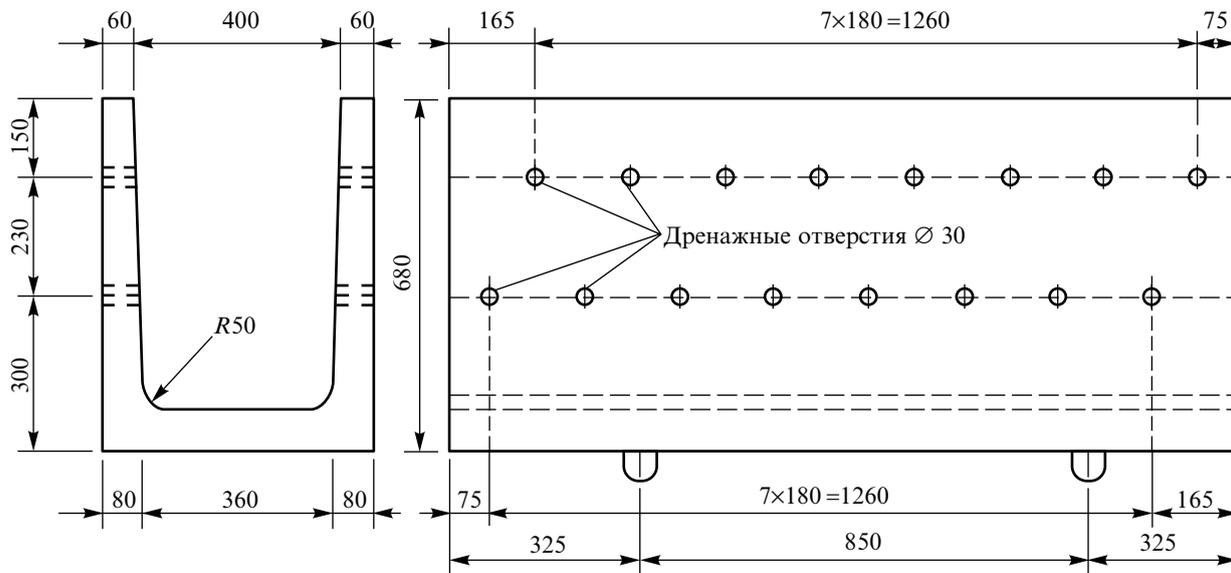


Рис. 4.29. Железобетонные лотки безраспорные (размеры в мм)

Лотки железобетонные, могут быть безраспорными (рис. 4.29) прямоугольной формы, распорными, как показано на рис. 4.30. Безраспорные лотки глубиной до 1,0 м устанавливаются отдельными секциями длиной от 1,0 до 2,0 м, имеют распорные крышки. Распорные лотки рамные глубиной от 0,75 до 2,0 м. Рамы устанавливаются в траншею вертикально на слой гравийно-щебеночной подготовки с цементной или асфальтовой стяжкой, стенки образуют закладными плитами, сверху накрываются крышками. Глубокие лотки (до 2 м) могут использоваться в качестве дренажных конструкций.

Водоотводные лотки из композитных материалов (рис. 4.31) имеют ширину 0,4—0,6 м, глубину (H) от 0,5 до 1,0 м, изготавливаются секциями длиной 2,5 м (масса 52 кг), 4,1 м (масса 92 кг), накрываются распорными железобетонными крышками (масса крышки 50 кг). Композитные лотки устанавливаются на станциях в междупутном (рис. 31, а) при расстояниях между осями путей 3,5—4,8 м.

При значительных продольных уклонах, в том числе на откосах, применяют железобетонные длинномерные телескопические

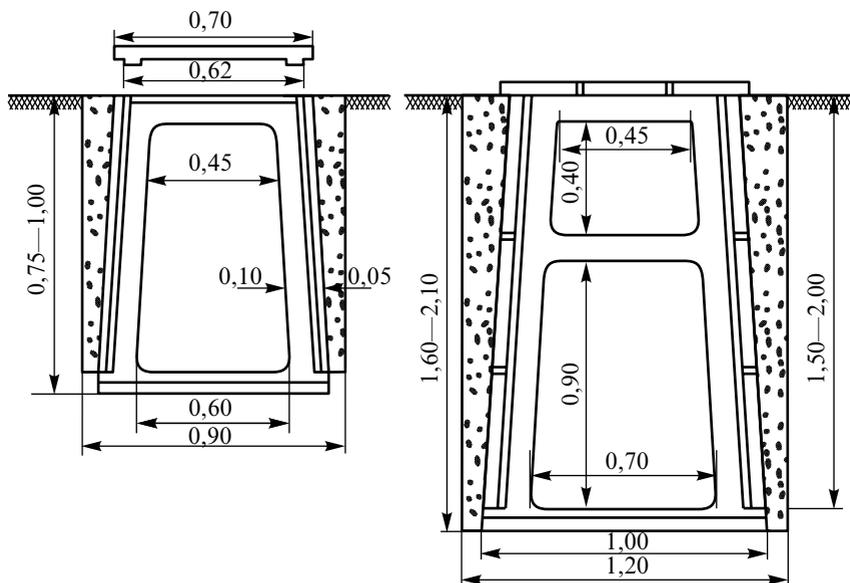


Рис. 4.30. Железобетонные лотки рамного типа (размеры в м)

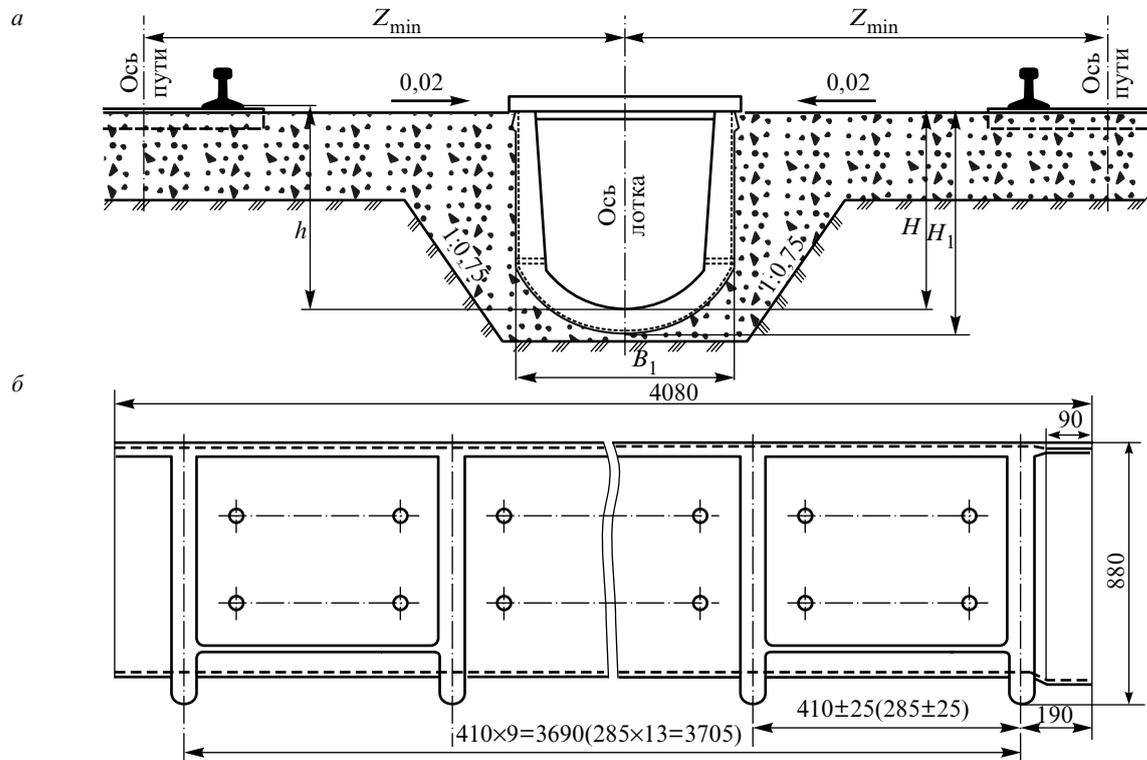


Рис. 4.31. Композитный лоток:

a — установка в междупуты (Z_{\min} от 1,95 до 2,4 м; B_1 от 0,54 до 0,814 м; H_1 от 0,85 до 1,15 м); *б* — секция водоотводного керамзитного лотка ($H_a = 0,75$ м) в продольном профиле (размеры в мм)

лотки глубиной 0,4 м, шириной в верхней части 0,7 м, в нижней части (с бетонным зубом) — 0,4 м. Секции устанавливаются последовательно в нижнюю каждая верхняя с упором бетонным зубом. Кроме того, применяются бетонные лотки-желоба, лотки-полутрубы.

В местах крутых склонов (водоскатов) на выходах из водоотводов могут устраиваться быстротоки — лотки с большим уклоном (рис. 4.32) и одно- и многоступенчатые перепады (рис. 4.33).

На выходе из быстротоков и перепадов устраиваются гасители энергии быстротекущей воды и скорости ее течения в виде водобойных стен, колодцев и др.

Для водоотведения уместно применение грунтовых валиков, валов по типу банкетов (и кавальеров); когда поверхностные воды, преграждаемые грунтовым валом текут вдоль его откоса по направлению естественного стока на нагорном склоне.

Для регулирования подземного стока грунтовых вод, избыточно увлажняющих грунты земляного полотна, применяются дренажные устройства (дренажи), которые служат для перехвата, понижения уровня и отвода подземных вод.

Дренажи могут быть одиночными, групповыми, образовывать дренажную сеть и иметь различную конструкцию. Различают дренажи гравитационные, в которых вода перемещается под действием силы тяжести; вентиляционные (трубчатые вытяжные и др.), в которых вода удаляется посредством ее испарения; специальные, в которых вода удаляется посредством вакуума, электрохимических, термических и других процессов; биологические (древесно-кустарниковые, травяные), в которых вода (влага) удаляется посредством испарения через листья растений (транспирации).

Наиболее эффективными распространенными являются гравитационные дренажи, которые отбирают из грунта воду, перемещающуюся в порах под действием силы тяжести (гравитационную воду) и связанную с ней капиллярную (находящуюся в капиллярах грунта) воду и могут быть горизонтальными, вертикальными и комбинированными.

Конструктивно горизонтальные дренажи могут быть открытыми в виде глубоких канав и глубоких лотков и закрытыми.

Закрытые дренажи имеют наибольшее распространение и могут быть траншейного типа (трубчатые, беструбные, галереи в траншеях), траншейно-поперечного типа (преградительные, за-

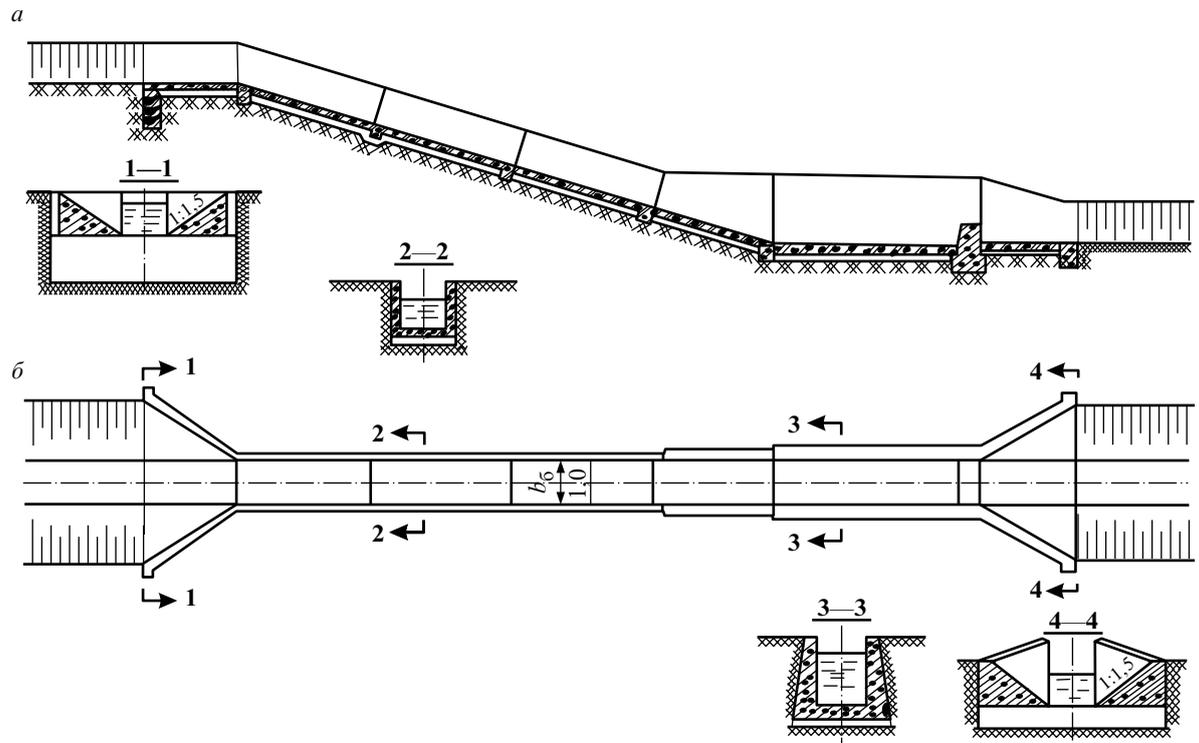


Рис. 4.32. Конструкция быстротока:
a — продольный оси; *б* — вид в плане

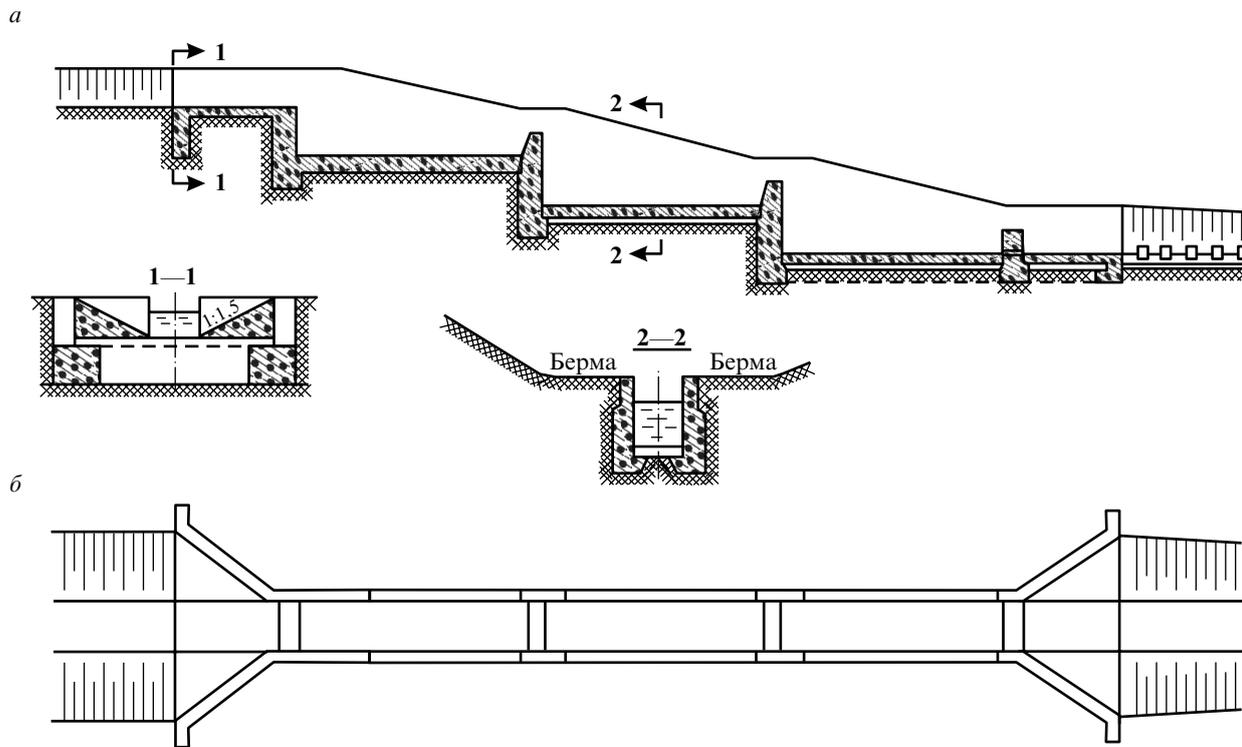


Рис. 4.33. Конструкция многоступенчатого перепада:
a — продольный оси; *б* — вид в плане

стенные, прислоненные прорези, скважинные и другие, а также штольни, которые устраиваются способами горных (тоннельных) проходок).

Вертикальные дренажи могут быть в виде буровых или шахтных водопускных колодцев, в которых вода отводится в нижележащие водоносные (дренирующие) пласты или откачивается. Комбинированные дренажи представляют собой сочетание горизонтальных и вертикальных гравитационных дренажей для осушения склонов (оползневых) в сложных гидрологических условиях.

Траншейные гравитационные дренажи могут иметь различное положение на выемке в зависимости от размещения водоносных слоев (рис. 4.34). При водоносном слое в откосе выемки и возможном выходе грунтовых вод на откос для перехвата их устраивается откосный дренаж-преградитель 1. Для понижения уровня грунтовых вод в подбалластной зоне наибольшее распространение имеют подкюветные траншейные трубчатые дренажи. При этом, если грунтовый поток воды происходит по наклонному водоносному слою, то устраиваются односторонние дренажи, траншеи которых могут размещаться за кюветом (закюветный дренаж — 2), под кюветом (подкюветный дренаж — 3), перед кюветом со стороны оси пути (предкюветный дренаж — 4). Если уровень грунтовых вод горизонтальный (при горизонтальном водоупоре), то траншеи размещаются с двух сторон от оси пути (двусторонний подкюветный дренаж 3 и 3'). Поименованные дренажи (2, 3, 3', 4) называются несовершенными, поскольку они не полностью пересекают водоносный слой и не достигают водоупора. Дренаж называется совершенным 5, если он полностью пересекает водоносный слой, траншея достигает, врезается в водоупор и полностью перехватывает грунтовый поток.

Укладываемые в траншеи дренажные трубы (дрены) могут быть керамическими, трубофилтрами, полимерными (композитными), бетонными.

Керамические трубы круглого сечения, диаметром 0,125—0,20 м и более, длиной 0,5—1,0 м имеют в стенках отверстия, на одном конце раструбы, благодаря которым трубы соединяются между собой.

Трубофилтры изготавливаются из керамзитного гравия и имеют в стенках крупные поры, через которые в трубу поступает грунтовая вода. Трубы соединяются между собой гибкими пластмассовыми муфтами, что позволяет укладывать их в траншеи гирляндами с траншейного многоковшового экскаватора-трубоукладчика.

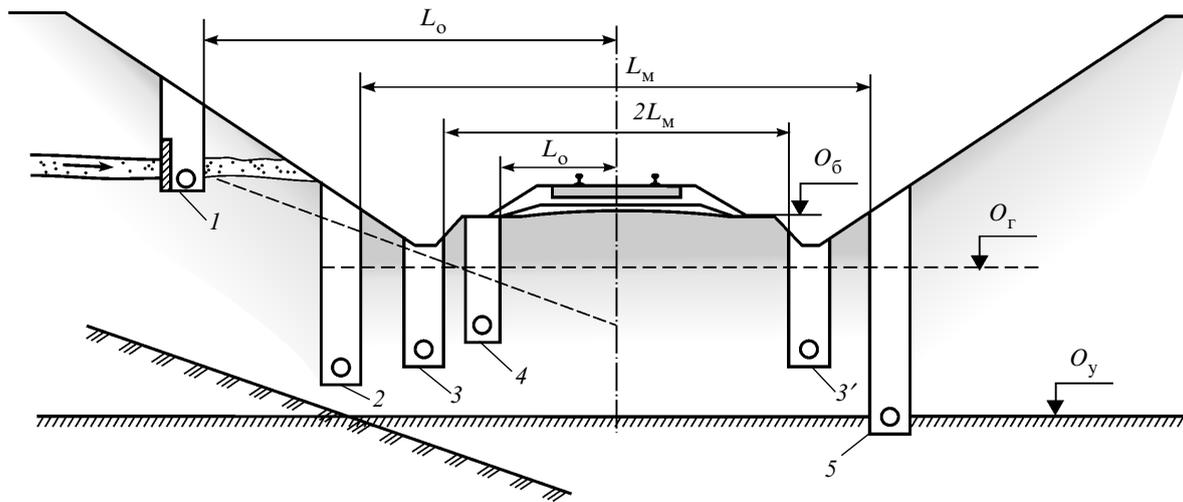


Рис. 4.34. Граншейные гравитационные дренажи (по расположению на выемке):
 1 — откосный, 2 — закуветный (односторонний несовершенный), 3 — подкуветный (двусторонний), 4 — предкуветный (односторонний), 5 — закуветный (совершенный); L_M — величина междренажного пространства, L_o — расстояние от оси пути; O_6 , O_r , O_y — отметки бровки, горизонта воды, водоупора

Продольный уклон дренажа принимается равным уклону пути, но не менее 0,003 (в исключительных случаях 0,002).

Дренажная траншея заполняется дренирующим песчаным материалом. Для предотвращения проникания мелких частиц песка в отверстия труб и засорения дрены (кальматации) вокруг труб с отверстиями устраивается дренажная обсыпка из специально подобранного материала (щебенистого, гравийного) с частицами, зернами соразмерными отверстиям в трубах. В целях предохранения труб от кальматации песчаным наполнителем трубы можно обертывать геотекстильным материалом (полимерным тканым и нетканым).

Для предохранения дренажного наполнителя от засорения траншеи сверху перекрывают глиняным замком (с дернинами) из местного грунта. Более эффективно устройство в траншее фильтра из щебня в геотекстильной обойме, как показано на рис. 4.35, *а*. Если не устраивать в траншее сверху гидроизоляции из местного грунта, то дренаж мелкого заложения может заменить кювет (рис. 4.35, *б*) и использоваться для водоотведения поверхностных вод. В других случаях в дренаж (траншею) глубокого заложения устанавливается лоток малой глубины (железобетонный или композитный) для отвода поверхностных вод (рис. 4.35, *в*).

Для наблюдения за работой дренажа, его периодической прочистки (и вентиляции) устраиваются смотровые колодцы, сборные из железобетонных колец и других элементов, секций. Основание колодца из монолитного бетона. На подкюветных дренажах устраиваются галерейные (с камерой) смотровые колодцы (рис. 4.36) с выносом лаза на откос выемки, на закюветных дренажах устраиваются вертикальные бескамерные смотровые колодцы (через 100 м, 50 м в кривых). Выпуски дренажа (оголовки) на поверхность с выхода воды из дрен устраиваются в виде подпорных стен или с лотком из железобетонных плит (рис. 4.37). Выпуски (оголовки) дренажа утепляются для предупреждения замерзания воды на выходе, например, пенопластовым покрытием и возможно устройством специальных теплушек (в условиях суровых зим).

На эксплуатируемых участках еще имеют распространение дренажи с асбоцементными круглыми трубами, которые имеют большую длину, прорези для поступления воды в них и соединяются посредством кольцевых муфт. В дренажах постройки прошлых лет на сибирских участках встречаются трубы деревянные квадратной формы из досок.

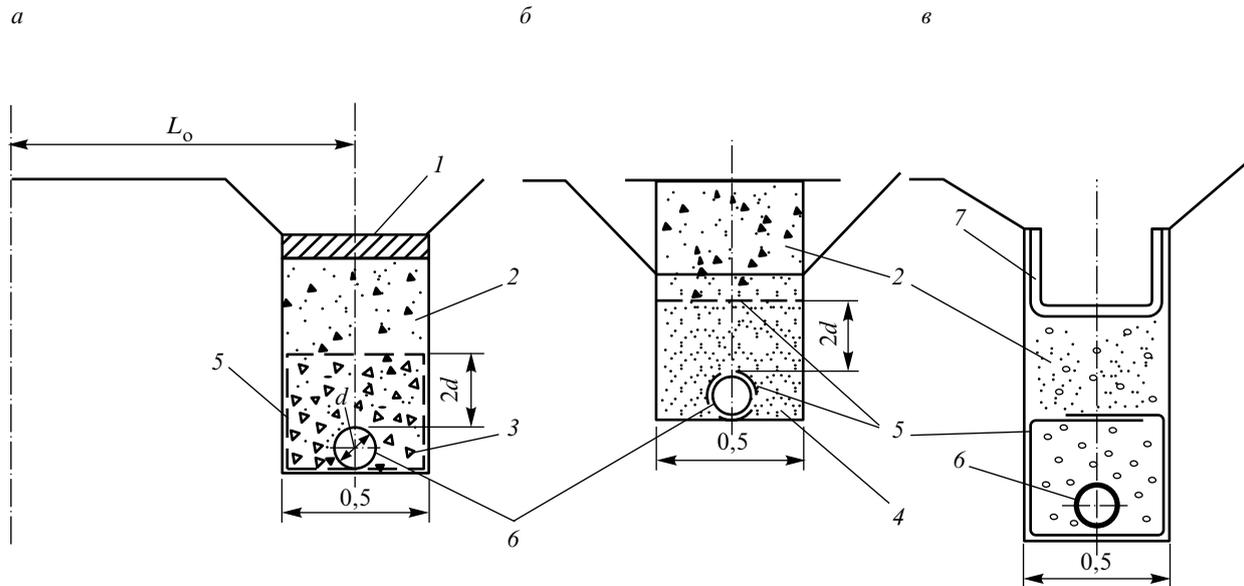


Рис. 4.35. Дренажи траншейные:

a — подкюветный со щебеночным фильтром; *б* — бескюветный (мелкого заложения) с песчаным фильтром; *в* — с лотком для поверхностного стока; 1 — местный грунт; 2 — дренирующий грунт; 3 — щебень; 4 — песок; 5 — геотекстиль; 6 — дрена (труба); 7 — лоток (размеры в м)

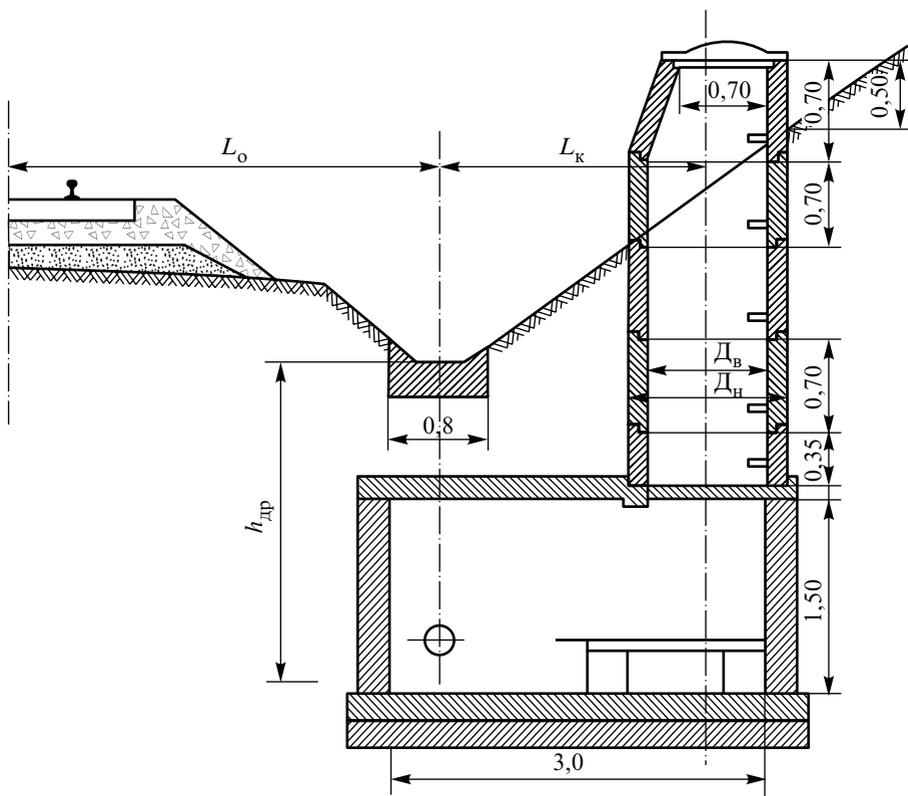
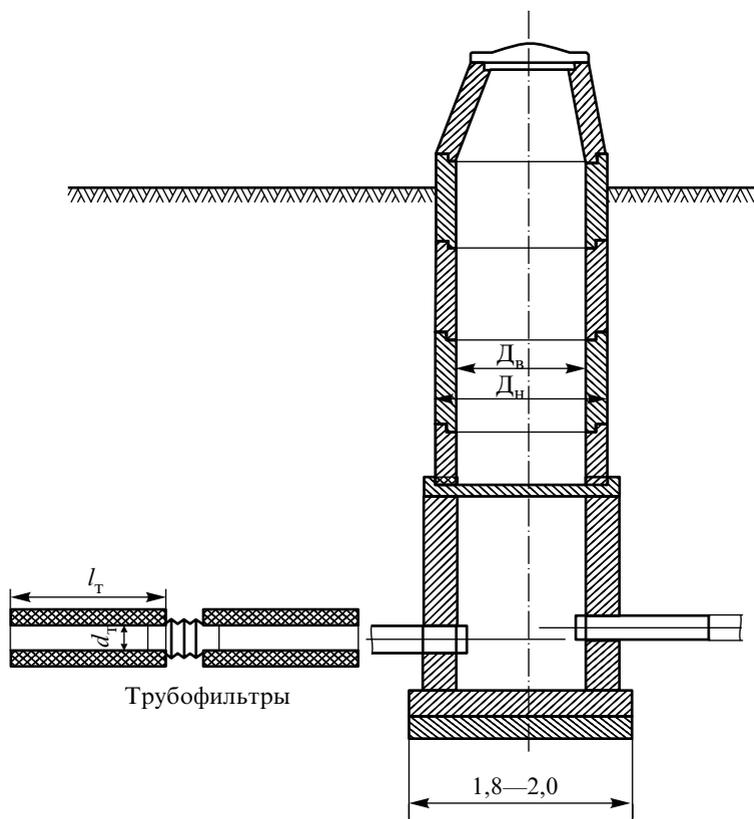


Рис. 4.36. Конструкция дренажного смотрового
 $h_{др}$ — заложение дренажа; $L_0 + L_к$ — расстояние от оси пути; $d_т$, $d_в$ — диаметр,



колодца галерейного типа (размеры в м):
 длина дрены (трубы); $D_{в}$, $D_{н}$ — внутренний, наружный диаметр кольца

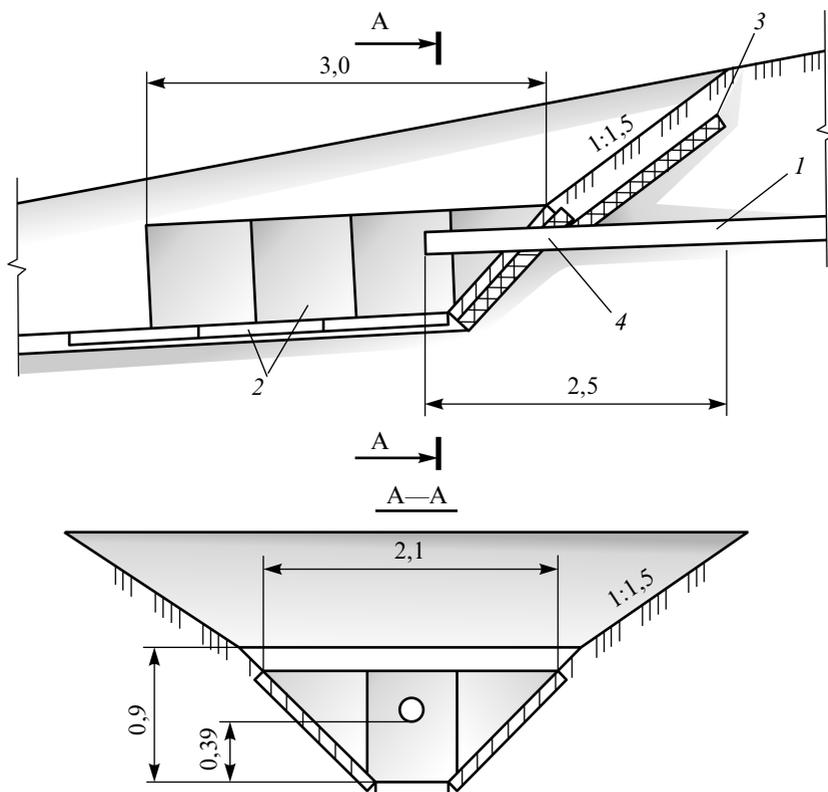


Рис. 4.37. Выпуск дренажа с лотком из бетонных плит и утеплителем:
 1 — дренажная труба; 2 — плиты железобетонные; 3 — пенополистирол;
 4 — участок трубы без отверстий

Вместе с тем все большее распространение получают дренажи из полимерных материалов. Дренаж состоит из трубопровода из полимерных (полиэтилена, полипропилена) труб, наблюдательных скважин, дренажного фильтра и конструкции выпуска дренажа. Трубопровод размещается в траншее (глубиной 1—2 м). Вокруг трубопровода устраивается дренажный фильтр, препятствующий выносу мелких частиц в дрены. Комплект включает дренажные трубы с водопропускными отверстиями в верхней половине, муфты соединительные, тройники с наблюдательными скважинами, крышки для наблюдательных скважин. Внутренний диаметр труб

0,1—0,25 м, длина труб от 5 до 10 м. Для дренажного фильтра используются щебень, гравий, крупно- и среднезернистый песок. Для предотвращения выноса частиц заполнителя труба оборачивается геотекстилем; поверх песка, для защиты от засорения поверхностными водами укладывается мембрана из геотекстиля. Полимерные дренажи удобны для водоотведения на станциях по междупутьям и из междупутий в полевую сторону с устройством переходов под железнодорожными путями. Устраиваются водопропускные и смотровые колодцы ливневой канализации.

Сток воды из дренажных труб в траншеях предусматривается из выемок в водопропускные сооружения.

Возможны бестраншейные, например, кротовые дренажи, которые применяются для осушения балластных углублений в насыпях и сооружаются посредством бурения наклонных скважин, в которые заводятся трубофильтры или пластиковые перфорированные трубы.

4.3.2. Защитные покрытия

В целях обеспечения стабильности объектов земляного полотна необходимо регулирование влияния природных факторов: вредного воздействия ветра, температуры, ливневых дождей, течения воды, подтопления, волн, льда, сил гравитации на грунты насыпей и выемок. Необходимы покрытия откосов, берм, других элементов насыпей и выемок и обустройства для защиты их от эрозии, размывов, смещений, разрушений, других деформаций.

Откосы выемок и неподтопляемых насыпей укрепляются искусственно создаваемым травяным (дерновым) покровом посредством механизированного травосеяния многолетних злаковых и бобовых трав (рыхлокустовых, корневищевых, стержнекорневых). Травосеяние выполняется на откосах способом гидропосева водных смесей семян трав, минеральных удобрений, мульчирующих добавок (опилки, торфяная крошка) и пленкообразующих (латекс, битумная эмульсия и др.) или способом травосеяния по слою растительного грунта, наносимого на откос. Травяной покров армирует верхний слой грунта корневой системой, защищает от водной и ветровой эрозии, вдвое увеличивает испарение воды из грунта (способствует его осушению).

При необходимости ускоренного создания травяного покрова на откосах производят их одерновку. При этом нарезаются (на лугу) отдельные дернины (с низкорослой травой) или дерновые ленты и укладываются на откосе и пришиваются деревянными спицами.

Дерн может укладываться в клету, взаимно перпендикулярными лентами плашмя, полностью покрывая откос (сплошная одерновка), или в стенку. Работа эта выполняется вручную, трудоемкая.

На откосах с переувлажненными пылеватými грунтами, где возможны оплывины и сплывы, травосеяние и одерновка могут производиться в решетчатых (рис. 4.38) покрытиях (обрешетках

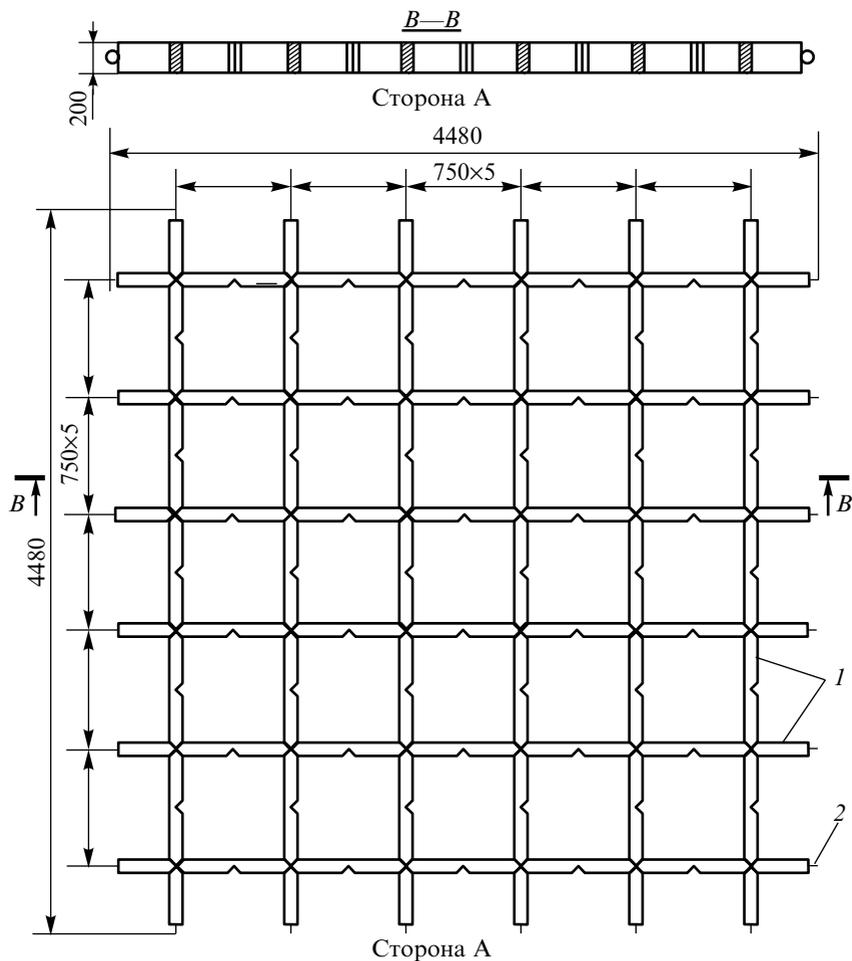


Рис. 4.38. Блок решетчатого покрытия:
 1 — гибкая железобетонная гирлянда; 2 — петля для стыковки (размеры в мм)

из железобетонных элементов, вместо жердей и плетневых клеток, применявшихся прежде).

В регионах, где посев трав и прорастание их по грунтовым и климатическим условиям затруднительны, откосы покрываются галечниково-гравийными, щебнисто-древесными грунтами, эффективно в решетчатых конструкциях. При недостатке крупнообломочных грунтов для покрытия развешиваемых откосов (из мелкопесчаных и других грунтов) могут применяться связные глинистые грунты или торфогрунтовые смеси.

Для укрепления подтопляемых откосов и берегов применяются укрепления камнем и железобетонными конструкциями.

В качестве укрепления применяется мощение булыжным камнем в один ряд (одиночное мощение) или два (двойное мощение) по слою мха, соломы или щебня. Камни укладываются тычком с трамбованием и расщебенкой. Работа эта вручную, трудоемкая, но укрепленные поверхности объектов (конуса мостов и др.) могут защитить их от воды со скоростями течения 2 м/с и более.

Каменная наброска, устраиваемая из несортированной или сортированной горной массы, предназначается для защиты откосов насыпи от подмыва, размыва и волнового воздействия. Она выполняется в виде защитных призм или набросок различной формы двух или трехслойных. В верхнем слое размещаются крупные камни, во втором менее крупные, третьим слоем служит обратный фильтр из щебня, гальки, гравия и песка, который предотвращает вымывание глинистого грунта из насыпи. При неравномерной осадке грунтовой поверхности откоса каменная наброска заполняет неровности.

В условиях слабых размываемых грунтов каменная наброска устраивается с упорной призмой в углублении (рисбермой) у основания откоса (рис. 4.39). В качестве обратного фильтра (третьего слоя) можно использовать полотнища геотекстиля, размещаемые в песчаном, песчано-гравийном слое.

Откосы подтопляемых насыпей, прислоненных насыпей к скальным склонам, на прижимных участках водотоков укрепляются каменной наброской на откосе до уровня — горизонта высоких вод (ГВВ) с упорной призмой у основания откоса (рисбермой) до горизонта меженных вод (рис. 4.40).

К укреплению камнем относятся габионные конструкции, которые получают все большее применение для защиты от размывов откосов, подтопленных и подтопляемых насыпей, берегов, ко-

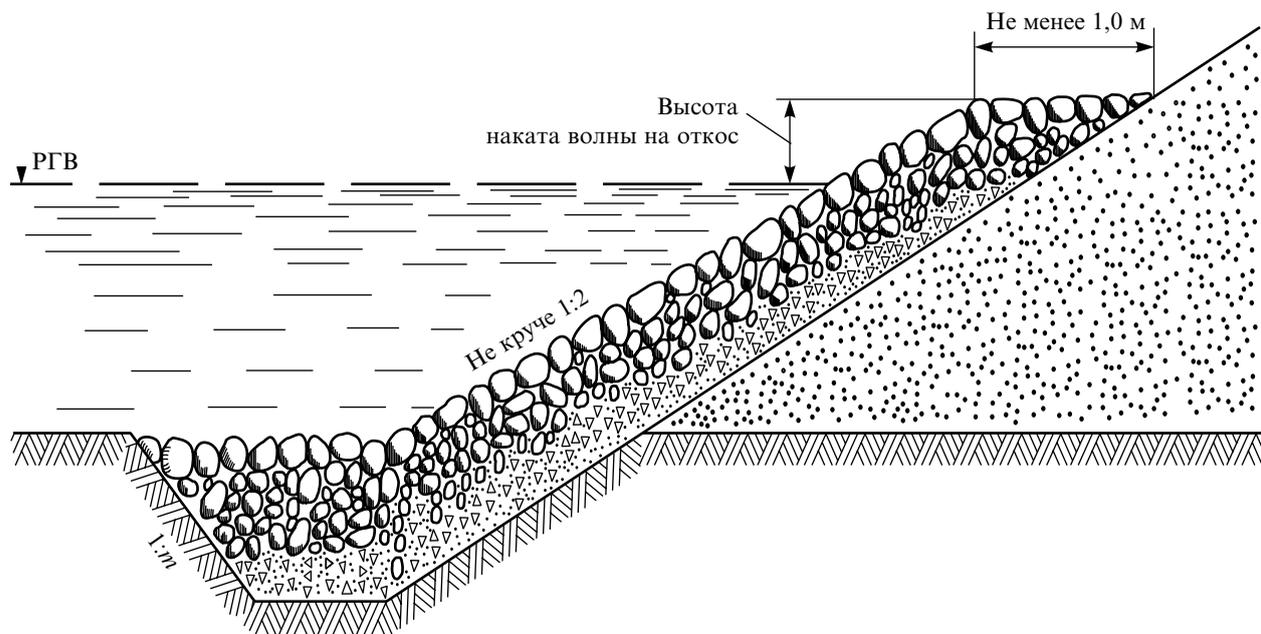


Рис. 4.39. Укрепление откоса каменной наброской с устройством рисбермы при размываемых грунтах основания, РГВ — расчетный горизонт воды

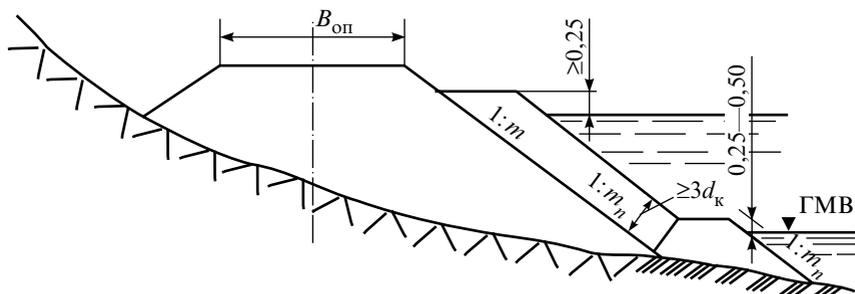


Рис. 4.40. Конструкция укрепления подтопленного откоса несортированной горной массой в виде защитной призмы (размеры в м); ГМВ — горизонт меженных вод

нусов и опор мостов. Различаются коробчатые габионы, плоские (матрасы Рено) и цилиндрические.

Конструктивно габион представляет собой проволочный каркас, заполненный камнем. Коробчатые габионы — это каркасные ящики (короба) прямоугольной формы с откидными крышками, изготовленные из металлической оцинкованной сетки, имеющей шестигранные звенья с двойным кручением (рис. 4.41, а). Габионы могут быть разделены на ячейки диафрагмами для упрочнения конструкции, увеличения размеров и упрощения (облегчения) работ (рис. 41, б). Размеры коробчатых габионов (0,5—1,0)×(0,5—1,0)×(1,5—4,0) м. Размеры плоских (низких) габионных тюфяков (матрасы Рено): (0,15—0,30)×(2,0—3,0)×(4,0—5,0) м. Габионные тюфяки укладываются на поверхности откоса в качестве защитного покрытия. Коробчатые габионы укладываются на откосе или в виде кладки (стенки) у основания откоса.

Имеются другие формы габионов, предусматривающие армирование грунта. В их числе можно назвать Террамеш, состоящий из панелей сетки двойного кручения. Лицевая грань, выполненная в виде коробчатого габиона, заполняется камнем (рис. 4.42, а). В другом варианте (рис. 4.42, б) к лицевой панели прикрепляется биополотно, инициирующее рост травяного покрова. Высота габиона 0,5—1,0 м, ширина 2,0 м.

Для защиты откосов и берегов от волнового воздействия широко применяются бетонные и железобетонные укрепления (индустриального типа).

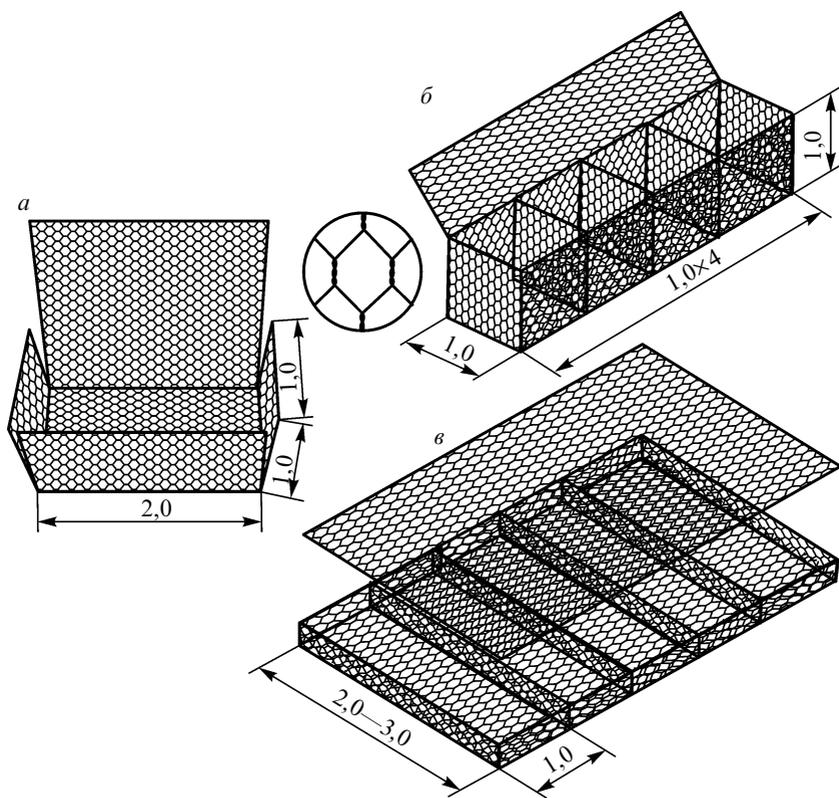


Рис. 4.41. Конструкции габионов:
a — коробчатый без диафрагм, *б* — коробчатый с диафрагмами, *в* — плоский тюфяк (матрас Рено)

Плитные покрытия, сборные из свободно лежащих плит размером $1,0 \times 1,0 \times 0,16$ м применяются при скоростях течения воды до $1,5$ м/с, высоте волны $0,7$ м; размером $2,5 \times 3,0 \times (0,15 - 0,20)$ м при скоростях течения до $3,0$ м/с и высоте волны до $1,5$ м. Плиты укладываются на слой обратного фильтра из гравийно-щебеночного и песчаного материала. В качестве обратного фильтра под плитным покрытием можно применять полотнища геотекстиля, укладываемого в песчаном слое. Плиты укладываются вдоль откоса с перевязкой швов ($0,01 - 0,02$ м). В основании покрытия укладывается бетонный упорный бордюр, в условиях слабых

122

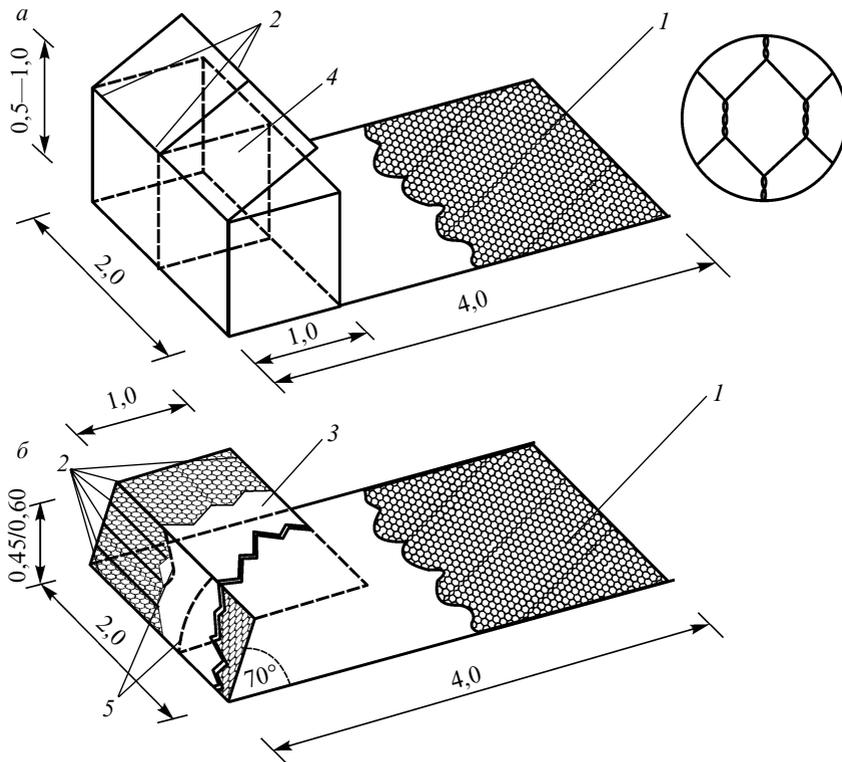


Рис. 4.42. Габионы Террамеш (размеры в м):

a — с заполнением камнем, *b* — с биополотном (зеленый Террамеш):
 1 — сетка, 2 — проволока, 3 — диафрагма, 4 — лицевая панель, 5 — арматура
 треугольная.

грунтов — в рисберме из камня (рис. 4.43). Плиты могут быть соединены шарнирно, образуя плитный ковер.

В условиях высоких скоростей течения воды (V_p до 6,0 м/с) и волн (h_b до 3,0 м) такие плотные покрытия омоноличиваются по контуру в карты (размером 20—30 м). Швы между картами заполняются пластичным материалом (асфальтовой мастикой или др.). Под швы укладываются бетонные доски.

Криволинейные поверхности, например, конусов мостов укрепляются (мостятся) плитами, как показано на рис. 4.44. Более надежно укрепление гибкими железобетонными покрытиями из плит

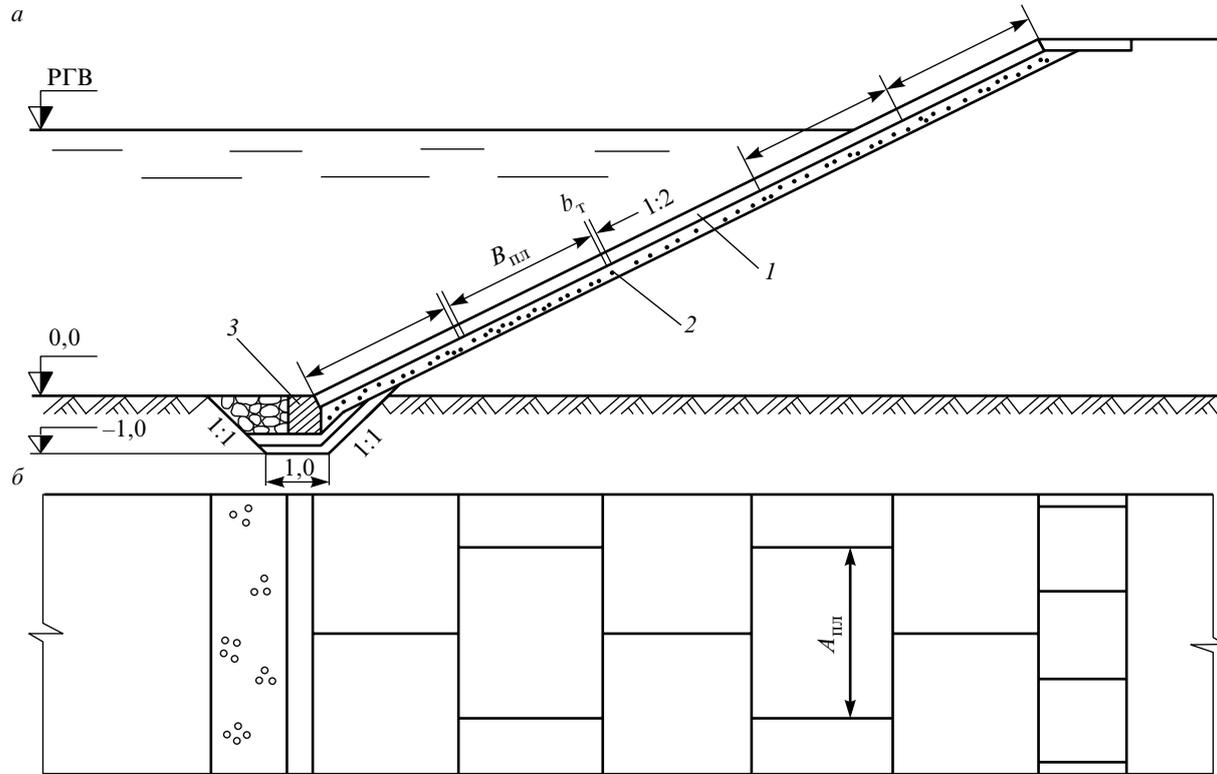


Рис. 4.43. Укрепление откоса покрытием из железобетонных плит:
a — поперечный профиль (разрез); *b* — вид в плане; 1 — плиты; 2 — обратный фильтр; 3 — рибсерма с упором

(0,5×0,5 или 0,75×0,75 м) или гибких железобетонных решеток. У основания гибких плитных покрытий размещается по поверхности основания в виде фартука (рис. 4.45). В ячейках решетчатых покрытий размещается каменная наброска из несортированной горной массы.

При больших площадях укрепляемых поверхностей откосов, при криволинейных поверхностях могут применяться монолитные железобетонные покрытия (выдерживающие скорости течения до 8,0 м/с и высоту волны до 3,0 м). При этом ленточный обратный фильтр устраивается только под швами, размещаемыми через 30—40 м. У основания откоса устанавливается бетонный упор в

рисберме. Нормально к урезу воды открытые швы покрытия устраиваются вразбежку, плиты укладываются с перевязкой швов.

При необходимости для условий больших скоростей и высоких волн плитные покрытия омоноличиваются в карты до 20—30 м. Швы заделываются пластичным материалом, под швы укладываются бетонные доски.

В условиях криволинейных поверхностей, высоких скоростей течения, возможных осадках грунта под плитами, навалах льда применяются гибкие покрытия из железобетонных плит.

Плиты соединяются арматурой в оболочке из полиэтилена. Сверху покрытие заанкеривается свайками, у основания устраивается бетонный упор в рисберме. При слабых легко размываемых грунтах гибкое покрытие продлевается в виде фартука (тюфяка) по поверхности основания откоса.

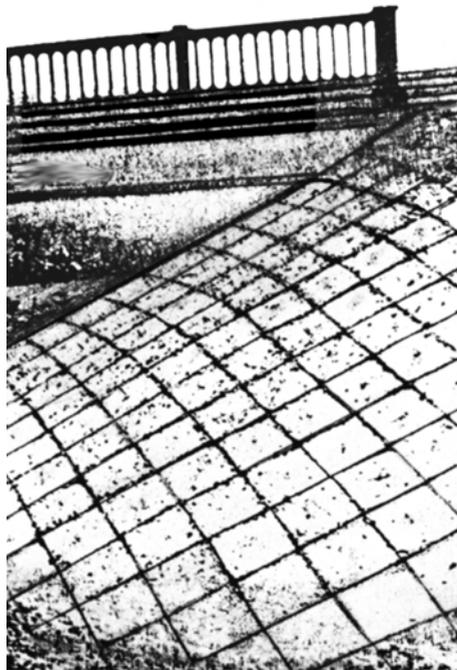


Рис. 4.44. Укрепление плитным покрытием криволинейных поверхностей конуса путепровода

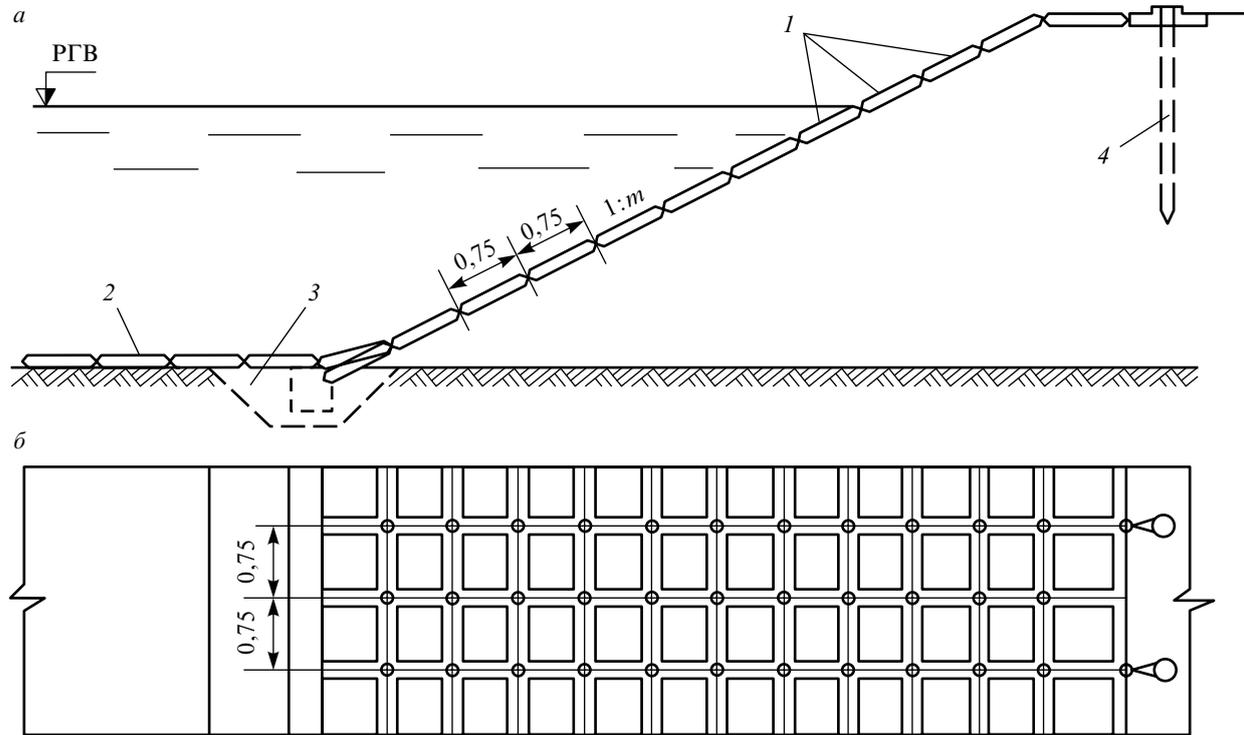


Рис. 4.45. Укрепление откоса гибким плитным покрытием:
a — поперечный профиль (разрез); *b* — вид в плане; 1 — плиты покрытия; 2 — фартук покрытия (тюфяк);
 3 — рисберма; 4 — свайка (анкерочная)

Плитное покрытие может быть из асфальтобетонных плит размером 1,0×1,0×0,06 или 3,9×2,9×0,1 м для укрепления периодически или постоянно подтопляемых откосов насыпей, берегов рек. Армируются плиты проволочной сеткой. На откосах плиты объединяются в ковры, швы заполняются холодной асфальтовой мастикой.

При больших площадях, защищаемых поверхностей откосов (в зонах водохранилищ и др.) применяются монолитные железобетонные покрытия. Укладка арматуры и бетонирование производится непосредственно на поверхностях укрепления. Подготовкой служит втрамбованный в грунт щебень толщиной до 0,1 м. Обратный фильтр устраивается только под швами (ленточный обратный фильтр).

Укрепление откосов земляного полотна может осуществляться с применением геотекстильных материалов в различных комбинациях, в частности, при необходимости увеличения крутизны откосов в стесненных условиях и при использовании грунтов повышенной влажности. В качестве геотекстильных материалов рекомендуются дорнит (синтетический нетканый материал различных марок), армодор, ровинговая ткань, стеклопластики различных марок, импортные материалы.

Для временного укрепления откосов от размывов допустимо покрытие их и укрепление местными материалами: стеблями растений, хворостяной выстилкой, прижимаемой на откосах жердями, фашинными тюфяками из ивового и другого хвороста, связываемого в пучки вицами (через 1 м) и прикрепляемыми к откосу спицами.

4.3.3. Противодеформационные конструкции в сложных природных условиях

В сложных условиях рельефа местности, на речных берегах, на морских берегах, в условиях распространения скальных грунтов, вечномерзлых грунтов для обеспечения стабильности объектов земляного полотна необходимы индивидуальные технические решения при проектировании и устройстве противодеформационных конструкций с учетом региональных природно-климатических особенностей.

В горных условиях, для защиты и предотвращения камнепадов, осыпей, обвалов, лавин, селей с нагорной стороны устраиваются

улавливающие сооружения (полки, сетки, стенки и др.), надолбные поля, барражные конструкции, подпорные стенки, галереи, селеспуски и эстакадные конструкции. На рис. 4.46 показаны удерживающие насыпь на косогоре конфорс (конфорсная стена 1), контрбанкет 2, упорная призма 3, подпорная стена 4. С нагорной стороны: облицовочная (одевающая) стена 5, улавливающий вал 6, надолбное поле 7, удерживающие лесонасаждения на склоне 8. Показаны варианты улавливающих конструкций: ров 9, траншея (кювет-траншея, 10), стенка с амортизирующей засыпкой от камнепадов и полкой. На нагорном склоне размещаются водо-направляющие валы, канава — вал с сетчатым ограждением 12, барражные валы (стенки, 13). Кроме того, показана подпорная сборная стенка (из конфорсов и панелей, 15), а также галерея (консольная с амортизирующей подушкой, 14) для защиты от падения камней, смещения осыпей над железнодорожным путем. Аналогично селеспуски служат для пропуска селей по железобетонным большим лоткам над путем, а эстакадные конструкции для пропуска продуктов смещения под железнодорожным путем.

На перекрытии галереи над амортизирующей засыпкой определяется объем возможного размещения осыпного материала (осыпи) с нагорной стороны. Эффективным мероприятием для закрепления раздробленных, осыпных материалов на склоне является посадка древесно-кустарниковой растительности, которая предохраняет также нагорные склоны от горного выветривания и разрушения.

Особое внимание уделяется обеспечению стабильности речных и морских берегов, где проходит железнодорожный путь, от размывов и разрушений. На равнинных реках в течение года бывает обычно один паводок в весенний период при снеготаянии. На горных реках возможно несколько паводков в течение года, в периоды, когда выпадают обильные ливневые дожди, когда повышается интенсивность снеготаяния ледников, возникают смерчи.

Для защиты берегов горных рек от размывов, подмывов и разрушений при паводках, ливнях, при больших скоростях течения воды применяются (рис. 4.47) покрытия берегов плоскими габионами (матрасами Рено, 1), покрытия бетонными конструкциями плитными и монолитными 2, применяются укрепления сборно-монолитными стенами из бетона (с зубом, 3), габионных конструкций 4 и др. Возможно применение специальных конструкций укрепления берегов: подпорно-оседающие стены 5, скользящие

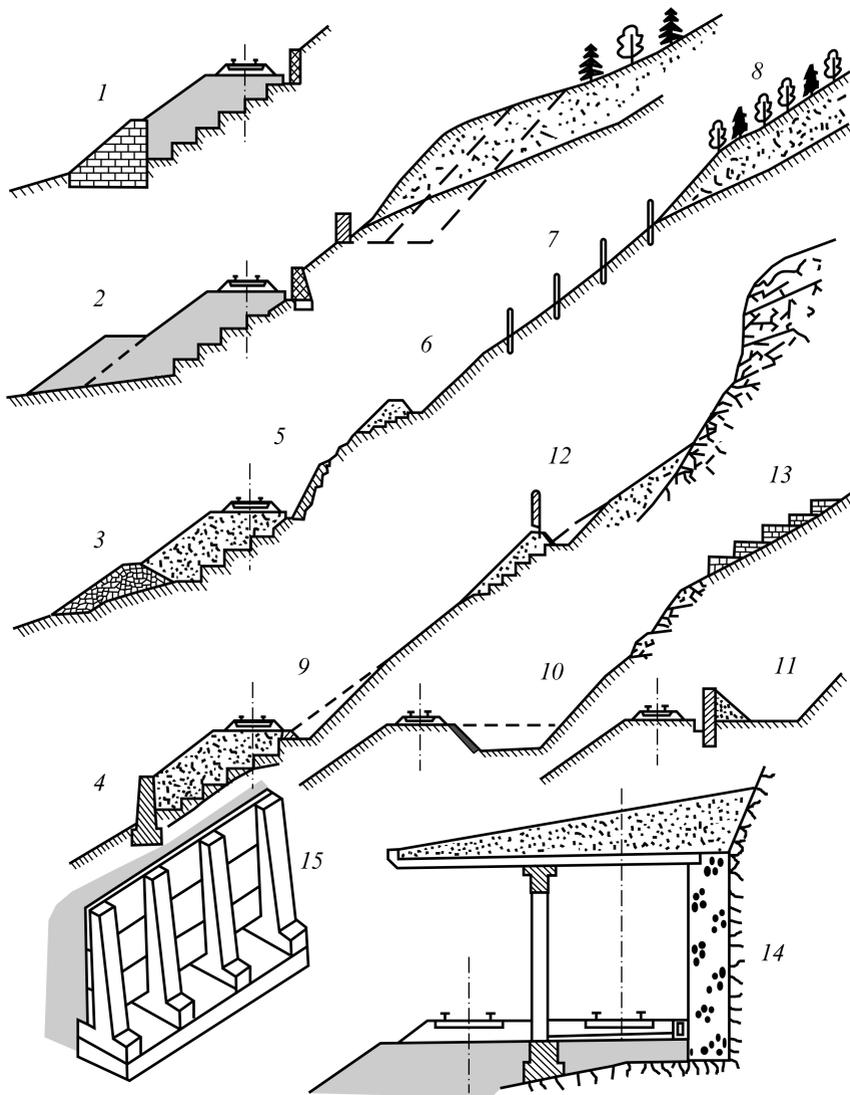
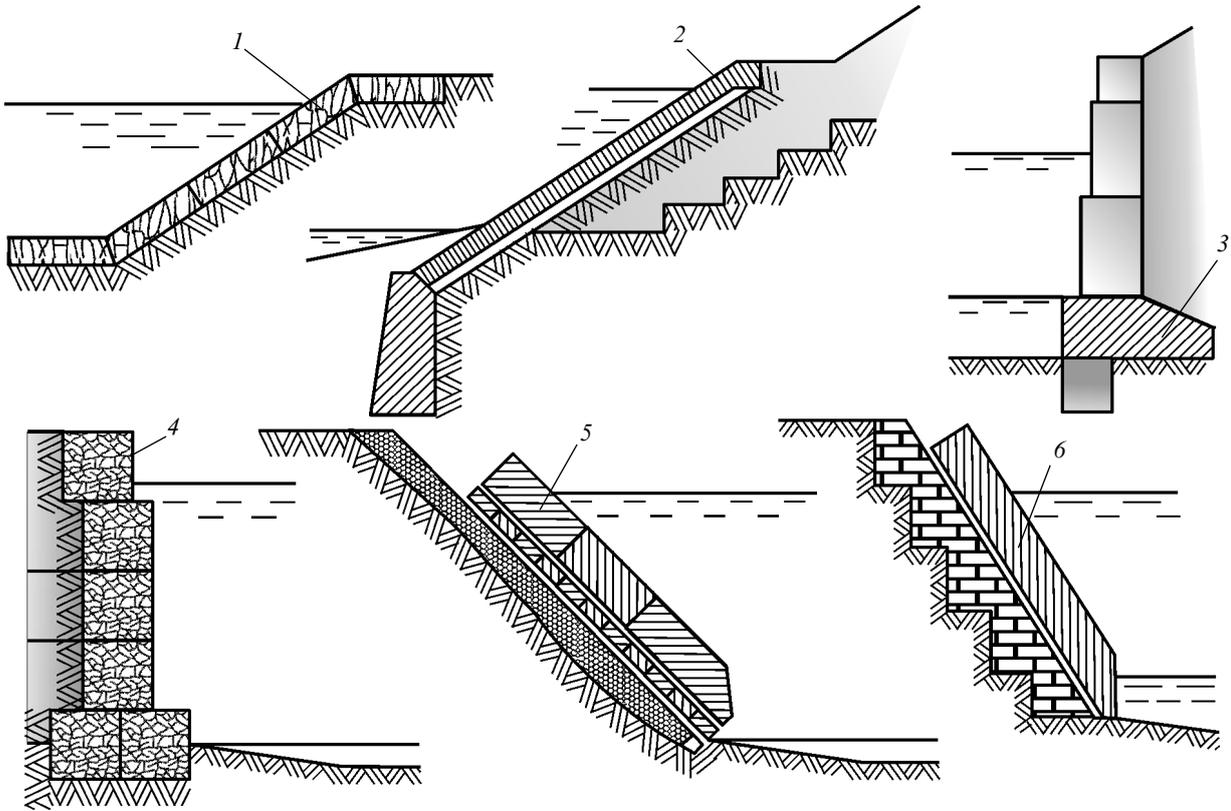


Рис. 4.46. Схемы удерживающих и противообвальных сооружений:
 1 — конфорс; 2 — контрбанкет; 3 — упорная призма; 4 — подпорная стена; 5 — облицовочная стена; 6 — улавливающий вал; 7 — надолбное поле; 8 — лесонасаждения; 9 — улавливающий ров; 10 — кювет-траншея; 11 — стенка с полкой; 12 — канава-вал; 13 — барражные валы; 14 — консольная галерея; 15 — подпорная сборная стенка



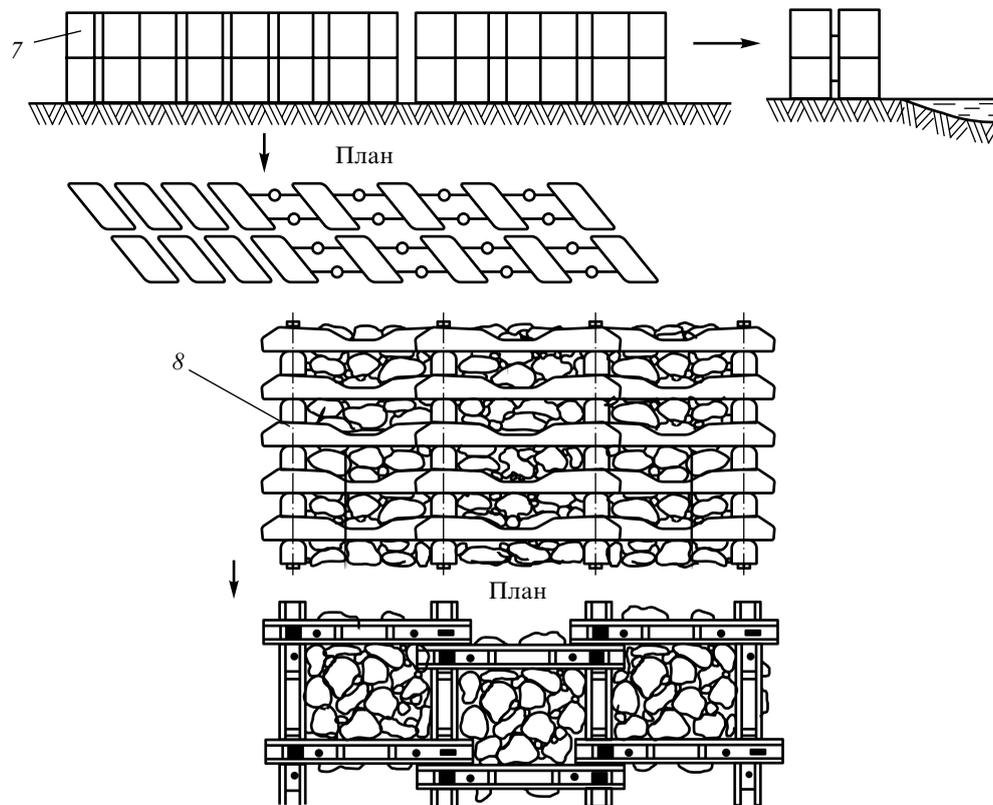


Рис. 4.47. Защитные сооружения на горных реках:

1 — плоские габионы; 2 — плитное покрытие; 3 — монолитная стена с зубом; 4 — габионная конструкция; 5 — подпорно-оседающая стена; 6 — скользящий массив; 7 — гибкие шпоры; 8 — ряжевая конструкция

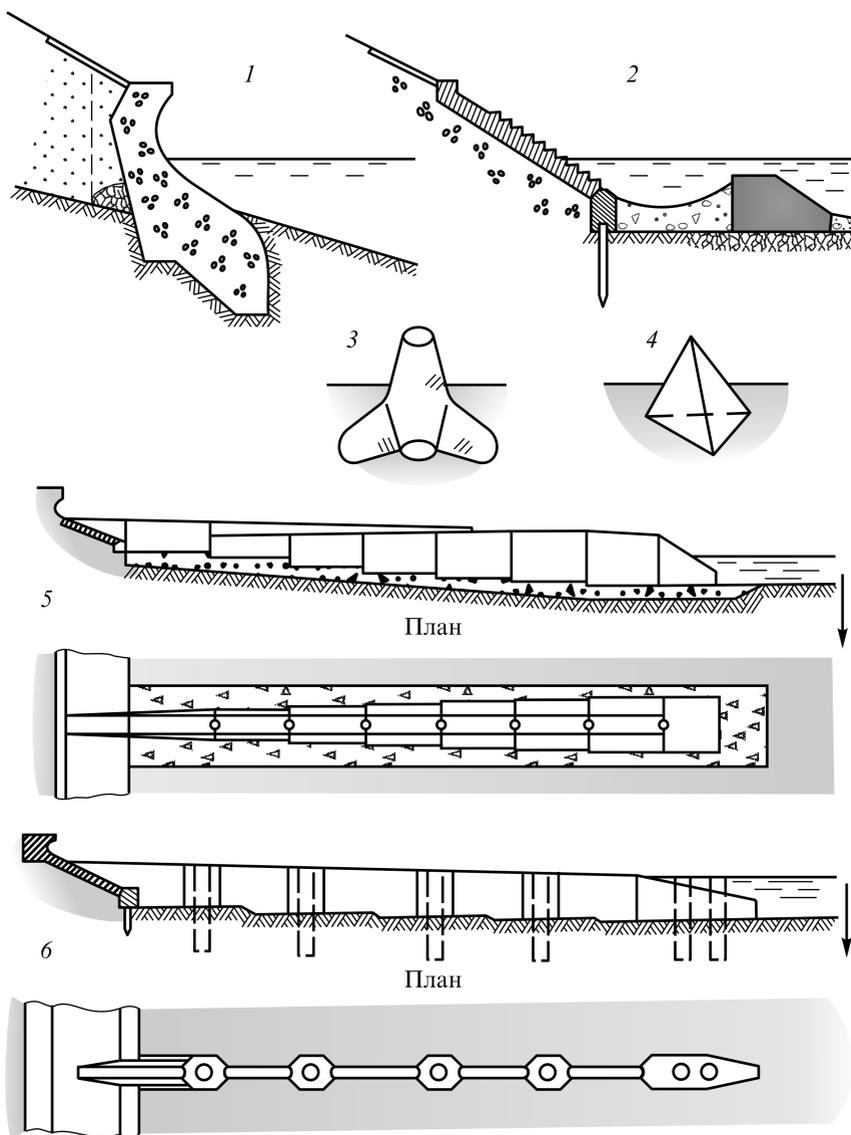


Рис. 4.48. Защитные сооружения от волновых воздействий:
 1 — волноотбойная стена; 2 — волногасящая стена с волноломом; 3 и 4 —
 тетрапод и тетраэдр для защитных конструкций; 5 — сборные из блоков
 буны; 6 — тонкостенные буны

массивы 6, гибкие, сквозные берегозащитные шпоры из бетонных косоугольных массивов 7, а также ряжевые конструкции (ряжи) из железобетонных шпал, заполняемых камнем 8. Возможно устройство фильтрационных коллекторов из габионов.

Весьма существенно значение в руслах рек регуляционных сооружений со струенаправляющими дамбами, бермами и траверсами. Обеспечивается регулирование речного стока в периоды паводков.

В условиях морской акватории устраиваются защитные конструкции от волнового воздействия, способствующие формированию пляжа. Для защиты морского берега подгорного склона, на котором размещаются объекты земляного полотна применяются волноотбойные стены (рис. 4.48) с очертаниями самогашения волны 1, волногасящие стены 2, волноломы надводные и подводные (на каменной постели 2), траверсы, наброски из тетраподов 3, диподов, гексалегов, тетраэдров 4.

Эффективными для предохранения берегов от разрушения морскими волнами являются пологие пляжи, при накате волн, на которые гасится волновое давление (и ударная сила), искусственные свободные песчано-галечниковые, галечниковые пляжи, а также формируемые волногасящие бермы из горной массы.

Для накопления пляжного материала у береговой полосы рекомендуются буны различной конструкции: из гравитационных массивов (на каменной постели, 5), тонкостенной конструкции с промежуточными опорами на колонках-оболочках 6 и др. Такие инженерные сооружения обеспечивают регулирование волнового прибоя. В сложных природных условиях необходимы комплексные меры по защите от опасных геологических, гидрогеологических, техногенных процессов с учетом соблюдения экологических требований.

4.4. Текущее содержание и ремонты земляного полотна

4.4.1. Надзор за состоянием объектов земляного полотна

Главной целью содержания земляного полотна является обеспечение исправного состояния всех его элементов, стабильности объектов, предупреждение появления неисправностей, деформаций в соответствии с причинами возможного их проявления. Исправное состояние земляного полотна и обустройств обеспечива-

ется его надежной конструкцией, непрерывным текущим содержанием с планово-предупредительными и периодическими капитальными ремонтами, а при необходимости реконструкцией и усилением объектов земляного полотна для обеспечения безопасного движения поездов с установленными скоростями. Порядок и условия содержания земляного полотна регламентируются Инструкцией по содержанию земляного полотна железных дорог и Инструкцией по текущему содержанию железнодорожного пути.

При организации и выполнении работ по содержанию земляного полотна и его устройств необходимо также выполнение требований Правил технической эксплуатации железных дорог Российской Федерации и всех других Инструкций и Правил, определяющих порядок и условия работ на железнодорожном пути.

На дистанцию пути возлагаются определенные функции по содержанию земляного полотна: периодичность, сроки проведения и исполнители надзора за состоянием земляного полотна; планирование и организация работ по содержанию сооружений для отвода поверхностных и грунтовых вод; содержание особо ответственных объектов земляного полотна (размывных, оползневых, обвальных, лавинных); выполнение неотложных работ для обеспечения безопасности движения поездов; организация обследований, усиления и капитального ремонта объектов с интенсивным накоплением отступлений; проведение инструментальных наблюдений и обследований деформативных объектов в сложных природно-климатических условиях; ведение учетно-отчетной документации по земляному полотну (ПУ-9, ПУ-10, ПУ-14), актов осмотров и обследований; изучение признаков, причин, сопутствующих факторов возникающих деформаций и выполнение противоаварийных мероприятий.

Начальники дистанций, заместители, начальники участков, дорожные мастера, бригадиры пути обязаны знать и постоянно изучать состояние вверенных им объектов земляного полотна и его устройств, обеспечивать высокое качество их содержания и безопасность движения поездов.

Основой содержания земляного полотна является надзор с целью выявления возможных деформаций, которые могут привести к аварийным ситуациям и проведение неотложных мер и предупредительных работ (в комплексе работ по верхнему строению пути). Поэтому неустойчивые, деформативные объекты, особен-

но в сложных климатических, геологических, гидрологических условиях (оползневые, обвальные, размывные, карстовые и другие участки) должны находиться под постоянным наблюдением, в том числе инженерно-геологических баз или путеобследовательских станций по земляному полотну.

Текущее содержание земляного полотна состоит из надзора за его состоянием, изучения причин появления неисправностей и их ликвидации, а также выполнения необходимых работ, обеспечивающих исправное состояние земляного полотна и его обустройств, на основе его осмотров и наблюдений.

Надзор за состоянием объектов полотна и его обустройствами включает: систематический надзор; текущие осмотры; периодические осмотры; специальные обследования и наблюдения; режимные наблюдения; постоянные наблюдения (посты наблюдения).

Систематический надзор за земляным полотном осуществляют бригадирами пути, бригадирами специализированных бригад по земляному полотну, путевыми и мостовыми обходчиками в сроки, устанавливаемые начальником дистанции пути в соответствии с требованиями Инструкции по содержанию земляного полотна и особенностями объектов на неустойчивых участках, подверженных обвалам, оползням, размывам и другим деформациям, угрожающим бесперебойному и безопасному движению поездов. Осмотру подвергаются все элементы земляного полотна, укрепительные, защитные и водоотводные сооружения, с особым вниманием к лоткам и дренажам, перепадам и быстротокам, улавливающим и подпорным стенкам, берегоукрепительным сооружениям.

Лица, осуществляющие систематический надзор, должны следить за исправным состоянием объектов, выявлять дефекты и деформативность по признакам деформаций, устанавливать причины деформативности, своевременно организовывать выполнение необходимых работ по устранению неисправностей. Осмотры выполняются визуально, а также с использованием измерительных приборов: визирных, оптических, мерных, шаблонов и других приборов.

Прежде всего оценивается положение рельсовых нитей и рельсошпальной решетки (в плане и продольном профиле). Возможно повышение уровня ГР: поднятие (пучение), отложения снега (заносы), льда (наледи), песка (наносы), раздробленных горных пород (продукты выветривания), грунта, земли (пыльные бури). Возможно по-

нижение уровня ГР: одной нитки (перекос), двух (толчки), рельсошпальной решетки (просадки), сдвижка в сторону (смещения).

Выявляются нарушения формы и размеров балластной призмы: заужение, уширение, увеличение толщины (балластная шапка), наличие грунта (выплески), увеличение крутизны откосов. Возможно трещинообразование бровок, вдоль концов шпал, в междупутье. Образование выплесков (разжиженного грунта) возможно при загрязненном балласте в уплотненном подшпальном корыте, куда смещается также пыль сверху (при вибрации шпал «висящих», дождях).

Определяется состояние основной площадки: углубления, уширение избыточное, недостаточная ширина, заужение обочин, выпирание грунта на обочинах, в междупутьи, образование трещин в междупутьи, у торцов шпал, на обочинах, на бровках.

Выявляется нарушение формы и размеров кюветов в выемках: сдавливание откосов; выпирание откосов, размывы дна, откосов (промоины); заиливание, накопление наносов, заполнение кюветов старым балластом (погребенные кюветы).

Оценивается нарушение формы откосов: трещинообразованием — продольные, поперечные трещины в бровочной части, в средней, у основания откоса (размеры и количество трещин); наличие балластных шлейфов; накопления: отложения продуктов выветривания, снега; смывы грунта: размоины, промоины, конуса выноса грунта у основания, потоки разжиженного грунта; смещения поверхностного слоя (от 0,5 м до 1—2,0 м); образование мочажин, бугры выпирания. Возможны нарушения целостности покрытий: травяного покрова, одерновки, плитного покрытия, оседания и смещения плит. В глинистых грунтах возможно формирование трещин, чаш и цирков смещения.

В скальных откосах возможно шелушение, отслаивание, дробление, выкрашивание, трещинообразование, вывалы отдельных камней.

Выявляется нарушение состояния основания насыпи: неровности, углубления (понижения), выпирания (бугры), отложения грунта, мелкозема, заболоченность, трещины, размоины.

Определяется нарушение формы и размеров водоотводов: размывы дна и откосов канав, сдавливание и выпирание откосов, заиливание канав и лотков (ил, камни), нарушение целостности лотков; загрязнение, заиливание (кальматация) дренажей (смотровых колодцев, труб, выпусков), льдообразование в выпусках.

На нагорных склонах и в логах возможно накопление обломочных материалов (горных пород выветривания), льда и снега. Возможно нарушение сплошности склонов (из глинистых грунтов) трещинами, уступами, стенками отрыва, с развитием смещения, оползания. Возможно дробление скальных пород на склонах, образование отдельностей столбчатых, блоков смещения.

Возможно заполнение пазух улавливающих сооружений, нарушение целостности защитных сооружений, поддерживающих (облицовочных, подпорных стен), селеспусков, других инженерных сооружений.

В полосе отвода возможны оврагообразование и их развитие, просадки (с образованием воронок, наклоном столбов связи, трещин на зданиях и др.).

Возможны заторы в отверстиях водопропускных труб и малых мостов, русел рек (наносами ила, веток, льдом, камнями), размыв берегов и русел, подпор воды у насыпей. Могут быть нарушения защитных укреплений на берегах и руслах, регуляционных сооружений (дамбы, траверсы, стенки, буны и др.).

При выявлении причин деформативности объектов земляного полотна следует обратить внимание на вид грунта (глины, скальные, лессы, просадочные), пучинистые, илы и т. п., их состояние, на источники увлажнения глинистых грунтов (атмосферными, подземными, паводковыми водами, речными, озерными, морскими); на состояние скальных откосов выемок, полувыемок и нагорных склонов, состояние полосы отвода.

Существенное влияние на деформативность земляного полотна оказывают природно-климатические явления и процессы: ливневые и затяжные дожди, таяние ледников, наводнения со значительным подъемом уровня воды, ветовыми волнами, большими скоростями течения воды, смерчи, землетрясения и др. В грунтах земляного полотна и подстилающих возможны процессы растворения горных пород и образования карстовых полостей, изменения водно-теплового режима вечномерзлых грунтов и другие. Возможны вырубki и уничтожение пожарами лесного покрова склонов и нагорных логов, что нарушает их устойчивость.

Текущие осмотры земляного полотна и его обустройств производятся дорожными мастерами совместно с бригадами пути и специализированных бригад по земляному полотну. Сроки про-

ведения текущих осмотров и состав участников уточняется согласно Инструкции по текущему содержанию железнодорожного пути.

Осмотрами, проводимыми в периоды подготовки к пропуску весенних и ливневых вод выявляется исправность дренажных сооружений, водоотводных канав, лотков, русел водопропускных труб, своевременность вскрытия их от снега, выполнение планов мероприятий по водоборьбе.

Периодические осмотры земляного полотна с защитными и водоотводными сооружениями проводятся руководителями дистанций пути совместно с дорожными мастерами (и бригадирами) не реже двух раз в году: весной — после таяния снега и осенью — до начала периода дождей. Неустойчивые и сложные участки железных дорог, проходящие по оползневым косогорам, подверженным обвалам, размывам, осматриваются комиссией под председательством руководителей железной дороги не реже одного раза в год.

При осмотрах устанавливаются причины деформативности объектов, составляется перечень необходимых профилактических и ремонтных работ со сроками их выполнения. При этом оценивается состояние прилегающей территории с автодорогами, промышленными предприятиями, водоемами и другими объектами, которые могут нарушить нормальный сток весенних и ливневых вод. При обнаружении деформаций, угрожающих безопасности движения поездов принимаются меры — ограничение скорости движения поездов, устанавливается непрерывное наблюдение за развитием деформаций, организация работ по стабилизации земляного полотна.

По результатам весеннего осмотра земляного полотна разрабатываются мероприятия по содержанию и ремонту земляного полотна и утверждаются начальником службы пути. По результатам осеннего осмотра меры по улучшению содержания и ремонтов земляного полотна, подготовке к пропуску весенних вод утверждаются начальником железной дороги.

На неустойчивых объектах земляного полотна по графику, утвержденному начальником службы пути, проводятся специальные обследования и наблюдения, возможны внеплановые — на участках, где возникли деформации. Эти обследования выполняются геобазами и путеобследовательскими станциями по земляному полотну с привлечением аналитических центров диагностики желез-

ных дорог, а также научно-исследовательских, проектных и других организаций, оснащенных средствами диагностики.

Детальная диагностика — это процесс определения конкретного состояния локального участка земляного полотна с выявлением причин и вида деформации и получения исходных данных для проектирования противодеформационных конструкций. Диагностика выполняется согласно Техническим указаниям по инструментальной диагностике земляного полотна.

Состояние, например, подбалластной зоны (под основной площадкой) приобретает после многократных ремонтов пути в процессе эксплуатации сложное строение (рис. 4.49), затруд-



Рис. 4.49. Состояние балластной и подбалластной зон на длительно эксплуатируемом железнодорожном пути

няющее достоверную его оценку. При диагностике по данным визуальных осмотров проводятся инструментальные измерения и анализ состояния по измеренным параметрам. Инструментальные измерения проводятся геофизическими и инженерно-геологическими методами. Основными задачами инструментальных измерений являются определение глубины залегания толщины слоев грунта земляного полотна и физико-механических свойств грунтов. К геофизическим методам относятся сейсмический, георадиолокационный, электрометрический и другие методы.

Сейсмический метод диагностики реализуется с компьютеризированной аппаратурой «Диоген», которой оснащены вагоны-лаборатории инженерно-геологического обследования (ВИГО), имеющиеся на железных дорогах России. Метод позволяет получить

информацию о литологическом строении исследуемого объекта и физико-механических свойствах грунта.

Георадиолокационный метод диагностирования реализуется георадарами (разных моделей), которые фиксируют границы грунтов (по радиограммам): балластные призмы, мерзлые грунты, полости в основании и др. Электроразведка основана на изучении удельного сопротивления грунтов посредством наблюдения искусственно созданного в земле электрического поля (рис. 4.50). Кроме того, для диагностирования используются методы с применением нагрузочных поездов (ЛИГО и др.), статической обработкой лент вагонов-путеизмерителей, методы вибрационной диагностики и другие.

К инженерно-геологическим методам относятся традиционные методы бурения скважин, электроконтактное динамическое зондирование (пенетрация), проходка шурфов, закопашек, прорезей, расчисток.

Бурение производится буровыми станками, ручным буром (рис. 4.51), можно трубчатым бурением: последовательно забивая в зондировочную скважину короткую и длинную трубу (с наголовником). При динамическом зондировании (способом пенетрации), уровень контакта балластного материала и глинистого грунта определяется по изменению количества ударов молота

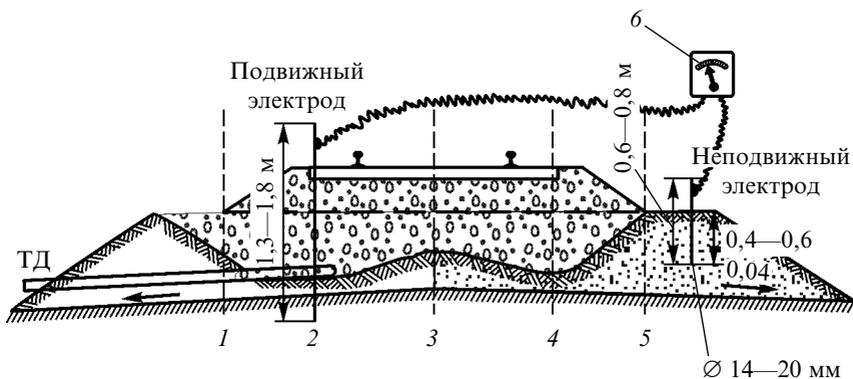


Рис. 4.50. Схема обследования земляного полотна методом электрометрической диагностики:

1, 2, 3, 4, 5 — точки замера удельного сопротивления грунта; 6 — индикатор; ТД — трубчатый дренаж

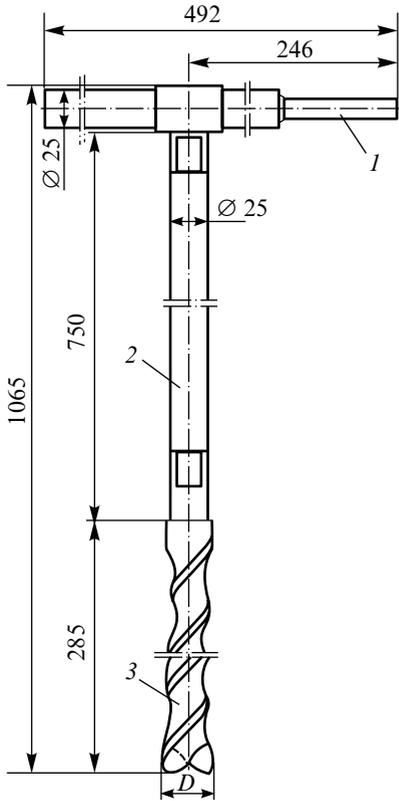


Рис. 4.51. Ручной бур:
1 — ключ (ручка); 2 — штанга; 3 — бур (или долото, ложка или буровой стакан или лопатка)

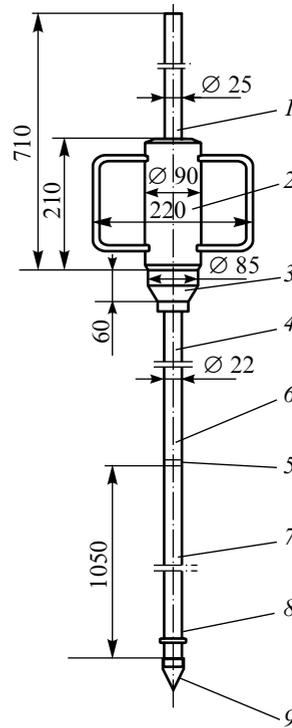


Рис. 4.52. Пенетромтр:

1 — направляющая штанга; 2 — молот (10 кг); 3 — шабот; 4 — переходник (шабот — штанга); 5 — переходник (штанга — штанга); 6 — штанга; 7 — штанга концевая; 8 — шплинт; 9 — наконечник

на штанге по шаботу для погружения пенетромтра (например, на 0,05 м).

Пенетромтр простой конструкции (рис. 4.52) можно изготовить в мастерских дистанции пути. Для получения размерных параметров на объектах земляного полотна можно применять геодезические приборы (нивелир, теодолит с рейкой), визирный оптический прибор ВОГ, измерительный шаблон ИШГ (рис. 4.53), способ ватерпасовки (рейка с уровнем — ватерпасом) и др.

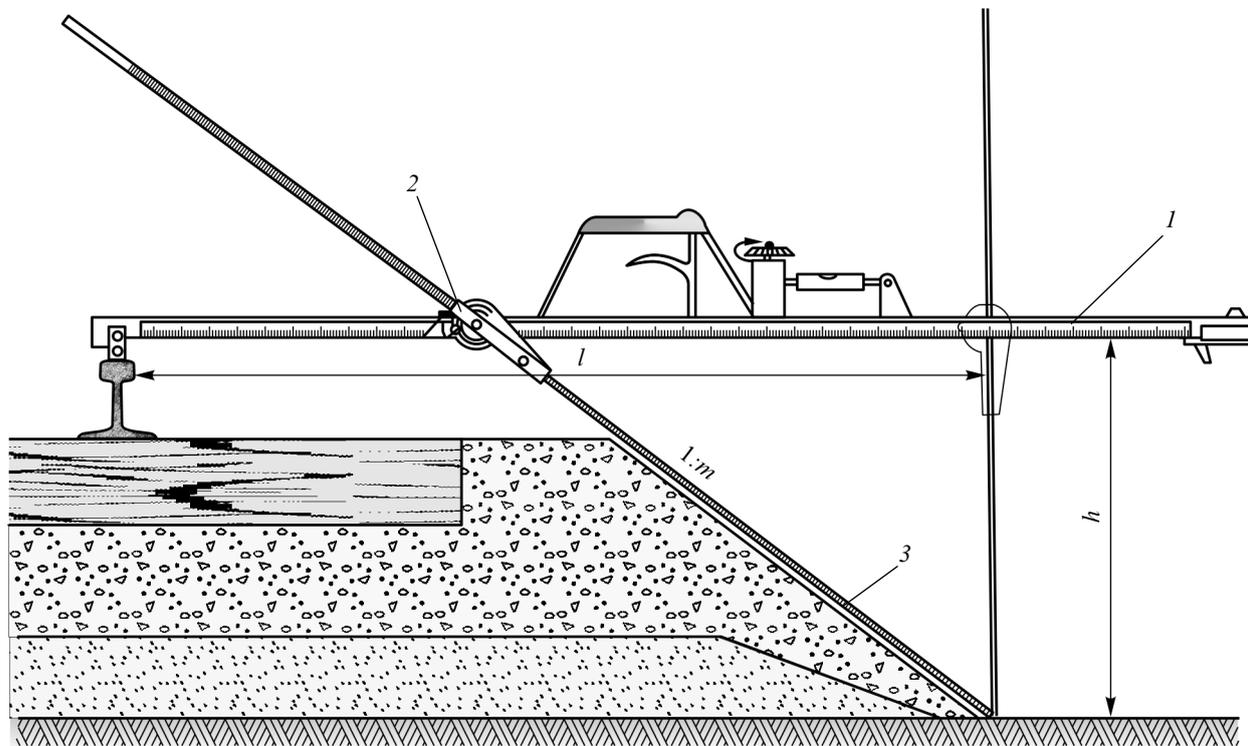


Рис. 4.53. Измерительный шаблон ИШГ:
1 — шаблон ЦУП со шкалой, 2 — подвижная поворотная карета, 3 — трубчатая линейка

На основании осмотров, инженерно-геологических обследований, инструментальных наблюдений в техническом паспорте дистанции пути ежегодно постоянно на 1 января, учитываются места, имеющие отступления по ширине полотна, крутизне откосов, а также подверженные пучению, сплывам, размывам, обвалам и другим деформациям, они заносятся в технический паспорт земляного полотна.

4.4.2. Работы по текущему содержанию и ремонтам земляного полотна

Для обеспечения стабильности земляного полотна, исправного состояния водоотводных, защитных, укрепительных сооружений, для предупреждения и ликвидации неисправностей, которые могут привести к деформациям, бригадами по текущему содержанию земляного полотна выполняются следующие работы: срезка и планировка неровностей и застойных мест на обочинах; устранение трещин (тампонаж), впадин на откосах насыпей и выемок; исправление нарушений одерновок, креплений дна и откосов водоотводов; обеспечение пропуска весенних и ливневых вод; ликвидация наледей в водоотодах; очистка кюветов, нагорных и водоотводных канав, вырубка кустарников в водоотодах; очистка водопропускных труб (и подводящих русел), лотков, перепадов, водобойных колодцев от наносов и зарослей.

Специализированными бригадами по текущему содержанию земляного полотна выполняются работы: устранение трещин, впадин, размывов, выпора грунтов, сплывов на откосах с восстановлением их крепления; исправление травяного покрова (дополнительным травосеянием), одерновки, каменного укрепления откосов, водоотводных конструкций; очистка выходов (выпусков), дренажных прорезей; разравнивание загрязненного балласта на откосах, чтобы не препятствовал стоку воды; очистка кюветов, забанкетных, нагорных, водоотводных канав с вырубкой кустарников и деревьев; расчистка от засорителей лотков, перепадов, быстротоков, исключая застой воды в водотоках (с уборкой хвороста, сена, других плавучих материалов); устранение наледей в водоотодах, дренажных выпусках; предупреждение развития оврагов (близы пути) в сторону земляного полотна; заготовка защитного материала (кули, мешки, габионы, камень, геотекстиль, доски и др.) для защиты пути от выходов (поступления) воды (в составе

работ по водоборьбе); постоянные наблюдения за состоянием и работой (функционированием) дренажных сооружений, очистка отстойников смотровых колодцев, очистка дренажей и прорезей, ливневой канализации и отводных лотков, канав на станционных площадках; утепление на зиму смотровых колодцев и выпусков дренажей, штолен, с установкой глухих крышек (а весной замена их на решетчатые для вентиляции); планировка контрбанкетов и берм с заделкой размывов, промоин, западин и восстановлением креплений; устранение неисправностей контрфорсов, каменного мощения, набросок.

На инженерных сооружениях и обустройствах земляного полотна: подпорных, облицовочных стенах, защитных, морских и других железобетонных конструкциях выполняются работы по предотвращению разрушения и выкрашивания кладки, устранению трещин, сколов, раковин в бетоне сборных стен, предохранению от засорения выпускных окон застенного дренажа, расчистка температурных швов, восстановление облицовки, плитного покрытия.

Особое внимание требуется содержанию земляного полотна в сложных инженерно-геологических и природно-климатических условиях, к которым относятся участки насыпей, возведенных на болотах и слабых основаниях; участки временного и постоянного подтопления и водотоков; в зоне оврагообразования, на оползнях, скально-обвальные, селеопасные, на карстах и шахтных подработках, на вечномерзлых грунтах, с наледеобразованиями, с пучинообразованиями, в сейсмических районах и других, на которых наблюдается интенсивное накопление остаточных деформаций, изменение положения верхнего строения пути. На заболоченных участках необходимо следить за накоплением осадок насыпей, в горных условиях необходима своевременная расчистка пазух улавливающих полок и стен от материала осыпей и камнепадов; необходимо содержание в исправном состоянии сетчатых ограждений, надолбных полей, барражных и других нагорных обустройств; необходима своевременная механизированная уборка неустойчивых, нависающих глыб и камней (используя технологические полки) и обборка их скалолазами; необходимо исправное состояние укреплений речных берегов, волноотбойных стен и других конструкций, способствующих накоплению пляжа на морском берегу.

Работы по текущему содержанию земляного полотна выполняются бригадами по текущему содержанию железнодорожного пути,

специализированными бригадами по земляному полотну. В зависимости от характера работ специализированные бригады укомплектовываются рабочими соответствующих специальностей: бетонщиками, плотниками, обборщиками (скалолазами).

Капитальный ремонт земляного полотна включает работы, во-первых, в составе планово-предупредительных ремонтов железнодорожного пути (усиленного капитального, капитального, усиленного среднего, среднего, планово-предупредительной выправки пути); во-вторых, по ремонту земляного полотна и его сооружений по индивидуальным проектам и отдельному плану; в-третьих, по усилению, восстановлению, реконструкции с заменой элементов земляного полотна и обустройств, устройству дополнительно защитных, укрепительных и других сооружений.

При усиленном капитальном (с глубокой вырезкой балласта) и усиленном среднем должны выполняться восстановление или переустройство кюветов, канав, лотков, дренажа для водоотведения поверхностных и грунтовых вод; ликвидация пучин (избыточного пучения) пенопластовыми покрытиями, защитными слоями (противопучинными подушками) из дренирующих материалов, в том числе с применением гидроизоляционных покрытий; ликвидация балластных углублений (корыт, лож, мешков и др.) увеличением защитного слоя (противодеформационными подушками), в том числе с применением полимерных покрытий (геотекстиля); уширение основной площадки, срезка завышенных обочин, повышение устойчивости откосов (уположением, контрбанкетами, закреплением балластных шлейфов).

При капитальном ремонте земляного полотна осуществляются стабилизация подбалластной зоны на участках деформаций основной площадки, откосов и основания насыпей; восстановление и ремонты всех водоотводов; уширение земляного полотна и уположение откосов (до нормативного); восстановление и ремонт всех защитных и укрепительных сооружений, регулиционных сооружений. Выполняются работы в соответствии с годовыми планами специализированными путевыми машинными станциями и другими подразделениями по технической документации и проектам организации работ. Приемка выполненных работ производится комиссионно с оценкой качества в соответствии с Правилами приемки в эксплуатацию законченных объектов (строек) железнодорожного транспорта.

4.5. Мероприятия при усилении и ремонтах объектов земляного полотна

В период длительной эксплуатации объектов земляного полотна после многократного посезонного воздействия погодных факторов, поездных нагрузок для устранения возникающих деформаций выполняются ремонты земляного полотна с противодеформационными мероприятиями. Если предусматривается введение нового подвижного состава с увеличением массы поездов, осевых и погонных нагрузок, то производится реконструкция балластной призмы, усиление земляного полотна с устранением всех дефектов и ликвидацией всех деформаций.

В эксплуатационный период возможны и аварийные ситуации при внезапных деформациях земляного полотна, в частности, при стихийных природных явлениях. В этих случаях необходимы срочные меры по восстановлению нормативного состояния земляного полотна и обеспечения безопасного пропуска поездов.

Для ликвидации дефектов, связанных с недостаточной шириной земляного полотна производится уширение основной площадки. На неглубоких выемках такое уширение выполняется двусторонним с расчисткой кюветов от материалов старого балласта и заполнением его местным грунтом (рис. 4.54). Возможно уширение одностороннее с перемещением кювета (при увеличении на пути радиуса кривой) или с уширением выемки и устройством припутевой дороги для использования при текущем содержании и ремонтах пути. Грунт из выемки, разрабатываемой под карьер, может быть использован для отсыпки контрбанкета на ближайшей насыпи. Уширение выемки возможно установкой на месте кювета лотка прямоугольного или лотка-полутрубы. В условиях погребенных кюветов, когда они заполнены старым балластом, возможен вариант бескюветной конструкции с укладкой по дну кюветов водоотводных труб — коллекторов, или устройством дренажей мелкого заложения.

При уширении основной площадки насыпи необходимо уширение объекта (рис. 4.55), которое может быть выполнено односторонним или двусторонним уширением откосных частей насыпи. При этом возможно изменение положения оси на кривой и

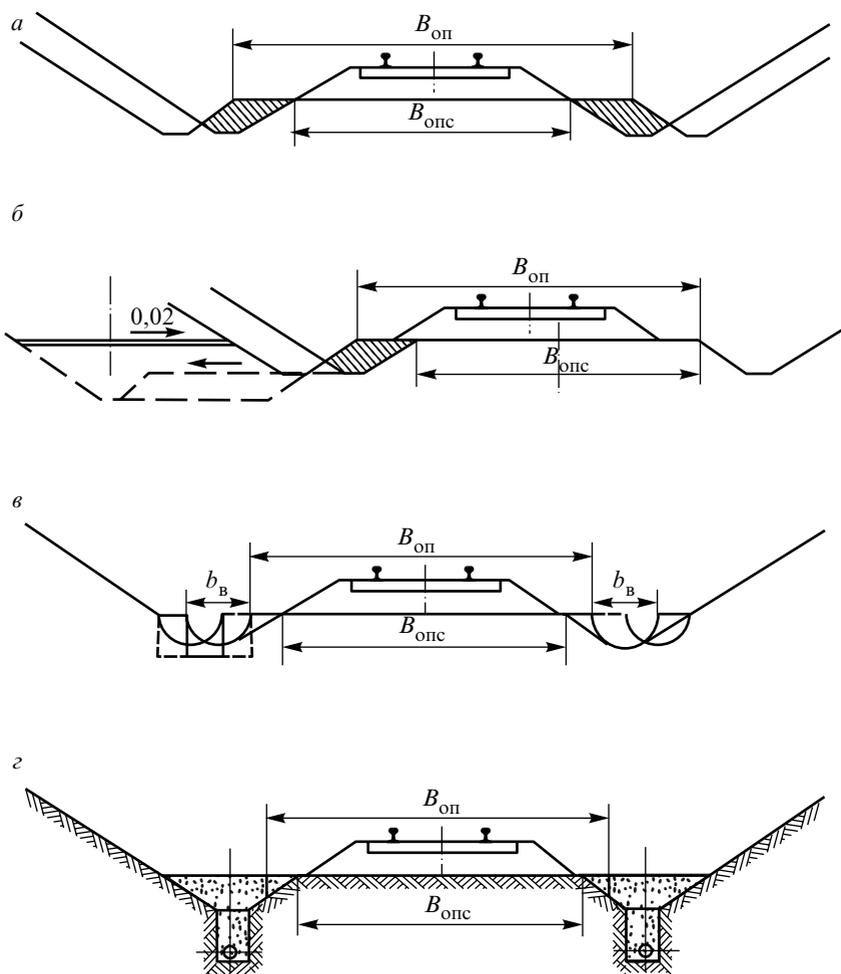


Рис. 4.54. Уширение основной площадки выемки:
 1 — двустороннее; 2 — одностороннее (с дорожным полотном); 3 — с установкой лотков; 4 — бескуветный вариант с дренажами (мелкого заложения)

положения рельсового пути по уровню, когда производится смягчение (уменьшение уклонов) продольного профиля пути. Возможно уширение пути закреплением (анкерным и др.) балластных шлейфов на откосах. Эффективно можно выполнить уширение основной площадки насыпи при капитальном ремонте, когда про-

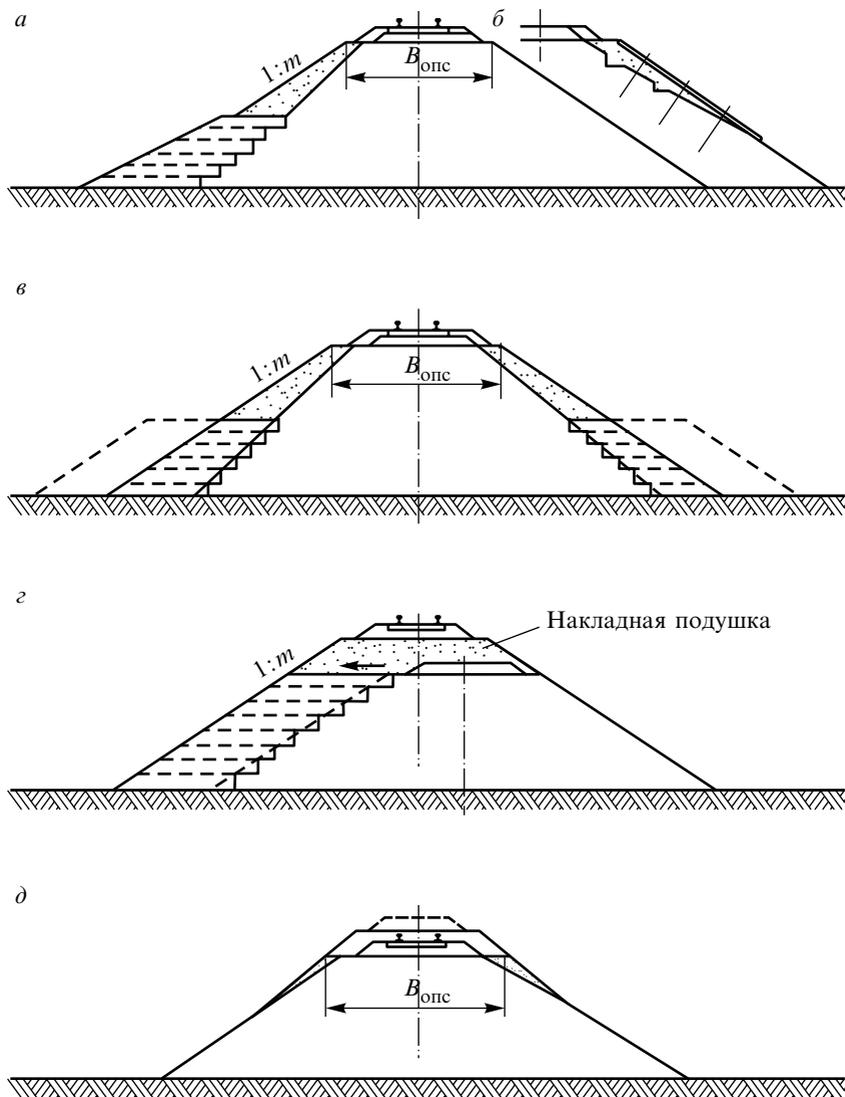


Рис. 4.55. Уширение насыпей:

a — одностороннее; *б* — с армированием шлейфов на откосе; *в* — двустороннее; *г* — со сдвижкой оси и изменением уровня основной площадки накладной подушкой; *д* — с глубокой вырезкой старого балласта и понижением уровня рельсов; $B_{\text{опс}}$ — ширина основной площадки старогонимой (уширяемой)

изводится глубокая вырезка загрязненного балласта, размещенного в так называемых «балластных шапках» после многократных подъемов при ремонтах пути.

Для усиления основной площадки применяются покрытия ее геотекстильными материалами (дорнит, бидим и др.), георешетками, пенопластом, асальтовыми и бетонными плитами и др. Геотекстиль (синтетический материал) обладает достаточными прочностными и дренирующими свойствами, служит разделительным слоем между грунтом и балластом (не допускаются выплески), повышается прочность основной площадки. Пенопласты — пористые материалы полистирольные (ПС), полихлорвиниловые (ПХВ), экструдированные пенополистирольные, изготавливаются по прессовому методу в виде плит белого цвета.

Геотекстильное покрытие укладывается в уровне основной площадки механизированным способом при капитальном ремонте машинами, выполняющими глубокую вырезку балласта. Пенопластовое покрытие уменьшает глубину промерзания подбалластной зоны (и пучинные деформации) и также устраивается в уровне основной площадки при глубокой вырезке балласта путевыми машинами. Покрытия основной площадки могут выполняться при реконструкции балластной призмы (рис. 4.56).

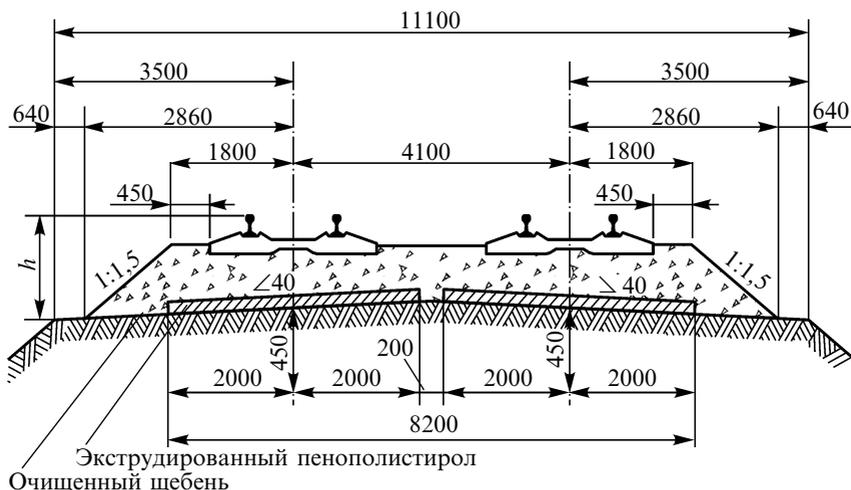


Рис. 4.56. Поперечный профиль реконструкции балластной призмы с устройством пенопластового покрытия (на скоростном участке, размеры в мм)

Усиление подбалластной зоны, особенно на скоростных линиях, требуется на участках примыкания насыпей к мостам с безбалластным мостовым полотном, так как в зоне мостовых устоев, где изменяется жесткость пути, на насыпи возникают просадки, потайные толчки при проходе поездов, появляются «висячие» шпалы. Для плавного отвода жесткости насыпи применяются различные конструкции, наиболее простые с использованием плоских железобетонных плит переменной ширины, приведенные на рис. 4.57.

При повреждении основной площадки балластными ложами они вырезаются и устраиваются противодеформационные подушки из дренирующих материалов. Выпуск воды из подушек осуществляется в насыпях на откосы, в выемках в углубленные кюветы или лотки (рис. 4.58). Устройство противодеформационных подушек выполняется при усиленном капитальном ремонте пути, когда производится глубокая вырезка балласта.

Срезка бортов балластных углублений (бортовая срезка) не всегда может быть эффективной, поскольку вырезка стругом-снегочистителем выполняется только до 1,0 м от ГР.

Балластные мешки и гнезда можно осушать поперечными прорезями, устраиваемыми в низовой части углублений (по данным диагностики). Возможно устройство трубчатых дренажей из перфорированных труб, которые наклонно заглубляются (гидравлическим домкратом) в балластный мешок со стороны откоса (рис. 4.50), скважинных дренажей, когда скважины пробиваются наклонно со стороны откоса пневмопробойником, а затем заполняются крупным песком. Используются также методы технической мелиорации — инъектированием вяжущих материалов (цементно-известковых, битумных, полимерных смол и др.) в балластные углубления для придания грунтам водопрочных свойств.

Противопучинные конструкции при ремонтах пути и земляного полотна устраиваются с учетом причин пучинообразования и состоят в выведении пучинистых грунтов из зоны промерзания пучинистых грунтов, в снижении влажности пучинистых грунтов ниже порога пучинообразования и предупреждении их избыточного увлажнения.

Для выведения пучинистых грунтов из зоны промерзания устраиваются врезные подушки: пучинистый грунт вырезается и за-

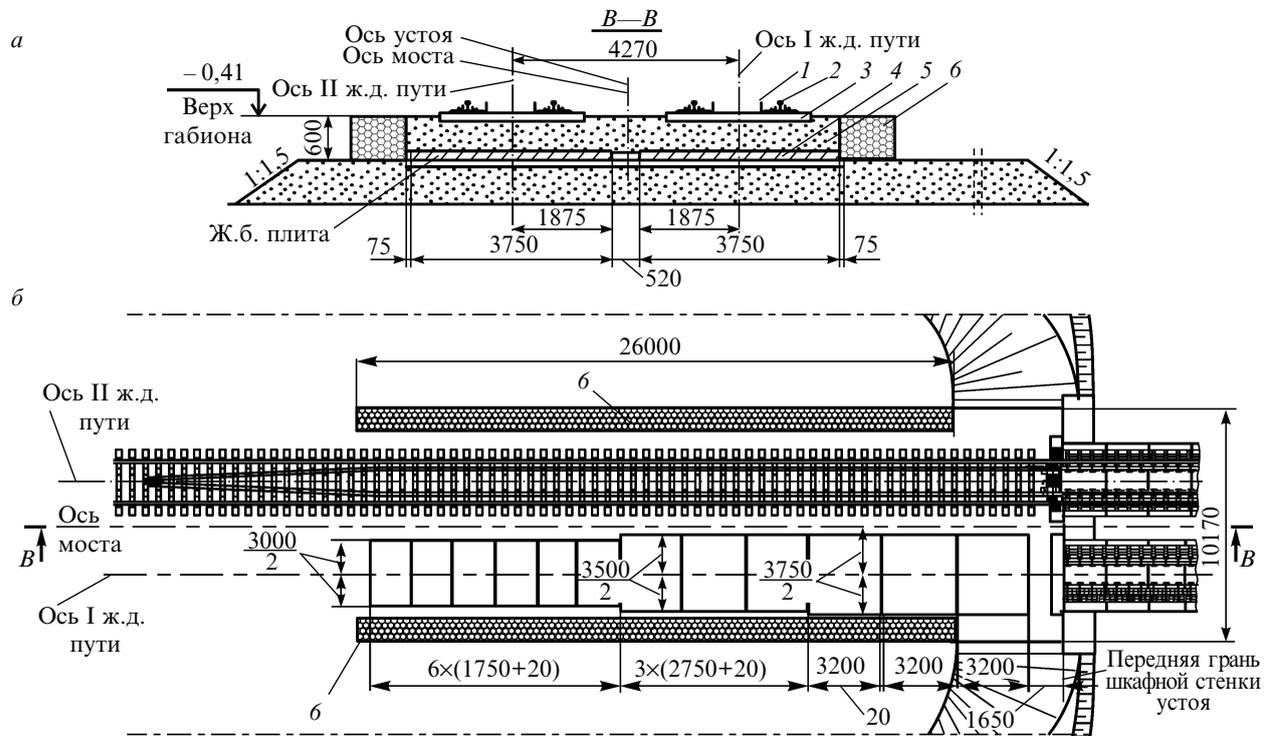


Рис. 4.57. Конструкция переходного пути с подбалластным покрытием железобетонными плитами на подходах к мосту (размеры в мм):

а — поперечный профиль; б — вид в плане; 1 — контрголок (160×160×16); 2 — путевой рельс; 3 — железобетонная шпала; 4 — пенопласт; 5 — щебень; 6 — габионы

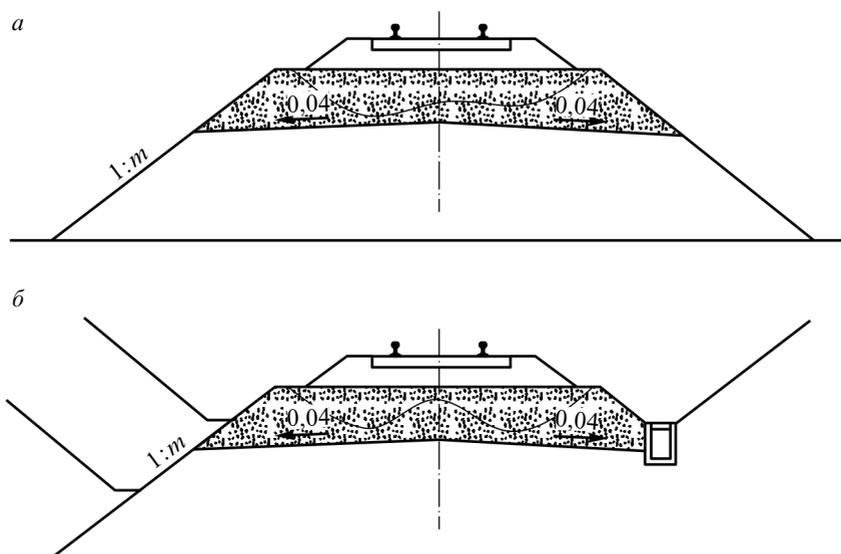


Рис. 4.58. Поперечные профили с противодеформационными подушками:
a — на насыпи; *б* — в выемке

меняется непучинистым материалом: пески дренирующие, топочные и металлургические гранулированные шлаки, другие отходы промышленных предприятий. Толщина подушки определяется с учетом теплофизических свойств материала подушки (коэффициент промерзаемости у песков больше 1,0, у шлаков меньше 1,0, т. е. промерзают меньше, чем грунт). Толщина подушки будет меньше, если она устраивается на устранение не полного пучения, а только избыточного (пучинного горба), оставляя равномерное (допустимое) пучение. По концам подушки устраиваются отводы с плавным уменьшением толщины ее допускаемыми для движения поездов уклонами рельсовых нитей. Отвод воды (выпуск) из врезных подушек может быть в лотки и дренажи (в выемках), на откосы в насыпях (рис. 4.59).

Выведение зоны промерзания из пучинистых грунтов осуществляется устройством пенопластового покрытия, уменьшающего глубину промерзания пучинистых грунтов (0,1 м покрытия пенопласта соответствует промерзанию до 1,0 м грунта), устройством накладных подушек из дренирующего материала (подъемкой пути на балласт) механизированным способом.

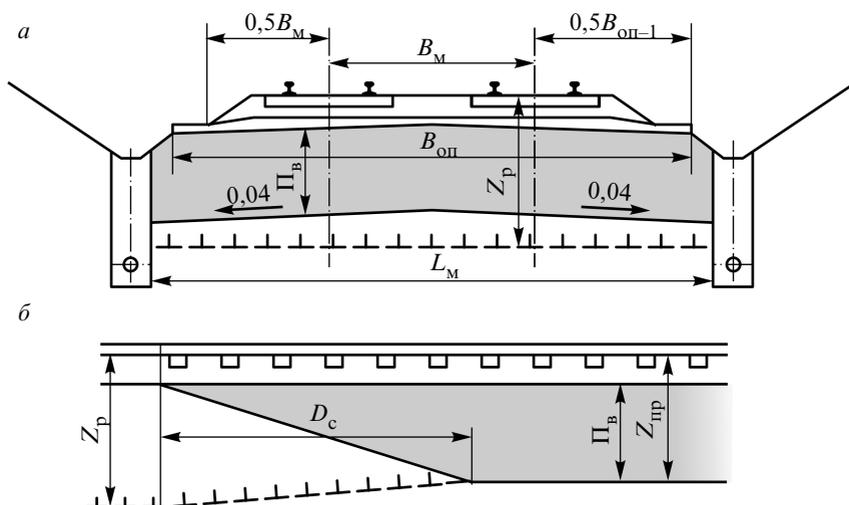


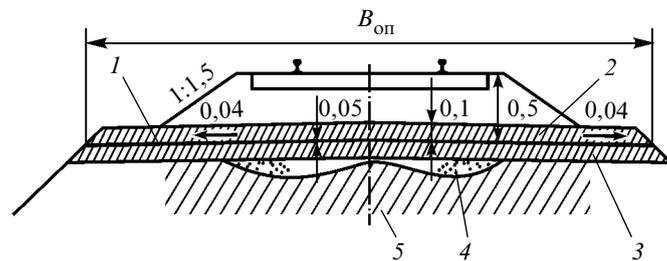
Рис. 4.59. Конструкция врезной противопучинной подушки с отводом воды в дренаж:

a — поперечный профиль; *б* — продольный профиль; L_M — междренажное пространство; Π_B — толщина врезной подушки; D_c — длина сопряжения; $Z_p, Z_{пр}$ — глубина промерзания расчетная, фактическая

Для предупреждения избыточного увлажнения пучинистых грунтов подбалластной зоны, если это увлажнение происходит атмосферными (дождевыми и тальными) водами, применяются гидроизоляционные покрытия из полимерных пленок (в один или два слоя). Покрытие устраивается в защитных слоях из песка в уровне основной площадки насыпи, выемки, нулевого места. Покрытие укладывается в пределах неравномерного пучения (пучинных горбов, впадин) на всю ширину основной площадки с поперечным уклоном к бровкам $0,04$ (рис. 4.60). На участках с высоким уровнем грунтовых вод, способствующих избыточному увлажнению пучинистых грунтов для понижения уровня грунтовых вод (и совместных с ними капиллярных вод) в комплексе с гидроизоляционным покрытием необходимо устраивать продольные траншейные дренажи.

В комплексе с оздоровлением подбалластной зоны усилением основной площадки при ремонтах пути производится ремонт всех видов водоотводов на главных и станционных путях, ре-

a



б

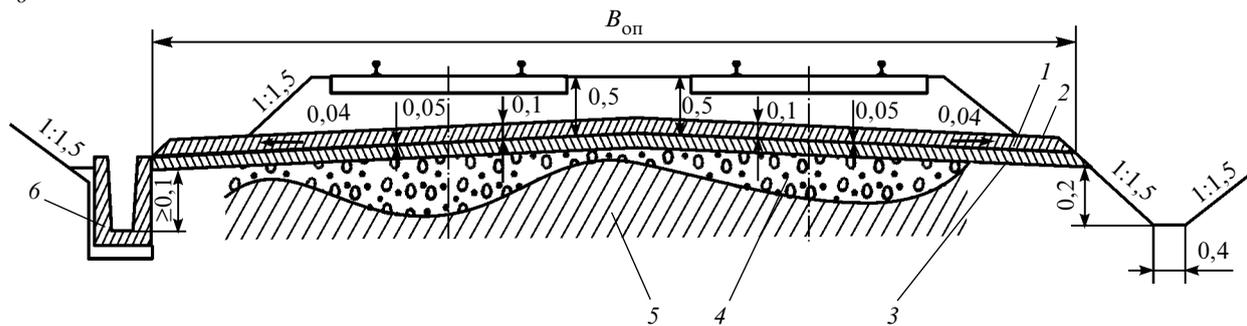


Рис. 4.60. Схема конструкции гидроизоляционного покрытия на однопутном участке (а) и двухпутном (б):
 1 — гидроизоляция; 2, 3 — верхний и нижний защитные слои; 4 — балластные углубления; 5 — глинистый грунт;
 6 — лоток

конструкция водоотводов с повышением их водопрпускной способности выделяется в самостоятельный вид работ. При реконструкции водоотводов выполняются нарезка новых и реконструкция существующих канав; расчистка погребенных кюветов, углубление или замена их на лотки; разборка разрушенных и засоренных или «висячих» лотков и замена их на новые лотки или подкюветные дренажи; устройство новых лотков или дренажей в обводненных выемках и на нулевых местах. При этом преимущественно применяются железобетонные лотки безраспорной конструкции и подкюветные дренажи из трубофильтров и полимерных элементов.

Работы по реконструкции водоотводов выполняются механизированным способом с использованием путевых машин для нарезки (очистки) кюветов: машина СЗП-600 с УТМ (универсальным тяговым модулем), путевой струг СС-1М, полувагоны ПУ и др. Для разборки и уборки старого (рамного) лотка используется погрузчик-экскаватор. На рис. 4.61 приведен поперечный профиль реконструкции водоотводов в выемке с устройством подкюветных дренажей мелкого заложения. Дренаж подкюветный из трубофильтров, по оси дренажа на поверхности проходит кювет типовой конструкции. С полевой стороны дренажной траншеи через каждые 50 м устроены наблюдательные скважины. На откосе выемки устанавливаются путевые знаки наблюдательных скважин (НС).

На станционных площадках для обеспечения круглогодичного гарантированного отвода поверхностных и грунтовых вод от железнодорожного пути производится ремонт продольных водоотводов в междупутных и поперечных лотковых (рис. 4.62). Определенные сложности реконструкции водоотводов возможны в пределах пассажирских платформ. На рис. 4.63 показан поперечный профиль двухпутного участка с пассажирской платформой после ремонта водоотводов: за пассажирской платформой устроен продольный лоток. Пространство между стенками лотка и траншеи заполнено дренирующим грунтом.

В междупутье уложен продольный дренаж из полимерных труб. В конце платформы уложен поперечный дренаж из полимерных труб (с уклоном 0,002—0,003), выходное отверстие — в траншею с лотком. При реконструкции водоотводов все больше применяются трубы, лотки и колодцы из композитных материа-

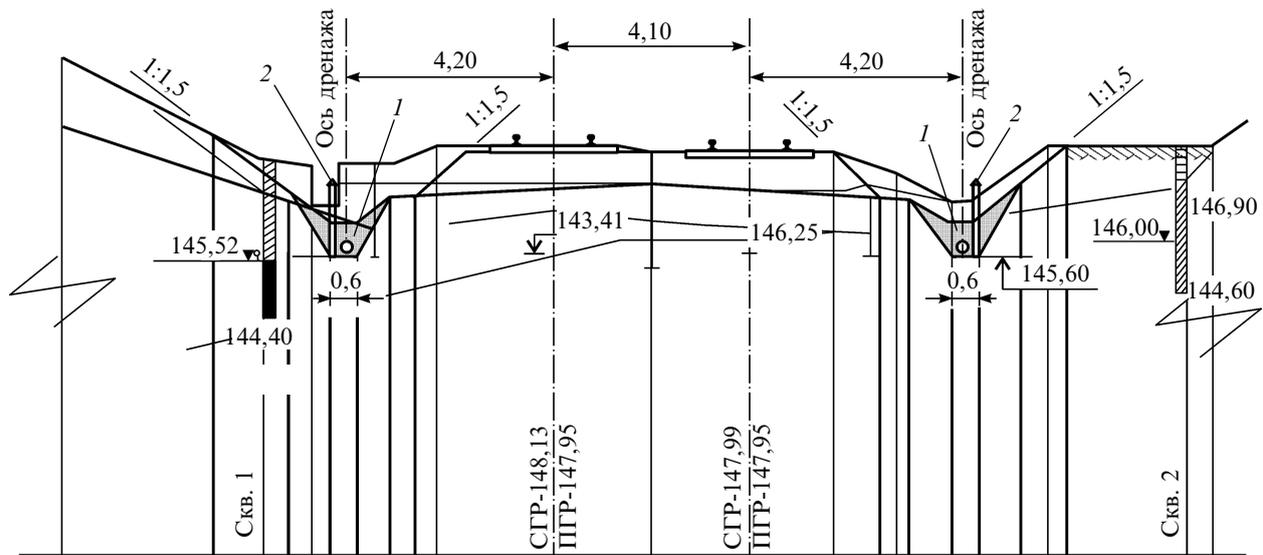


Рис. 4.61. Поперечный профиль водоотводов в двухпутной выемке с устройством дренажей мелкого заложения при реконструкции:

1 — подкуветный дренаж; 2 — наблюдательные скважины; СГР, ПГР — старое и проектное положение головки рельса

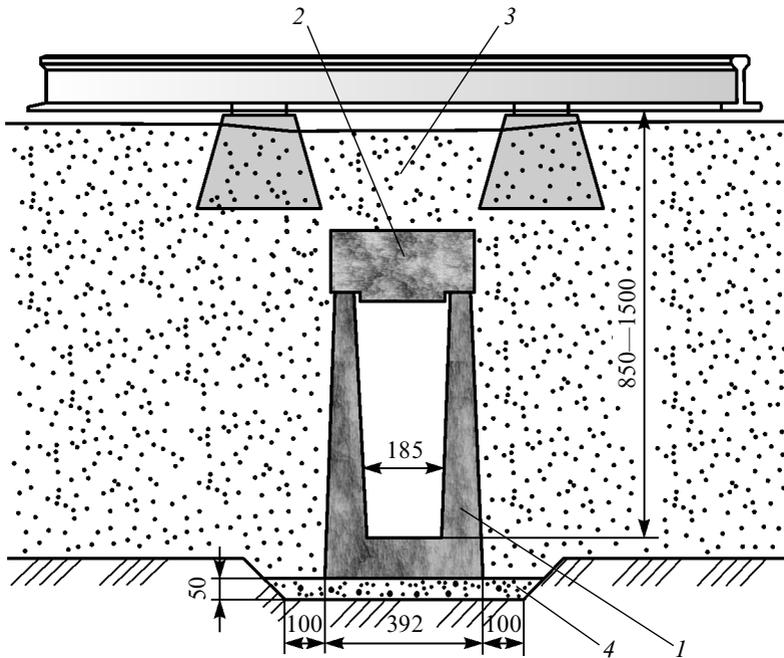


Рис. 4.62. Схема установки междушпального лотка с распорной крышкой (размеры в мм):

1 — лоток; 2 — распорная крышка; 3 — засыпка балластом; 4 — щебеночная подготовка

лов. На рис. 4.64 показана камера канализационного колодца из композитных материалов. Применяются дренажные трубы из поливинилхлорида (ПВХ), трубофильтры из керамзитбетона с муфтами из полиэтилена.

Откосы насыпей, особенно высоких, подвергаются оползням, чему способствует накопление на откосах (при ремонтах пути) балластного материала в виде шлейфов. Для повышения устойчивости насыпей широко применяются контрбанкеты в виде присыпаемых к откосам грунтовых призм (рис. 4.65) или контрфорсов в виде каменных призм, устраиваемых в откосах (рис. 4.66). Вместе с тем для обеспечения стабильности насыпей при ремонтах пути, земляного полотна распространение получают новые способы и противодеформационные, в том числе армогрунтовые, конструкции. Так, для усиления деформирующей

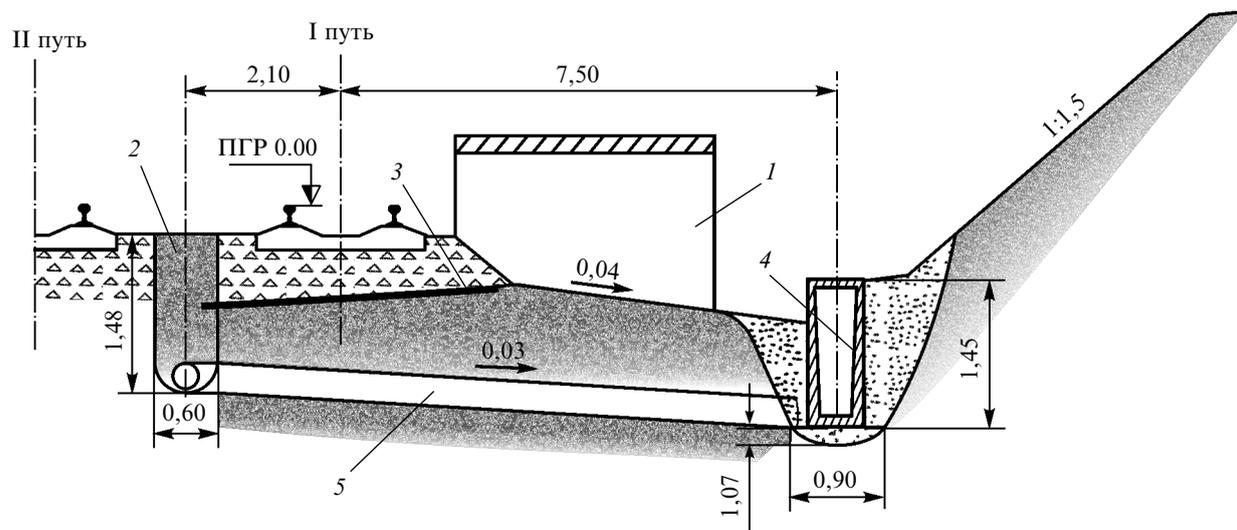


Рис. 4.63. Схема водоотводов на станционном участке (пример) с пассажирской платформой (размеры в м):
 1 — высокая пассажирская платформа; 2 — дренаж; 3 — геотекстиль; 4 — лоток; 5 — дренажная труба

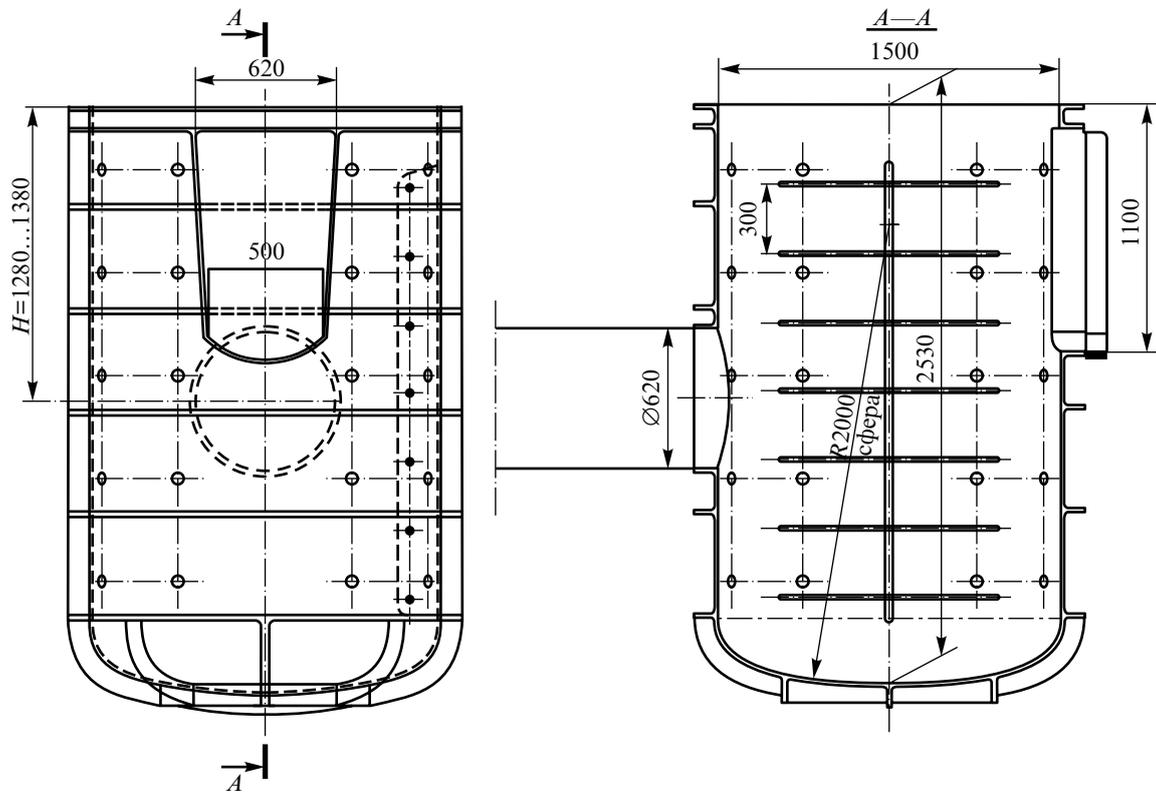


Рис. 4.64. Камера канализационного колодца из композитных материалов

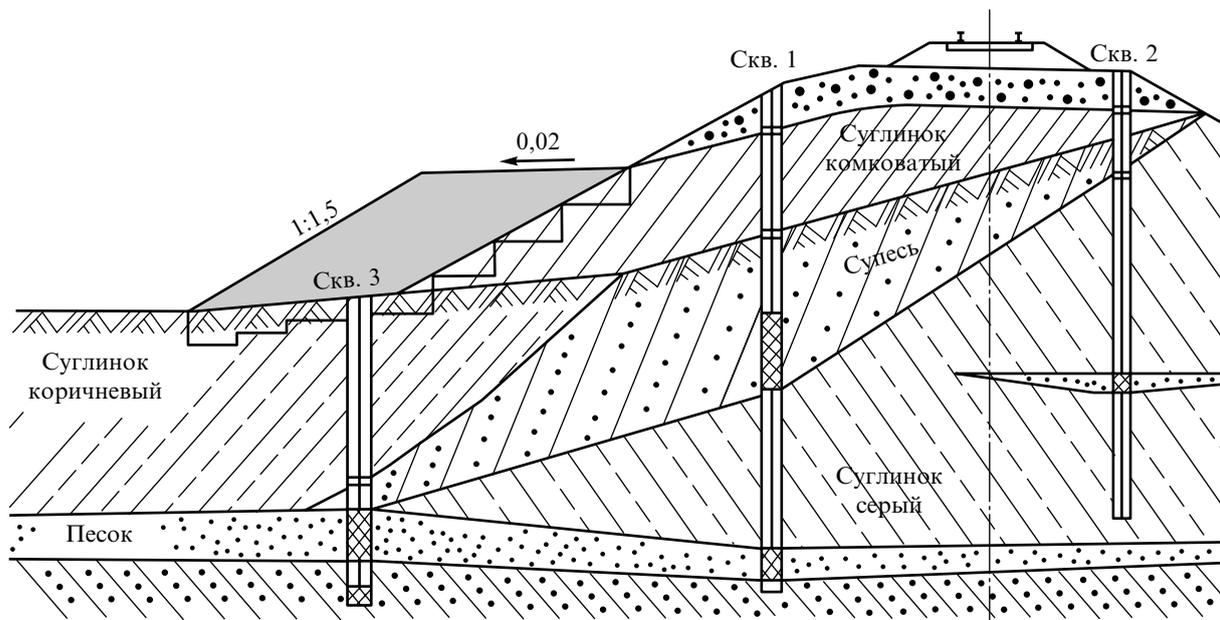


Рис. 4.65. Поперечный профиль насыпи с контрбанкетом

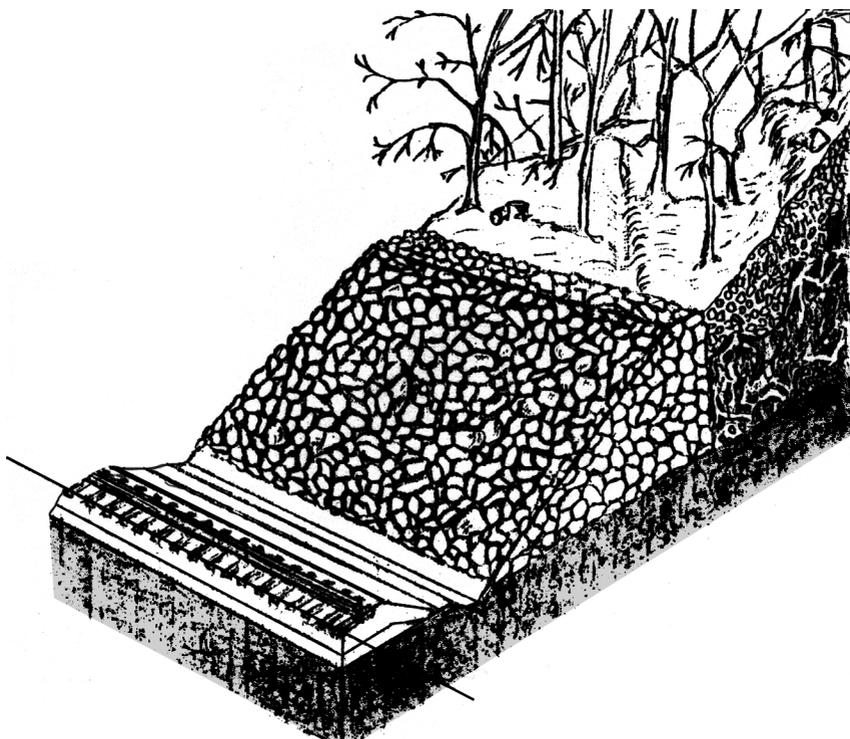


Рис. 4.66. Укрепление откоса выемки контрфорсом из камня

щихся насыпей с нестабильными балластными шлейфами на откосах разработаны способы закрепления их анкерными конструкциями, стягивающими элементами, буроинъекционными сваями.

Анкерные конструкции (рис. 4.67) представляют собой один или несколько рядов инъецируемых анкеров, закрепленных в устойчивом ядре насыпи, которые передают требуемое усилие натяжения через железобетонные плиты на поверхность балластных шлейфов. Анкерные конструкции производят обжатие шлейфов и предотвращают тем самым смещение шлейфов.

Усиление насыпи стягивающими элементами заключается в том, что в теле насыпи устраиваются сквозные горизонтальные или наклонные скважины (рис. 4.68). В скважины вводится стальная арматура, которая натягивается специальными натяж-

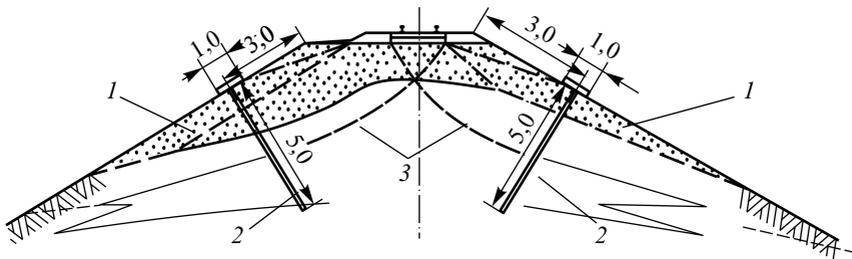


Рис. 4.67. Усиление насыпи с неустойчивыми шлейфами анкерными конструкциями (размеры в м):

1 — балластный шлейф; 2 — анкер; 3 — возможные поверхности смещения (пунктир)

ными устройствами и закрепляется на железобетонных плитах, лежащих на откосах насыпи. Для защиты арматуры от коррозии скважины заполняются песчано-цементным раствором. Поскольку стягивающий элемент пересекает поперечно всю насыпь и выполняет роль грунтового анкера, то существенно повышается стабильность насыпи.

Буроинъекционные сваи, предложенные для удержания неустойчивых балластных шлейфов (рис. 4.69), состоят из трех частей: центральной скважины диаметром 0,15—0,2 м, арматуры (стальной диаметром 16—20 мм) и периферийной части — балластного материала или грунта с внедренным в него вяжущим. В качестве вяжущего используются цемент, нефелиновый шлам, шлак, фосфогипс с добавками (активизаторами твердения). Диаметр сваи 0,35—0,4 м. Сваи проходят через балластный шлейф

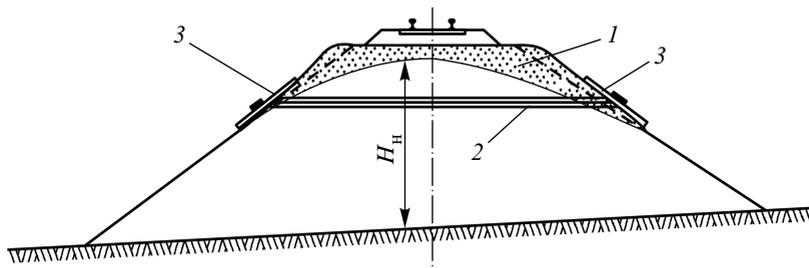


Рис. 4.68. Усиление насыпи стягивающими элементами:

1 — балластный шлейф; 2 — стягивающий элемент; 3 — железобетонная плита

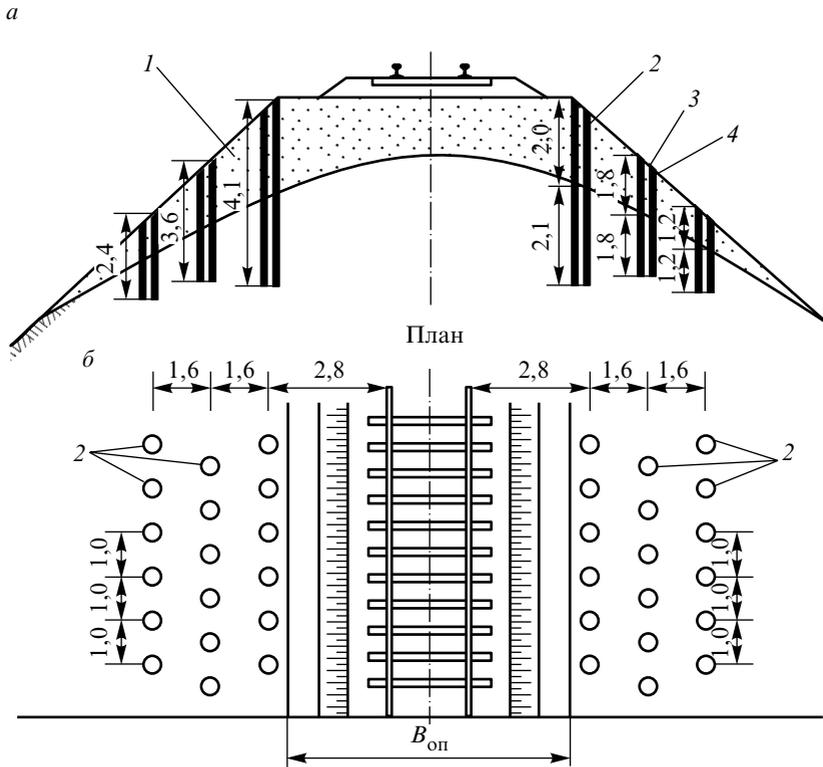


Рис. 4.69. Укрепление насыпей с неустойчивыми шлейфами буройнъекционными сваями (размеры в м):
a — поперечный профиль; *б* — вид в плане: 1 — балластный шлейф; 2 — сваи; 3, 4 — центральная и периферийная части буройнъекционной сваи

и заглубляются в ядро насыпи. В этих же целях могут применяться буронабивные сваи, железобетонные забивные и др.

Прошивающие сваи и шпоны, а также поддерживающие и удерживающие конструкции (типа контрфорсов, удерживающих стен) можно создать в откосах термическим способом — обжигом (рис. 4.70). Этот способ основан на превращении глин и тяжелых суглинков в клинкер при воздействии на грунт высоких температур (300—1000 °С в течение 5—10 суток). Обжиг производится в вертикальных, горизонтальных и наклонных (подоткосных) обжиговых скважинах (диаметром до 0,15 м). В каче-

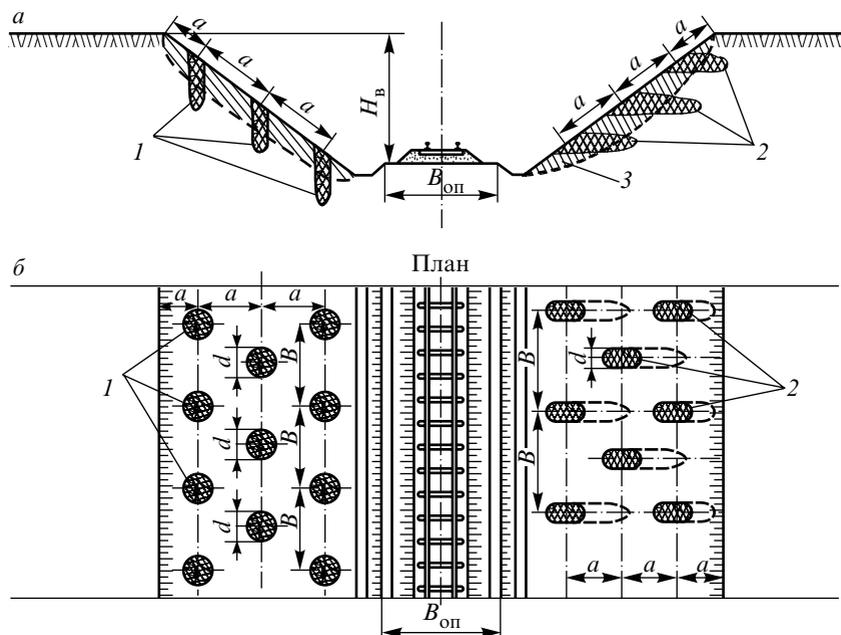


Рис. 4.70. Укрепление откосов выемки термосваями и термошпонами (термопрорезями):

1 — термосваи; 2 — термошпона (термопрорези); 3 — возможная кривая смещения

стве горячего используется соляровое масло (в форсунках), газ (в смеси с воздухом). В результате термообработки, в том числе перемешивания грунта, образуются как бы керамические трубы, термопрорези, повышающие устойчивость откосов выемок и насыпей.

Улучшение свойств грунтов, снижение влагосодержания, повышение прочности элементов насыпей и выемок при ремонтах земляного полотна достигается методами технической мелиорации. К ним относятся уплотнение и осушение, цементация грунтов — введение цементного раствора в грунт, перемешивание и уплотнение; битумизация — нагнетание под давлением горячего битума; силикатизация — нагнетание в грунт жидкого стекла; химические способы — инъектирование полимерных смол (карбамидной, акриловой и др.), сульфитно-спиртовой барды и других отходов производства с добавками отвердителей; электрохимический способ — вве-

дение в грунт металлических электродов с электрическим током (при добавках химических реагентов), что повышает прочность грунта.

В случаях просадок на нулевом месте, невысокой насыпи, в выемке возможно устройство свай-дрен, которые можно пробуривать и в рельсошпальной решетке (шпальных ящиках). Скважины (на площади осадки) заполняются песком, негашеной известью или цементом. Такие сваи способствуют осушению и повышают несущую способность грунтов.

Для предупреждения осадок (и провалов) на карстовых участках и шахтных выработках производится усиление железнодорожного пути рельсовыми пакетами (рис. 4.71) или укладкой под рельсошпальную решетку продольных железобетонных лежней. Такой лежень состоит из блоков и образует инженерное сооружение, на котором размещается балластный слой и рельсошпальная решетка.

В откосных зонах при смещениях возможно восстановление откосов армогрунтовыми конструкциями, в частности, с размеще-



Рис. 4.71. Усиление рельсошпальной решетки на карстовых участках рельсовыми пакетами

нием грунта в геотекстильных обоях в форме стенки (рис. 4.72) или в форме пологого откоса. На основании насыпи с помощью армогрунтовых обоев устраивается контрбанкет для предупреждения деформаций смещения.

В выемке для повышения устойчивости откоса (или склона) можно использовать габионы, укладывая их в виде стенки (на высоту трех рядов) с обратной засыпкой из дренирующего грунта (рис. 4.73) и трубчатым дренажем за стенкой. Габионные конструкции в виде удерживающих стен, опираемых на постель (фундамент) из камня (рис. 4.74) можно применять также и в целях защитных сооружений берега в русле реки от размывов.

Для контрбанкетов удобно применять армогабионы (системы Террамеш) — это система армирования грунта (рис. 4.75), которая состоит из панелей сетки двойного кручения с шестигранной ячейкой, оцинкованная с ПВХ-покрытием. Лицевая грань выполнена в виде коробчатых габионов, заполнена камнем и армирует



Рис. 4.72. Восстановление оползневого откоса на участке смещения армогрунтовыми (геотекстильными) обоями

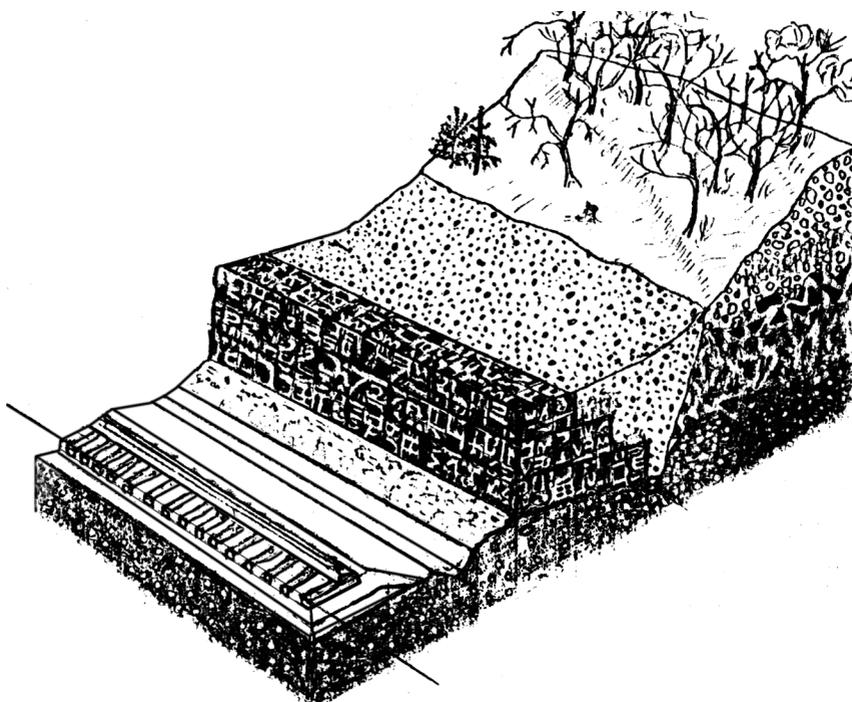


Рис. 4.73. Укрепление откоса выемки габрионной конструкцией

грунт снаружи, а сетка — грунтовый массив внутри. Лицевая панель может быть снабжена биополотном, инициирующим рост травяного покрова (зеленый Террамеш) и тогда при обработке гидропосевом получается полное зеленое покрытие поверхности.

В районах, где возникают осложнения с получением камня для заполнения габрионов, можно воспользоваться грунтогабрионами, которые состоят из металлического сетчатого каркаса габриона, в который помещен чехол из геотекстиля (по форме коробка габриона). Чехол габриона заполняется грунтом, дисперсным материалом (шлаки, горелые породы и др.) с уплотнением. Такие грунтогабрионы (рис. 4.76) и габрионы могут использоваться для усиления подбалластной зоны и основания насыпи, в конструкциях насыпей первого и второго пути, для улавливающих, удерживающих и других конструкций. При заполнении торфом или шлаком торфогабрионы могут быть термоизо-

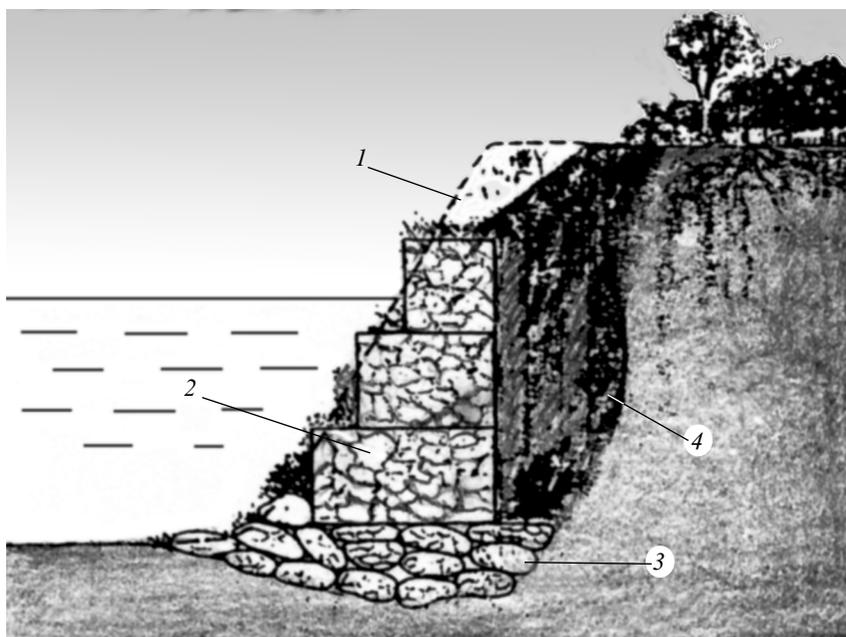


Рис. 4.74. Укрепление откосов габионными стенками на каменной постели: 1 — начальное положение; 2 — габионная стена; 3 — постель из камня; 4 — грунт склона (берега)

лирующими, например, для консервации выходов льда в вечномерзлых грунтах.

Армогрунтовые конструкции могут иметь различное применение. На рис. 4.77 приведен вариант устройства контрбанкета на насыпи без удлинения водопропускной трубы. При этом русло водоотвода удлиненно стенками. И контрбанкет в русле и пространстве растекания воды из выходного отверстия трубы также выполняется армогрунтовой конструкцией. Эта конструкция состоит из облицовочной стены, опирающейся на фундамент, и засыпки из дренирующего грунта, армированного металлическими сетками. Облицовочная стена из железобетонных блоков, уложенных один на другой, и объединенных между собой песчано-цементным раствором. Фундамент выполняется из блоков. Металлические армирующие сетки состоят из продольных стержней гладкой проволоки. Для защиты от коррозии металлические армирующие элементы покрываются битумной

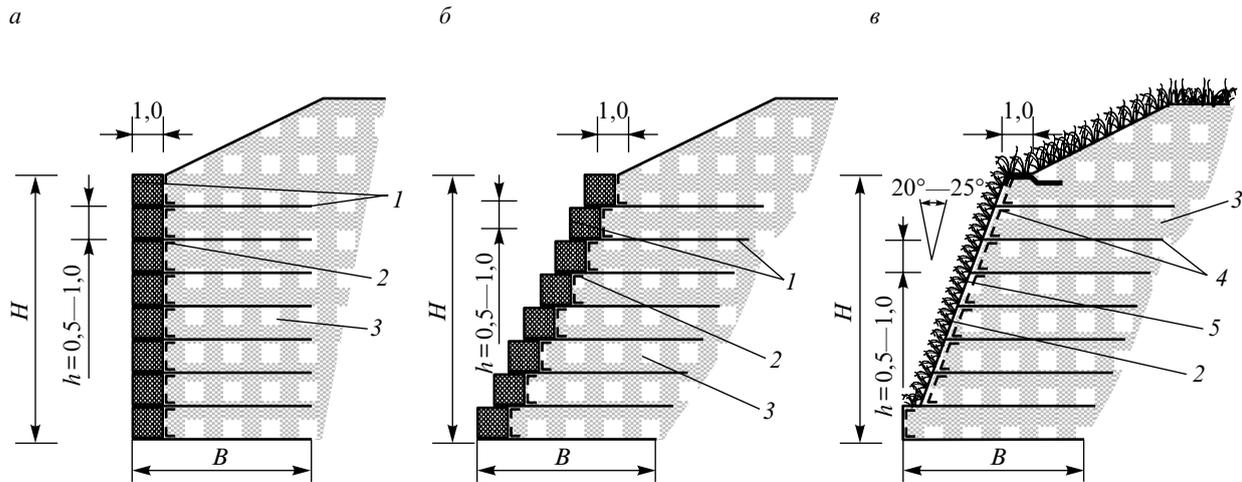


Рис. 4.75. Армогабионы (Террамеш) конструкции стены:

а — в вертикальной стене; б — в наклонной; в — зеленый, армогабион; 1 и 4 — элементы панелей (сетка), 2 — геотекстиль (или биополотно), 3 — грунт засыпки; 5 — лицевая панель; $B = (0,6—0,7) H$

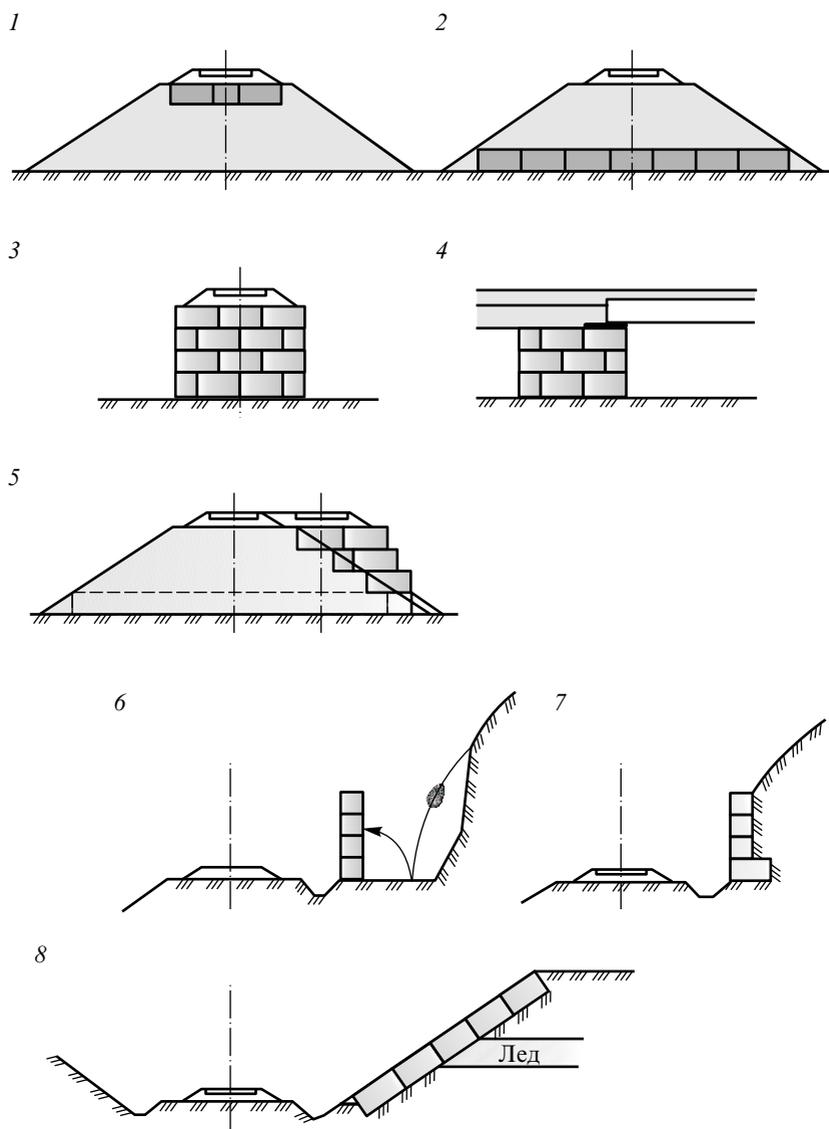


Рис. 4.76. Габионные (из камня) грунтогабионные конструкции:
 1 — в подбалластной зоне; 2 — в основании насыпи; 3 — в насыпи;
 4 — в опоре моста; 5 — в насыпи второго пути; 6 — в улавливающей стенке;
 7 — в подпорной стенке; 8 — в покрытии (из торфа)

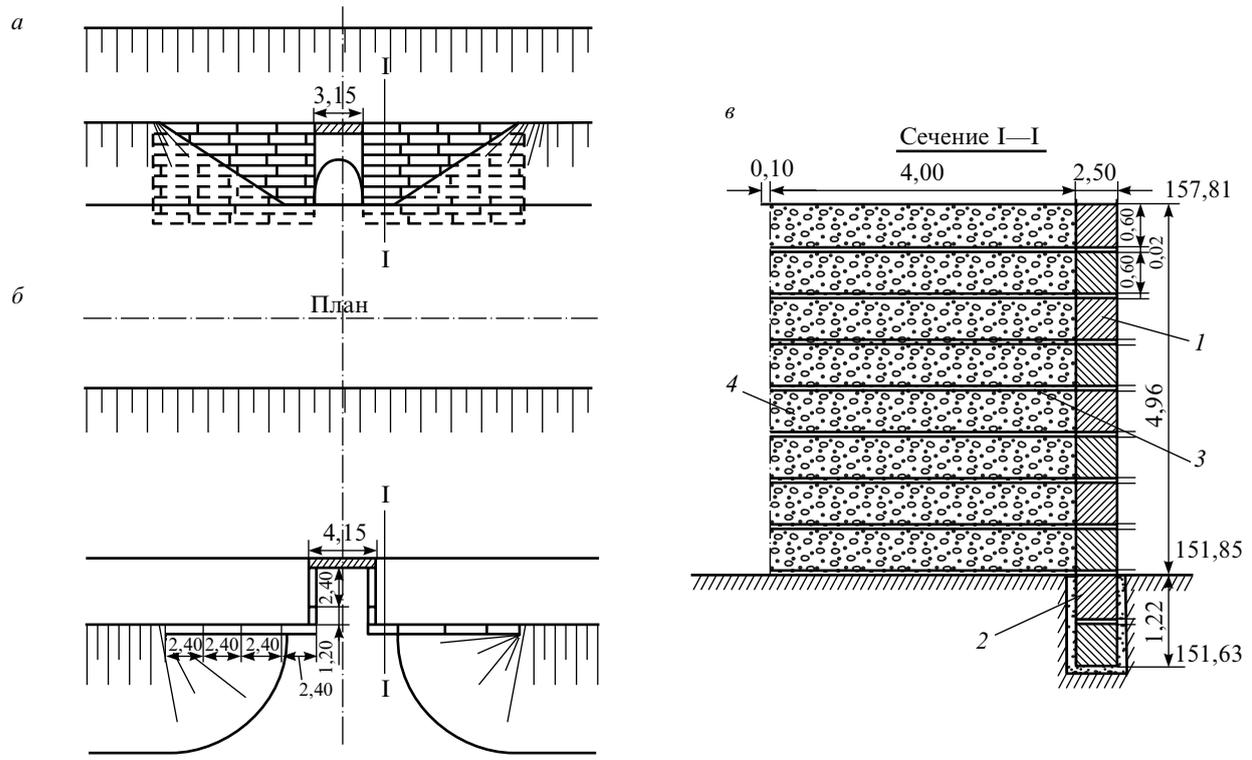


Рис. 4.77. Конструкция армогрунтового контрбанкета без удлинения водопропускной трубы:
a — в продольном профиле; *б* — в плане; *в* — сечение I—I (пример); 1 — блоки облицовочной стены (2,4×0,5×0,6 м);
 2 — блоки фундамента (2,4×0,5×0,6 м); 3 — металлическая сетка; 4 — щебень

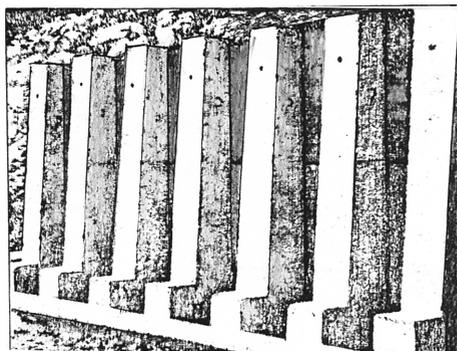
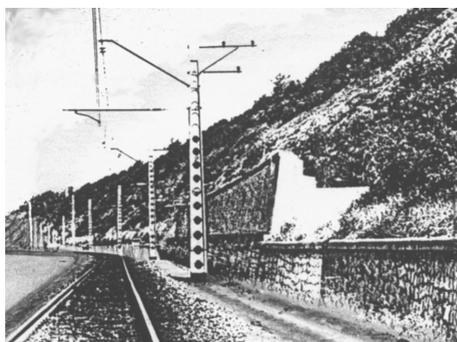


Рис. 4.78. Защитные конструкции (общий вид):
а — улавливающая стенка; *б* — удерживающая и подпорная стенки; *в* — сборная железобетонная

мастикой. Для отвода атмосферных вод, попадающих в дренажную засыпку стены, в стене оставляются дренажные отверстия.

Армирующими элементами в армогрунтовых конструкциях могут быть металлические сетки, стержни, анкера, сетчато-стержневые конструкции, сваи буронабивные, бетонные, прошивные (забивные), свайные кусты, шпунт (задавливаемый), полимерные текстили, решетки (плоские и объемные) в разных формах и пространственном положении.

Армогрунтовые и другие противодеформационные конструкции эффективно используются для инженерных сооружений в сложных природно-климатических условиях. Для защиты железнодорожного пути от камнепадов и осыпей применяются улавливающие конструкции, для предупреждения смещений с нагорной стороны — подпорные стены. На рис. 4.78 показан общий вид натуральных конструкций: улавливающей стенки, сборной из бетонных блоков, с полкой (пазухой), подпорная стенка и сверху улавливающая стенка; конструкция подпорной стенки, сборной

из железобетонных контрфорсов и панелей. Для защиты пути от осыпей, осовов, камнепадов наиболее эффективны галереи. Конструкция галереи под два пути приведена на рис. 4.79. Нагорный скальный склон закреплен анкерной крепью.

Укрепление крутых склонов древесно-кустарниковой растительностью служит надежной защитой от формирования процессов смещения, оползневых, селевых, от процессов разрушения склонов горным выветриванием (денудация).

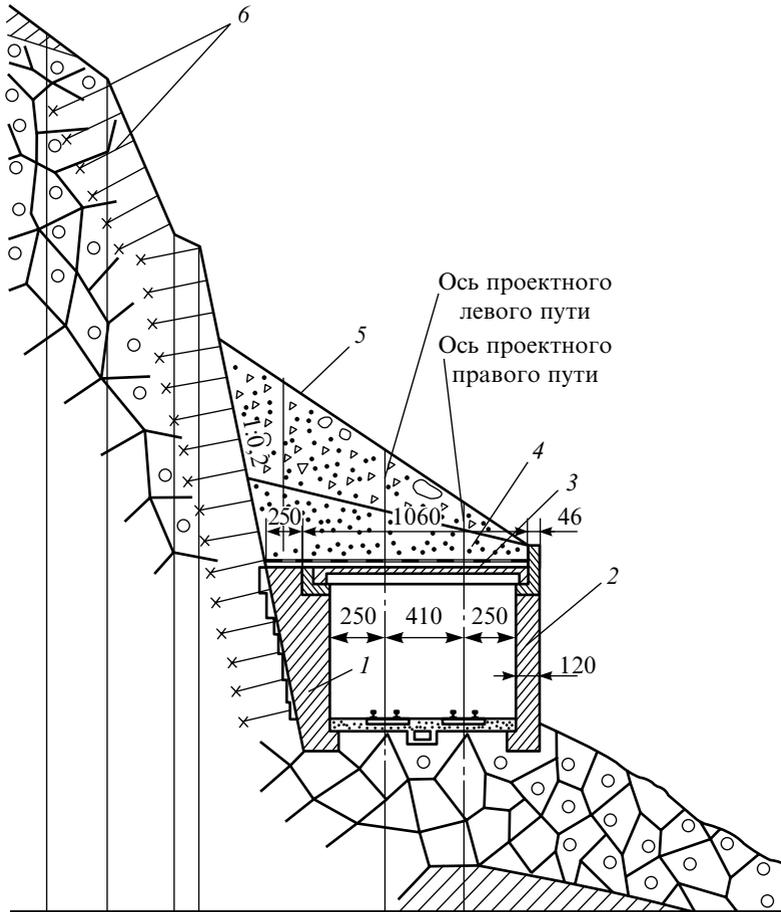


Рис. 4.79. Конструкция галереи под два пути (размеры в м):
1 — верхняя опора; 2 — нижняя опора; 3 — перекрытие; 4 — амортизирующая засыпка; 5 — наибольший уровень засыпки; 6 — анкерная крепь склона

Глава 5

ВЕРХНЕЕ СТРОЕНИЕ ПУТИ

5.1. Назначение и классификация верхнего строения пути

Верхнее строение пути является единой комплексной конструкцией, состоящей из рельсов, креплений с противоугонами, рельсовых опор (чаще всего в виде шпал), балласта, мостового полотна, стрелочных переводов и ряда специальных устройств. Оно воспринимает и упруго передает на основную площадку земляного полотна динамические воздействия колес подвижного состава, а также направляет колеса движущегося по пути подвижного состава.

Рельсы, соединенные между собой стыковыми креплениями, а со шпалами — промежуточными креплениями, образуют вместе путевую (рельсошпальную) решетку; шпалы (или брусья) заглублены в балластный слой, который опирается на основную площадку земляного полотна. На мостах при устройстве проезжей части без балласта рельсы опираются на деревянные мостовые брусья или железобетонные плиты.

В местах разветвления и соединения путей укладывают стрелочные переводы, для металлических частей которых опорами служат переводные брусья.

Рельсы, шпалы и другие элементы верхнего строения пути типизированы: для каждого типа установлены стандарты, определяющие их конструкцию, размеры, качество материала. Конструкция верхнего строения пути должна быть прочной, устойчивой, стабильной, износостойкой, экономичной, в любых эксплуатационных условиях обеспечивать безопасное и плавное движение поездов с установленными скоростями.

Современная система ведения путевого хозяйства основана на классификации пути в зависимости от грузонапряженности линии и скоростей движения поездов — главных факторов, влияющих на перевозочный процесс и работу пути под поездами.

5.1.1. Рельсы

Назначение рельсов — создать поверхности с наименьшими сопротивлениями для качения колес подвижного состава, непосредственно воспринимать и упруго передавать воздействие силы от колес на опоры (шпалы, брусья) и в движении направлять колеса подвижного состава. На участках с автоблокировкой рельсовые нити служат проводниками сигнального тока, а на участках с электрической тягой — обратного тягового тока.

К рельсам предъявляются следующие требования: они должны быть достаточно прочными, долговечными, надежными в эксплуатации, т.е. износостойкими, твердыми и в то же время нехрупкими — достаточно вязкими, так как они воспринимают ударно-динамическую нагрузку.

Совершенствование рельсов осуществляется комплексом взаимосвязанных мероприятий, проводимых по следующим основным направлениям: увеличение массы рельсов, совершенствование их поперечных профилей, повышение качества изготовления рельсов на заводах и улучшение условий их работы в пути, а также совершенствование системы ведения рельсового хозяйства. Масса рельсов, поперечные профили, химический состав рельсовой стали и технология их изготовления взаимосвязаны и в совокупности определяют эксплуатационные качества рельса как элемента верхнего строения пути. С 1 июля 2001 г. введен в действие Государственный стандарт Российской Федерации ГОСТ Р 51585-2000 «Рельсы железнодорожные. Общие технические условия».

Объектом стандартизации являются рельсы типов Р50, Р65, Р65К и Р75, термически обработанные по всей длине и нетермоупрочненные, предназначенные для укладки в звеньевом и бесстыковом пути, железных дорог широкой колеи, а также для производства элементов стрелочных переводов. В Государственном стандарте нормируются размеры поперечного сечения и допуски на основные размеры рельса; расположение, число и диаметр болтовых отверстий; длина рельса и допуски по длине; качество отделки болтовых отверстий и торцов рельсов; кривизна рельсов (об-

щая, местная, концевая и скручивание); химический и газовый состав рельсовых сталей; макроструктура, наличие флокенов и неметаллических включений в рельсовой стали; виды и размеры поверхностных дефектов рельсов; показатели механических свойств при растяжении и ударной вязкости; твердость по поверхности и сечению термически упрочненных рельсов, изменчивость твердости по длине рельса; стойкость при копровых испытаниях; величины остаточных напряжений; микроструктура.

Основные признаки, характеризующие рельсы:

— тип — P50, P65, P65K, P75;

— категория качества — **В** (рельсы термоупрочненные высшего качества), **Т** — (рельсы термоупрочненные), **Н** (рельсы нетермоупрочненные);

— наличие болтовых отверстий (с отверстиями на обоих концах рельсов, без отверстий);

— способ выплавки стали — **М** (из мартеновской стали), **К** (из конвертерной стали), **Э** (из электростали);

— вид исходных заготовок (из слитков и непрерывно-литых заготовок);

— способ противоблоксной обработки (из вакуумированной стали, прошедшие контролируемое охлаждение или прошедшие изотермическую выдержку).

5.1.1.1. Профиль, тип и длина рельсов

Общий характер профиля рельса определяется тем, что лучшей формой балки, работающей на изгиб, является двутавр. Поскольку на головку рельсов действуют большие нагрузки от катящихся по нему колес и рельс является не только несущей, но и изнашиваемой конструкцией, верхней полке двутавра придана форма головки.

Профиль рельса при его определенной массе и качестве металла должен обеспечивать наибольшую выносливость в эксплуатации, быть удобным для проката на заводах и размещения конструкции стыковых скреплений. Большое значение для работы рельса имеет распределение металла между основными элементами сечения рельса: головкой, шейкой и подошвой.

Рельсы прежних профилей (в основном довоенного проката) отличались большой головкой, на которую приходилось 45,5 % площади сечения, на подошву — 34,8 % и на шейку — 19,3 %, изго-

товлялись из мягкой стали. Поэтому естественным было стремление дать больше металла в головку, чтобы компенсировать износ. Такие рельсы после проката сильно коробились с образованием выпуклости в сторону подошвы из-за того, что шейка и подошва остывали раньше, а массивная головка позже, поэтому рельсы приходилось править.

По мере роста сил воздействия на путь, особенно осевых нагрузок твердость рельсов, для повышения твердости рельсов увеличивали процент содержания углерода в рельсовой стали, в результате чего повышалась и износостойкость рельсов и стойкость против расплющивания. Большая доля металла в головке рельсов стала уже неоправданной. Кроме того, не допустимо большое искривление рельсов из твердой углеродистой стали при остывании, так как при значительной правке в них могут появляться трещины. Такие прежние профили рельсов имели слишком резкие переходы от головки к шейке, тонкую шейку и широкую тонкую подошву, что было причиной появления трещин под головкой и в шейке, а также выколов подошвы. Переход к рельсам с профилями, имеющим более равномерное распределение металла по сечению, уменьшило их искривление при остывании.

Тип современных рельсов обозначают буквой Р и числом, округленно равным массе 1 м рельса. Например, рельс, 1 м которого имеет массу 64,72 кг, обозначается Р65. Форма и основные размеры поперечного сечения рельса приведены на рис. 5.1 и в табл. 5.1.

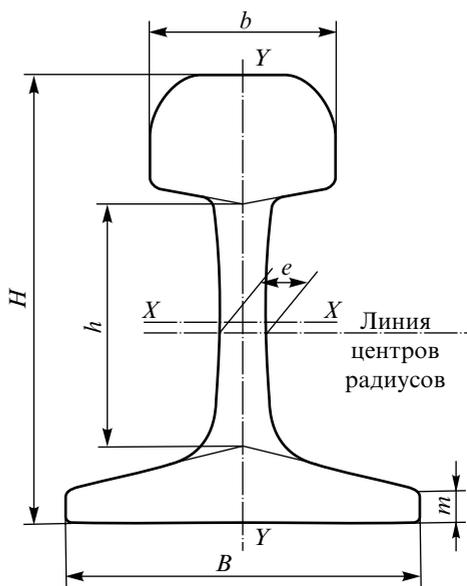


Рис. 5.1. Основные размеры поперечного сечения рельса:

H — высота рельса; h — высота шейки; b — ширина головки; B — ширина подошвы; C — толщина шейки; m — высота пера

Таблица 5.1

Основные размеры поперечного сечения рельсов

Размеры поперечного сечения, мм	Значение размера рельса для типа			
	P50	P65	P65K	P75
Высота рельса, H	152	180	181	192
Высота шейки, h	83	105	105	104
Ширина головки, b	72	75	75	75
Ширина подошвы, B	132	150	150	150
Толщина шейки, e	16	18	18	20
Высота пера, m	10,5	11,2	11,2	13,5

Поверхность катания головки рельсов для центрирования колес (см. рис. 5.1) и передачи давления на земляное полотно имеет выпуклое криволинейное очертание. Средняя часть головки прокатывается по радиусу 500 мм, переходящему в радиус 80 мм и затем в радиус 15 мм. Боковые грани головки делают наклонными 1:20, а нижние грани головки и верхнюю поверхность подошвы рельса — 1:4, как и опорные поверхности стыковых накладок. При затяжке болтов накладки входят как клин в пазуху рельса, распирая головку и подошву.

Нижняя грань головки сопрягается с шейкой рельса двумя радиусами — верхним 5 мм (P50) и 7 мм (P65 и P75) и нижним соответственно 12; 15 и 17 мм с тем, чтобы местные подголовочные напряжения (при переходе от широкой головки к тонкой шейке) были возможно меньшими. Боковые грани шейки рельсов P50, P65 и P75 имеют криволинейное очертание соответственно по радиусам 350, 400 и 450 мм. Шейка с подошвой сопрягается по радиусу большему, чем с головкой: 20 мм (P50) и 25 мм (P75 и P65).

Допускаемые при производстве рельсов отклонения контролируемых параметров приведены в табл. 5.2.

Таблица 5.2

Отклонения контролируемых параметров рельса

Наименование показателя	Допускаемое отклонение размера и формы поперечного сечения рельса, мм для типа и категории					
	P50		P65, P75		P65K	
	B	T1, T2, H	B	T1, T2, H	B	T1, T2, H
1	2	3	4	5	6	7
Ширина головки, b	$\pm 0,4$	$\pm 0,5$	$\pm 0,4$	$\pm 0,5$	$\pm 0,4$	$\pm 0,5$
Ширина подошвы, B	$\pm 0,8$	$\pm 1,0$	$\pm 0,8$	+1,0 -1,5	$\pm 0,8$	+1,0 -2,0

1	2	3	4	5	6	7
Толщина шейки, e	$\pm 0,4$	$+0,8$ $-0,5$	$\pm 0,4$	$+0,8$ $-0,5$	$\pm 0,4$	$+0,8$ $-0,5$
Высота рельса, H	$+0,6$ $-0,5$	$+0,8$ $-0,5$	$\pm 0,6$	$\pm 0,8$	0,6	$+1,3$ $-1,0$
Высота пера, t	$\pm 0,5$	$+1,0$ $-0,5$	$\pm 0,5$	$+1,0$ $-0,5$	$\pm 0,5$	$-1,0$
Высота шейки рельса, h		$+0,3$ $-0,5$			$+0,3$ $-0,7$	
Отклонение формы поверхности катания головки от номинальной (по оси симметрии)	$\pm 0,3$	$\pm 0,5$	$\pm 0,3$	$\pm 0,5$	не нормируется	
Выпуклость подошвы (равномерная)	0,3	0,5	0,3	0,5	0,3	0,5
Вогнутость подошвы	не допускается					
Отклонение профиля от симметричности (асимметричность)	$\pm 1,0$	$\pm 1,2$	$\pm 1,0$	$\pm 1,3$	$\pm 1,0$	$\pm 1,3$

Расположение, число и диаметр болтовых отверстий в шейке на концах рельсов приведены на рис. 5.2 и в табл. 5.3.

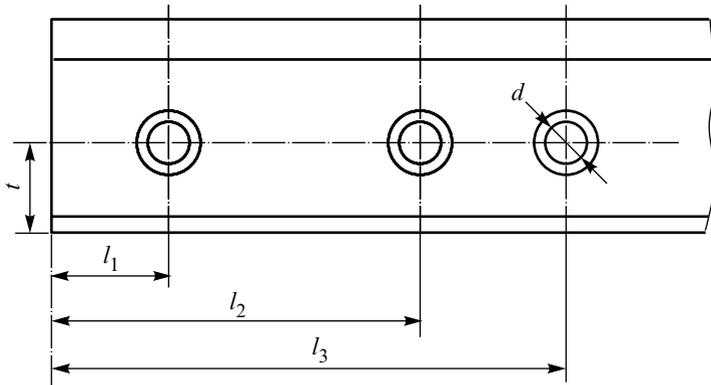


Рис. 5.2. Расположение болтовых отверстий:
 l_1, l_2, l_3 — расстояния от торца; d — диаметр; t — расстояние от подошвы до продольной оси

Таблица 5.3

Диаметры болтовых отверстий

Тип рельса	Сечение размера, мм					Допускаемое отклонение, мм для категории	
	d	t	l_1	l_2	l_3	В	T1, T2, Н
P50	34	68,5	66	216	356	±0,8	±1,0
P65, P65К	36	78,5	96	316	446		
P75	36	80,4	96	316	446		

Примечание. Размер t приведен для настройки сверлильных агрегатов; на готовых рельсах его не контролируют.

Болтовые отверстия перпендикулярны к вертикальной продольной плоскости рельса. На кромках болтовых отверстий имеется фаска шириной от 1,5 до 3,0 мм под углом около 45°.

Длина и допускаемые отклонения длины рельсов приведены в табл. 5.4.

Таблица 5.4

Длины рельсов различных категорий

Длина рельса, м	Допускаемое отклонение длины рельса, мм, для категории				Наличие болтовых отверстий
	В	T1	T2	Н	
25,00	±10		±20		Без отверстий
25,00 24,92 24,84	±4	±9	±15	±6	С отверстиями
12,52 12,50 12,46 12,42 12,38		±7	±10		

Таким образом, стандартная длина рельсов 25 м. Рельсы длиной 12,5 м используют только как уравнильные на бесстыковом пути, при укладке стрелочных переводов и как инвентарные при сборке путевой решетки с железобетонными шпалами с последующей заменой их бесстыковыми рельсовыми плетями. Для укладки на внутренней нити кривых изготавливают укороченные рельсы длиной 24,84 и 24,92 м при рельсах 25 м; 12,42 и 12,46 при 12,5 м, а для бесстыкового пути — 12,38 м.

Следующие требования предъявляются к прямолинейности рельсов: стрела прогиба рельсов в горизонтальной и вертикальной плоскостях при равномерной кривизне по всей длине не должна превышать $1/2500$ длины рельса категории **В**; $1/2200$ длины рельса категорий **Т1**, **Т2** и **Н**.

Отклонения рельсов от прямолинейности по поверхности катания головки в вертикальной плоскости и по боковой грани головки в горизонтальной плоскости на базовой длине 1,5 м при измерении по хорде не должны соответственно превышать 0,3 и 0,5 мм — для рельса категории **В**; 0,6 и 0,8 мм — для категорий **Т1**, **Т2** и **Н**.

Отклонения концов рельсов от прямолинейности в вертикальной и горизонтальной плоскостях на базовой длине 1,5 м не должны превышать значений, указанных в табл. 5.5.

Таблица 5.5

Отклонения от прямолинейности рельса

Направление отклонения (метод измерения)	Отклонение от прямолинейности рельса, мм, для категории не более			
	В	Т1	Т2	Н
Вверх (по хорде)	0,5	0,7	0,8	0,8
Вниз (по касательной)	не допускается	0,2	0,2	0,2
По горизонтали (по хорде)	0,5	0,5	1,0	0,5

Скручивание рельсов не должно превышать $1/25000$ длины рельса категории **В**; $1/10000$ длины рельса — **Т1**, **Т2** и **Н**.

5.1.1.2. Технология изготовления и химический состав рельсовой стали

До последнего времени рельсы получали прокаткой из стальных слитков. Для их изготовления применяли сталь двух видов: мартеновскую и бессемеровскую (конверторную). Исходными материалами для выплавки стали являлись чугун и стальной лом при мартеновском процессе и чугун при бессемеровском. Основная задача при переплавке чугуна в сталь заключалась в удалении большей части углерода, марганца, кремния, серы и фосфора для получения требуемых качеств материала. Мартеновская сталь по качеству лучше бессемеровской: менее хладноломка, так

как имеет меньшую примесь фосфора; дает более плотный слиток; имеет более однородный химический состав, содержит меньше примесей. С 1983 г. производство рельсов по бессемеровскому способу прекращено. Технические условия на изготовление рельсов установлены ГОСТ Р 51685-2000. Согласно ГОСТу рельсы изготавливают из спокойной стали мартеновского, конверторного или электропечного производства. Химический состав стали должен соответствовать параметрам указанным в табл. 5.6.

Содержание углерода влияет на твердость и износостойкость рельсовой стали; повышение содержания углерода в мартеновской стали увеличивает ее износостойкость. Верхние пределы содержания углерода установлены во избежание увеличения хрупкости стали и возникновения поверхностных дефектов, раковин, плен и т.п. В зависимости от содержания углерода в стали различают рельсы твердые со средним содержанием, при равном или ниже среднего — нормальные. Твердость и износостойкость стали повышает марганец, увеличивая одновременно и ее вязкость. Кремний в указанных ограниченных количествах увеличивает твердость металла. Небольшая примесь меди несколько повышает коррозионную стойкость стали.

Фосфор и сера — примеси вредные: при большом содержании фосфора рельсы становятся хрупкими при низких температурах, при большом содержании серы появляются трещины при прокате рельсов (красноломкость).

Готовую сталь разливают в формы (изложницы), в которых она застывает в виде слитков. Слитки перед прокатом помещают в специальные нагревательные колодцы для подогрева до необходимой температуры. Разогретый слиток стали обрабатывают первоначально на блюминге, придавая слитку форму болванки прямоугольного сечения, называемую блюмсом. Блумс передают далее в прокатный стан, в котором он проходит через валки из ручья в ручей; при этом он вытягивается в длину и постепенно меняет форму, принимая по выходе из последнего ручья профиль заданных размеров. Полученную таким образом полосу затем разрезают на рельсы нормальной длины, производят выправку отдельных искривлений, высверливают отверстия для болтов.

Принципиальным отличием нового стандарта ГОСТ Р 51685-2000 является введение понятия «рельсы высшей категории». К высшей категории «В» отнесены рельсы наивысшего качества. Основные нормы и требования к рельсам высшей категории соот-

Таблица 5.6

Химический состав стали современных рельсов

Марка стали	Массовая доля элементов, %								
	Углерод	Марганец	Кремний	Ванадий	Титан	Хром	Фосфор	Сера	Алюминий
К78ХСФ	0,74—0,82		0,40—0,80	0,05—0,15		0,40—0,60	0,025	0,025	0,005
Э78ХСФ									
М76Ф	0,75—1,05			0,03—0,15	—		0,035	0,040	
К76Ф							0,030	0,035	
Э76Ф							0,025	0,030	
М76Т	0,71—0,82		0,25—0,45			—	0,035	0,040	0,020
К76Т							0,030	0,035	
Э76Т							0,025	0,030	
М76	0,71—0,82	0,75—1,05	0,25—0,45	—		—	0,035	0,040	0,025
К76							0,030	0,035	
Э76							0,025	0,030	

Примечания. В марках стали буквы М, К и Э обозначают способ выплавки стали, цифры — среднюю массовую долю углерода, буквы Ф, С, Х, Т — легирование стали ванадием, кремнием, хромом и титаном соответственно.

Допускается массовая доля остаточных элементов — хрома (в рельсах категорий Т1, Т2 и Н), никеля и меди не более 0,15 % каждого, при суммарной массовой доле этих элементов не более 40 %.

Химический состав стали для рельсов типа Р65К должен соответствовать указанному, за исключением массовой доли углерода, которая должна быть 0,83—0,87 %. При этом цифры в марке стали заменяют на 85.

ветствуют нормам и требованиям, предъявляемым зарубежными стандартами к рельсам, изготовленным по самым передовым технологиям. Эти рельсы должны изготавливаться из хромистой стали и обязательно подвергаться термическому упрочнению.

В отличие от ранее действовавших стандартов измерение кривизны концов и местных неровностей в нем проводят по стреле хорды длиной 1,5 м, как это принято в передовых зарубежных стандартах. Специальный профиль предусмотрен для рельсов, эксплуатируемых в наружных нитях кривых участков пути. Расширены возможности производства рельсовой стали с использованием прогрессивных способов ее выплавки, разливки и рафинирования. Наряду с единственным применявшимся ранее способом выплавки стали в мартеновских печах включена выплавка в кислородных конверторах и электропечах; кроме разливки в слитки применяется непрерывная разливка стали, вакуумирование.

Существенно откорректированы по сравнению с действующими стандартами требования к химическому составу рельсовых сталей, в том числе введены единые для всех типов рельсов нормы по содержанию углерода и кремния; уточнены нормы по содержанию ванадия и титана; ужесточены нормы по содержанию примесей — серы и фосфора; введены нормы остаточного содержания хрома, никеля и меди; введена норма на содержание алюминия, в значительной степени определяющего состав и количество неметаллических включений в рельсовой стали, от которых зависят качество и эксплуатационная стойкость рельсов.

Впервые введена дифференцированная по категориям качества норма по газовому составу рельсовых сталей (содержанию кислорода и водорода). С помощью контроля газового состава рельсовой стали обеспечивается отсутствие флокенов и повышение чистоты стали по неметаллическим включениям, допустимые нормы которых в стандарте существенно ужесточены.

По сравнению с ранее действовавшим стандартом ужесточена и дифференцирована по категориям качества для термически упрочненных рельсов норма по остаточным напряжениям.

С целью упрощения и упорядочения существовавшей ранее классификации рельсов по группам, классам и сортам (всего 8 категорий рельсов) в новом стандарте исключено понятие группы рельсов связанное с уровнем загрязненности рельсовой стали неметаллическими включениями. Современная технология производства

рельсовой стали должна обеспечивать для рельсов категории **T1** получение стали с дорожками-строчками любых неметаллических включений длиной не более 4 мм, для рельсов высшей категории — не более 0,5 мм. Поверхность нового рельса должна быть без раскатанных загрязнений, трещин, рванин, плён, закатов, раковин от окалины, вмятин, поперечных рисок и царапин.

Вид и максимальное значение параметров допускаемых дефектов поверхности в зависимости от места их расположения и категории рельса приведены в табл. 5.7.

Таблица 5.7

Допускаемые дефекты поверхности рельсов

Вид дефекта	Наименование параметра дефекта	Место расположения дефекта и категория					
		Поверхность катания		Средняя треть основания подошвы		Остальные элементы профиля	
		В	T1, T2, Н	В	T1, T2, Н	В	T1, T2, Н
Раскатанные пузыри, волосовины, морщины	глубина, мм	0,4	1,0	0,3		0,5	1,0
	длина, м	0,5	1,0	0,5	1,0	0,5	1,0
Продольные риски и царапины	глубина, мм	0,4	0,5	0,3		0,4	0,5
Примечание. На поверхности шейки рельсов вне зоны сопряжения с накладками допускаются отпечатки высотой не более 5 мм.							

На рельсах категорий **T1**, **T2** и **Н** допускаются:

— пологая зачистка дефектов поверхности абразивным инструментом на поверхности головки и на средней трети основания подошвы глубиной не более 0,5 мм, на остальных элементах профиля — глубиной не более 1 мм;

— вырубка с зачисткой абразивным инструментом отпечатков на шейке в зоне сопряжения рельса с накладками при соблюдении размеров рельсов и допускаемых по ним отклонений.

На поверхности рельсов, предназначенных для сварки, не допускаются раскатанные пузыри и волосовины на длине менее 100 мм от торцов. Поверхность торцов рельсов должна быть без рванин, следов усадки в виде расслоений и трещин. Заусенцы и наплывы металла на кромках торцов должны быть удалены.

На кромках торцов рельсов допускается снимать фаски шириной: до 3 мм — по контуру головки и шейки; до 5 мм — по контуру

подошвы. На термоупрочненных рельсах с болтовыми отверстиями снятие фаски по верхней и нижним кромкам головки на торцах рельсов обязательно.

Поверхность болтовых отверстий должна быть без рванин, задигов, винтовых следов от сверления и следов усадки в виде расслоений и трещин.

Твердость термоупрочненных рельсов должна соответствовать нормам, указанным в табл. 5.8.

Таблица 5.8

Твердость термоупрочненных рельсов

Место определения твердости	Твердость рельса для категории, НВ		
	В	T1	T2
На поверхности катания головки	363—401	341—401	321—401
На глубине 10 мм от поверхности катания головки	не менее 341	не менее 341	не менее 321
На глубине 22 мм от поверхности катания головки		не менее 321	не менее 300
В шейке и подошве	не более 388		

5.1.1.3. Маркировка новых рельсов

Все новые рельсы маркируются на заводах, что обеспечивает контроль за качеством рельсов при их изготовлении и эксплуатации. Заводская маркировка рельсов делается постоянной (клеймение) и временной (красками). На шейке каждого рельса в горячем состоянии выкатывают с одной стороны выпуклую маркировку, содержащую: обозначение предприятия изготовителя (например, **К** — Кузнецкий металлургический комбинат, **Т** — Нижнетагильский металлургический комбинат); месяц (римскими цифрами) и год изготовления (арабскими цифрами); тип рельса; обозначение направления прокатки стрелкой (острие стрелки указывает на передний конец рельса по ходу прокатки).

Маркировочные знаки должны быть высотой от 30 до 40 мм и выступать на 1—3 мм с плавным переходом к поверхности шейки. Допускается дополнительно выкатывать не более четырех знаков в виде выпуклых точек диаметром от 2 до 3 мм, высотой около 1 мм. Маркировку наносят по длине рельса не менее чем в четырех местах на рельсах длиной до 25 м, не менее чем в двух местах на рельсах

12,52 м. На шейке каждого рельса на той же стороне, где выкатаны выпуклые маркировочные знаки, в горячем состоянии клеймением наносят: шифр плавки; условное обозначение контрольных рельсов; условное обозначение термоупрочненных рельсов. Маркировочные знаки должны быть высотой около 12 мм и глубиной 0,8—1,5 мм. Знаки должны быть четкими, без острых очертаний контуров и вершин. Расстояние между знаками должно быть 20—40 мм.

Шифр плавки включает обозначение способа выплавки для конвертерного (**К**) и электропечного (**Э**) производства стали; условное обозначение стали (**Х** — низколегированная, **V** — микролегированная ванадием, **T** — микролегированная титаном); обозначение сталеплавильного агрегата и порядковый номер плавки.

Шифр плавки наносят по длине рельса 25 м не менее чем в четырех местах (для рельсов длиной до 12,52 м — не менее чем в одном месте) на расстоянии не менее 1 м от торцов.

Условное обозначение контрольных рельсов включает индекс «1», который наносят на передний конец рельсов, соответствующих подушечной части слитков и началу непрерывной разливки плавки; индекс «Х», который наносят на задний конец рельсов, соответствующих донной части слитков и концу непрерывной разливки плавки.

Условное обозначение контрольных рельсов наносят на расстоянии 0,7 — 2 м от торца рельса. Условное обозначение термоупрочненных рельсов в виде кольца диаметром 15—20 мм и глубиной не более 1 мм наносят на расстоянии не менее 1 м от торца рельса. На рельсах, прошедших высокий отпуск и сдаваемых как нетермоупрочненные, кольца должны быть удалены пологой зачисткой.

На один из торцов рельса в холодном состоянии клеймением наносят шифр плавки — на подошве; условное обозначение контрольного рельса — на верхней четверти шейки; знаки закалки концов рельсов (букву **К**) — на нижней четверти шейки рельса.

На каждый принятый рельс на торец головки наносят приемочные клейма: ОТК предприятия-изготовителя; инспекции по путевому хозяйству ОАО «РЖД» или другого потребителя по его требованию. Маркировку наносят несмываемой краской: голубого цвета — на рельсах категории **B**; фишашкового (светло-зеленого) цвета — на рельсах категории **T1**; желтого цвета — на рельсах категории **T2**; белого цвета — на рельсах категории **H**.

Маркировку наносят на торце рельса — обведением контура головки с приемочными клеймами; на поверхности головки и шей-

ки рельса — поперечной полосой шириной 15—30 мм на расстоянии 0,5—1,0 м от торца с приемочными клеймами.

Рельсы, предназначенные для укладки на кривые участки пути, дополнительно маркируют несмываемой краской цвета, соответствующего категории рельса: одно перо подошвы — на торце рельсов длиной 24,92 и 12,46 мм; оба пера подошвы — на торце рельсов длиной 24,84 и 12,42 м. Допускается дополнительная маркировка несмываемой краской на рельсах разной длины, изготовляемых для стрелочных переводов и других целей.

Пример маркировки новых рельсов приведен на рис. 5.3.



Рис 5.3. Маркировка новых рельсов:
а — в торце; б — вдоль рельса

5.1.1.4. Приемка, транспортировка и хранение рельсов

Приемку рельсов проводит отдел технического контроля (ОТК) предприятия-изготовителя. Приемку проводят по результатам приемочного контроля, включающего приемосдаточные испытания и сплошной контроль. Принятую ОТК партию рельсов предъявляют для приемки инспекции по путевому хозяйству ОАО «РЖД» или представителю другого заказчика.

Инспекции по путевому хозяйству ОАО «РЖД» предоставлено право выборочного контроля технологии изготовления рельсов, отбора проб от рельсов любой плавки и проведения совместно с ОТК предприятия изготовителя необходимых дополнительных испытаний и проверки качества рельсов.

Другие потребители, не вмешиваясь в ход технологического процесса производства рельсов, имеют право на проведение инспекционного контроля технологического процесса, присутствие при всех испытаниях и получение результатов испытаний. Потребитель может передать ОТК предприятия-изготовителя или инспекции по путевому хозяйству ОАО «РЖД» право на проведение контроля и приемки.

Все результаты контроля хранят на предприятии-изготовителе не менее 20 лет с момента изготовления рельсов.

Рельсы транспортируют железнодорожным, речным и морским транспортом по правилам перевозок, действующим на соответствующем виде транспорта.

Погрузку и крепление рельсов производят в соответствии с «Техническими условиями погрузки и крепления грузов», утвержденными МПС РФ и другими соответствующими ведомствами.

Отгружаемую партию рельсов сопровождают документом о качестве, удостоверяющим соответствие рельсов требованиям настоящего стандарта и содержащим:

- наименование или условное обозначение предприятия-изготовителя;
- обозначение стандарта;
- тип рельсов;
- категорию рельсов;
- марку стали;
- отпечатки или описание приемочных клейм инспекции ОАО «РЖД» (или другого потребителя) и описание маркировки рельсов красками;

- число рельсов с указанием их длины и массы;
- дату оформления документа о качестве рельсов;
- номер вагона или другого транспортного средства;
- наименование и адрес покупателя;
- номер заказа (договора).

Документ о качестве рельсов должен быть подписан ОТК предприятия изготовителя, а рельсов, отгружаемых для ОАО «РЖД», и инспекцией по путевому хозяйству ОАО «РЖД».

При погрузке и транспортировании не допускается повреждение рельсов. Не допускается падение рельсов с высоты более 1 м. Рельсы, упавшие с высоты более 1 м, считают несоответствующими требованиям стандарта.

В период хранения рельсы должны быть уложены таким образом, чтобы не возникали деформация и ухудшение прямолинейности рельсов.

5.1.1.5. Маркировка старогодных отремонтированных сварных рельсов

Сварные стыки на рельсах должны быть отмечены масляной белой краской путем нанесения полос шириной 20 мм на шейке и верхней части подошвы на расстоянии 100 мм с обеих сторон шва.

Сварные стыки должны быть замаркированы следующим образом. На одном из торцов сварного рельса металлическими клеймами высотой 8—10 мм набивают маркировочные знаки, определяющие группу годности рельсов, год сварки, номер рельса, под которым он записан в шнуровую книгу; номер рельсосварочного предприятия.

На шейке рельса со стороны рабочей грани на расстоянии 1 м от левого торца белой несмываемой краской наносят знаки, определяющие группу годности, а для рельсов I и II групп типа Р50 и большей массы, кроме того, и пропущенный тоннаж (максимальный тоннаж части рельса, включенного в данную плеть), и величину грузонапряженности участка, с которого сняты рельсы. Маркировка **Т**, если она была на рельсе до сварки, восстанавливается. Старая маркировка с буквами **Р** на шейке рельса, выполненная отправителем, смывается или закрашивается. В начале и в конце каждой рельсовой плети должна быть разметка, наносимая белой масляной краской на внутренней стороне шейки рельсов. Маркировка делается в такой последовательности: номер рельсосвароч-

ного предприятия, номер плети по проекту, правая и левая плети рельсового пути, длина в метрах.

Пример маркировки на торце рельсов:

— в верхней части головки (первый ряд) слева — I-A, 1, I-АП, II, II, II-П, или III, 111-Т, III-П, III-И, III-ТИ — группы годности; справа — 93 или 94, или ... — год сварки;

— в центральной части головки (второй ряд) — 1234 или 25181 номер сварного рельса по журналу дефектоскопии;

— в центральной части шейки (третий ряд) — номер рельсосварочного предприятия (РСП).

Для термически упрочненных рельсов I-A, I, I-A-П групп годности около цифрового номера сварного рельса дополнительно наносят букву Т.

5.1.2. Назначение опор и требования к ним

Основное назначение рельсовых опор — воспринимать вертикальные, боковые и продольные усилия от рельсов и передавать их на балластный слой; обеспечивать стабильность ширины колеи и изоляцию рельсовых нитей на участках с автоблокировкой. Назначением опор определяются такие требования к ним, как прочность, упругость (по возможности одинаковая у всех шпал). Кроме того, опоры должны обладать достаточно большим сопротивлением прохождению электрического тока, так как на участках с автоблокировкой между рельсовыми нитями, используемыми в качестве рельсовых цепей, имеется определенное напряжение, сигнальный электрический ток не должен проходить через опоры от одной рельсовой нити к другой.

Рельсовые опоры устанавливают в виде шпал, полушпал (например, в метрополитенах), продольных лежней, железобетонных плит, рам и других конструкций. Наиболее распространенным типом опор являются шпалы. Шпалы бывают деревянные, железобетонные и металлические. Металлические шпалы применяют лишь на некоторых зарубежных дорогах.

Шпалы по отношению к оси пути должны располагаться: на прямых участках — перпендикулярно; на кривых — по нормали.

Концы шпал с полевой стороны на двухпутных участках и с правой стороны (по счету километров) — на однопутных должны быть выравненными.

Расстояния между осями шпал должны соответствовать эпюре шпал данного класса пути; отклонения от эпюрных значений допускаются при деревянных шпалах не более 8 см, при железобетонных шпалах — не более 4 см. На мостах с ездой на балласте укладываются такие же шпалы, как и в пути на земляном полотне, а на проезжей части из металлических балок вместо шпал применяют мостовые брусья.

5.1.2.1. Деревянные шпалы и переводные брусья

Наиболее распространенным видом рельсовых опор на железных дорогах мира являются деревянные шпалы. Шпалы изготавливаются из сосны, ели, пихты, лиственницы, кедра и березы.

Шпала, опираясь на упругий балласт, под нагрузкой от подвижного состава изгибается. Вследствие того, что упругие просадки шпалы в разных точках различны, давление шпалы на балласт, а значит и реакция балласта на шпалу по ее длине, тоже разные: больше под рельсами, меньше к середине шпалы (а у деревянных шпал несколько меньше к их концам). Поэтому балласт под шпалой уплотняют сильнее в подрельсовых зонах и слабее к концам и к середине. Загнившую или имеющую большой механический износ в подрельсовом сечении деревянную шпалу при неправильной подбивке можно даже сломать. Неправильное уплотнение (подбивка) балласта может вызвать в них трещины. Расстройства балластного слоя обычно начинаются от концов шпал в виде их отрясения, так как сопротивление балласта выдавливанию из-под шпал здесь наименьшее.

Шпалы имеют различную длину (в пределах, разрешенных государственным стандартом отступлений от нормы), поэтому концы их с одной стороны пути (на двухпутных участках с откосной стороны) укладывают с одинаковым выступом относительно рельса, как принято говорить — выравнивают торцы по шнуру.

Недостатком деревянных шпал является сравнительно небольшой срок службы, особенно при высокой грузонапряженности. Средний срок службы деревянной шпалы не превышает обычно 15—17 лет. На заготовку древесины для шпал идет лес в возрасте 80—100 лет; деревянные шпалы должны соответствовать Государственному стандарту «Шпалы деревянные для железных дорог колеи 1520 мм» (ГОСТ 78-89).

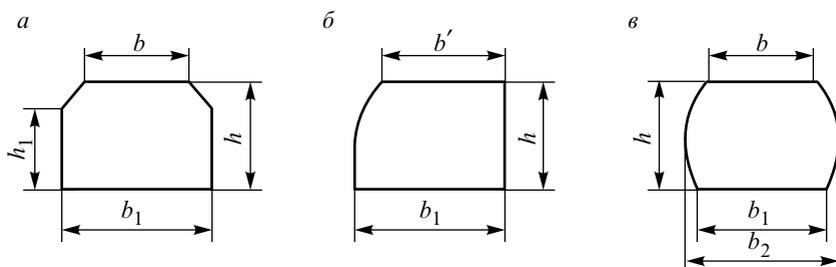


Рис. 5.4. Формы поперечных сечений деревянных шпал

Конструкция и размеры деревянных шпал представлены на рис. 5.4 и в табл. 5.9.

По форме поперечного сечения деревянные шпалы подразделяются на три вида: обрезные (рис. 5.4, а), полуобрезные (рис. 5.4, б) и необрезные (рис. 5.4, в).

Таблица 5.9

Размеры деревянных шпал

Тип шпалы	Толщина, h , мм	Высота пропиленных боковых сторон	Ширина, мм			Длина, мм
			верхней пласти, не менее		нижней пласти	
			b	b'		
I	180 ± 5	150	180	210	250 ± 5	2750+20
II	160 ± 5	130	150	195	230 ± 5	
III	150 ± 5	105	140	190	$230+5$	

По их назначению шпалы подразделяются на три типа: I — для главных путей 1-го и 2-го класса, а также для путей 3-го класса при грузонапряженности более 50 млн т км брутто/км в год или скоростях движения поездов более 100 км/ч; II — для главных путей 3-го и 4-го класса, подъездных путей с интенсивной работой, приемоотправочных и сортировочных путей на станциях; III — для любых путей 5-го класса, в том числе станционных, малодейтельных подъездных и прочих путей с маневрово-вывозным характером движения.

Размеры деревянных шпал установлены для древесины с влажностью не более 22 %. При большей влажности древесины шпалы должны иметь по толщине и ширине припуски на усушку для

хвойных пород по ГОСТ 6782.1-75, а для лиственных пород — ГОСТ 6782.2-75.

По качеству древесины (наличию и размерам различных сучков, трещин и т.д.) шпалы относят к первому или второму сорту. На одном из торцов каждой шпалы отбойным клеймением или стойкой краской наносят марку (наименование предприятия-поставщика, породу древесины, тип и сорт шпалы).

При высыхании древесины в шпалах образуются трещины, так как уменьшение размеров по сечению от усушки в направлении касательной к годовым слоям существенно больше, чем в радиальном направлении. В связи с этим концы деревянных шпал, имеющих продольные трещины, как правило, до укладки в путь закрепляют против растрескивания деревянными винтами (наиболее эффективный способ), иногда устанавливают П-образные скобы, делают обвязку полосовой сталью или проволокой — эти способы менее эффективны.

Отверстия для костылей и шурупов целесообразно сверлить в процессе заготовки шпал или перед их пропиткой на заводах. В случаях, когда это не сделано, отверстия сверлят и антисептируют перед укладкой шпал в путь.

При укладке в путь на каждой шпале ставят клеймо гвоздевого типа с указанием на шляпке года укладки шпалы. Клейма забивают на расстоянии 1 м от концов шпал, выравниваемых по шнуру.

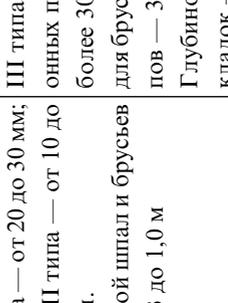
Деревянные шпалы в пути находятся в условиях переменной влажности, что способствует развитию гнилостных грибков и быстрому загниванию шпал. Укладываемые в путь деревянные шпалы и переводные брусья должны быть пропитаны антисептиками. Их концы должны быть закреплены от растрескивания в соответствии с требованиями Инструкции по содержанию деревянных шпал, переводных и мостовых брусьев железных дорог колеи 1520 мм. В 1995 г. был утвержден Каталог дефектных шпал и брусьев, определяющий виды дефектов, по которым производится отбраковка шпал и брусьев в негодные, подлежащие замене в плановом порядке, и негодные, не обеспечивающие стабильного положения рельсов.

В местах расположения негодных деревянных шпал и брусьев, выявленных при осмотрах, на шейке рельса наносятся следующие отметки: над шпалами, подлежащими первоочередной замене, — белые пятна на правой и левой нитях; над шпалами, подлежащи-

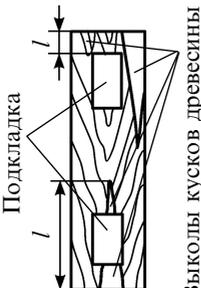
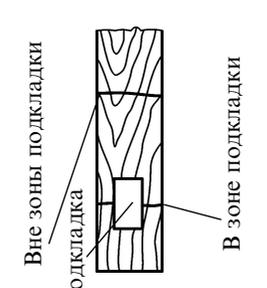
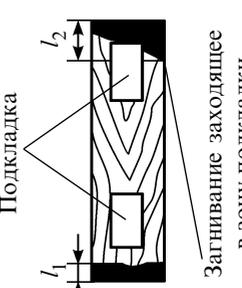
Таблица 5.10

Виды дефектов деревянных шпал и брусьев

Дефекты шпалы, бруса		Степень развития дефекта, при котором шпалы и брусья подлежат замене (негодные, не обеспечивающие стабильность рельсовой колеи)		подлежат замене в плановом порядке и последующему ремонту в мастерских		подлежат ремонту в пути	
1	2	3	4	5			
Схематическое изображение дефекта		Трещины длиной (l) по верхней части до 0,5 м раскрытием (m) до 5 мм и сквозные расколы на торцах по всей длине шпалы или бруса, не заходящие под подкладку	Трещины длиной более 0,5 м раскрытием более 5 мм, кроме сквозного раскола. Расколы по всей толщине длиной по верхней части от 0,3 м до 2/3 длины шпалы или бруса, не заходящего под подкладку	Сквозные расколы по всей длине шпалы и более 1/2 длины бруса. Сквозные расколы, заходящие под подкладку			
Дефекты шпалы, бруса		На глубину (h) до 20 мм для I типа и до 10 мм для II и III типа	На глубину (h) для шпал: I типа — от 20 до 40 мм; II и III типа — от 10 до 30 мм. Для брусев: I типа — от 10 до 30 мм; II и III типа — от 10 до 30 мм	На глубину (h) для шпал: I типа — более 40 мм; II и III типа — более 30 мм			
Продольные трещины с обнаженной непропитанной древесиной, расколы на торцах	Износ под подкладками	На глубину (h) до 20 мм для I типа и до 10 мм для II и III типа	На глубину (h) для шпал: I типа — от 20 до 40 мм; II и III типа — от 10 до 30 мм. Для брусев: I типа — от 10 до 30 мм; II и III типа — от 10 до 30 мм	На глубину (h) для шпал: I типа — более 40 мм; II и III типа — более 30 мм			
Износ древесины под подкладками (в том числе в сочетании с гнилью)							

1	2	3	4	5
<p>Разработанные отверстия для крепления в сочлени с гильзой</p>	<p>Головина шпалы, бруса</p>  <p>Подкладка</p> <p>Разработка отверстий</p>	<p>До 20 мм костыльные; до 25 мм шурупные. Следы смещения подкладок отсутствуют</p>	<p>От 20 до 30 мм костыльные; от 25 до 40 мм шурупные. Наблюдается смещение подкладок до 5 мм</p>	<p>Более 30 мм костыльные; более 40 мм шурупные. Наблюдается смещение подкладок на 5 мм и более</p>
<p>Гниль древесины на верхней пласти и в зоне подкладок</p>	 <p>Подкладка</p> <p>h</p>	<p>Глубиной (h) до 20 мм для I типа и до 10 мм для II и III типа длиной (l) до 0,3 м</p>	<p>Глубиной для шпал: I типа — от 20 до 40 мм; II типа — от 10 до 30 мм; III типа — от 10 до 20 мм; Для брусьев: I типа — от 20 до 30 мм; II и III типа — от 10 до 30 мм. Длиной шпал и брусьев от 0,3 до 1,0 м</p>	<p>Глубиной под подкладками для шпал: I типа — более 40 мм; II типа — более 30 мм; III типа на станционных путях — более 30 мм; для брусьев всех типов — 30 мм. Глубиной вне подкладок — на 50 мм и более для всех типов шпал и брусьев. Длинной более 1,0 м</p>

Окончание табл. 5.10

1	2	3	4	5
<p>Выколы кусков древесины между трещинами</p>	 <p>Подкладка Выколы кусков древесины</p>	<p>Длиной (l) до 0,3 м, глубиной 20 мм, не нарушающие работу скреплений</p>	<p>Длиной (l) до 2/3 длины шпалы 1/2 длины бруса, не нарушающие работу скреплений</p>	<p>Выколы, заходящие под подкладку и нарушающие работу скреплений</p>
<p>Поперечные изломы</p>	 <p>Вне зоны подкладки Подкладка В зоне подкладки</p>	<p>—</p>	<p>В зоне между торцом шпалы (бруса) и подкладки на одиночной шпале (брусе)</p>	<p>В зоне подкладок и между ними. В зоне между торцом и подкладкой при двух и более подряд шпалах (брусьях)</p>
<p>Загнивание торцов</p>	 <p>Подкладка Загнивание заходящее в зону подкладки</p>	<p>—</p>	<p>Суммарной длиной ($l_1 + l_2$) = 0,25 м и более</p>	<p>Заходящие в зону подкладок</p>

ми замене в плановом порядке, — белое пятно на правой по счету километров рельсовой нити; над шпалами, подлежащими ремонту, — кружок мелом или белым карандашом на правой нити. Число негодных шпал в «кустах» определяется по разметке на левой нити, а общее число негодных шпал — по разметке на правой нити.

Виды дефектов и признаки негодности деревянных шпал и брусьев, а также условия их замены при текущем содержании пути приведены в табл. 5.10.

5.1.2.2. Составные деревянные шпалы, переводные и мостовые брусья

Составные деревянные шпалы должны соответствовать Техническим условиям «Шпалы деревянные составные» (ТУ 13-0273685-401-89). Конструкция и размеры составных деревянных шпал представлены на рис. 5.5.

Составные деревянные шпалы по их назначению изготавливаются одного типа. Они предназначаются для укладки в малодеятельные станционные и подъездные пути и в подъездные пути промышленных предприятий. Размеры поперечных сечений составных деревянных шпал установлены для древесины с влажностью не более 22 %. При большей влажности древесины составные деревянные шпалы должны иметь по толщине и ширине припуски на усушку древесины для хвойных пород по ГОСТ 6782.1-75, а для лиственных пород — ГОСТ 67S2.2-75.

Для составных деревянных шпал допускаются отклонения от установленных размеров: по длине ± 20 мм; по толщине ± 5 мм; по ширине верхней пласти -10 , $+$ до ширины нижней пласти; по высоте пропиленных боковых сторон минимальный размер 140 мм,

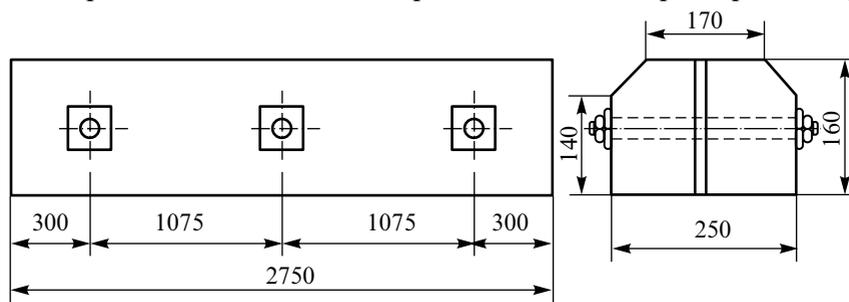


Рис. 5.5. Составная деревянная шпала

максимальный — до толщины шпалы; по горизонтальному расстоянию между болтами, а также концом шпалы и болтом ± 10 мм; по вертикальному отклонению болтов от оси шпалы ± 5 мм.

Деревянные переводные брусья для стрелочных переводов, также как и деревянные шпалы, в зависимости от назначения с учетом эксплуатационных параметров подразделяются на следующие три типа:

I — для главных путей 1-го и 2-го классов, а также для путей 3-го класса при грузонапряженности более 50 млн т км брутто/км в год при скоростях более 100 км/ч;

II — для главных путей 2—4-го классов, подъездных путей с интенсивной работой, приемоотправочных и сортировочных путей на станциях;

III — для любых путей 5-го класса, в том числе станционных, малодеятельных и прочих путей с маневрово-вывозным характером движения.

По форме поперечного сечения деревянные переводные брусья подразделяются на два вида: обрезные (А) и необрезные (Б).

В зависимости от типов размеры брусьев должны соответствовать размерам, указанным в табл. 5.11.

Таблица 5.11.

Поперечные размеры переводных брусьев

Тип брусьев	Толщина, h	Ширина верхней пласти, b			Ширина нижней пласти, b_1	Ширина по непропиленным сторонам, b_2	Высота пропиленной боковой стороны, h_1
		Уширенной (У)	Широкой (Ш)	Нормальной (Н)			
1	180 ± 5	220_{-10}	200_{-10}	—	260_{-5}^{+20}	300	150^*
2	160 ± 5	220_{-10}	----	175_{-10}	260_{-5}^{+20}	280	130^*
3	160 ± 5	----	200_{-10}	175_{-10}	260_{-5}^{+20}	260	130^*

* Плюсовые отклонения ширины верхней пласти — до ширины нижней пласти. В этом случае $h_1=h$.

Длина переводных брусьев должна быть от 3,0 до 5,5 м с градацией 0,25 м с предельными отклонениями 20 мм. Число брусьев и их длины в комплекте приведены в табл. 5.12.

Число брусьев в одном комплекте

Длина брусьев, м	Условный номер длинны брусьев	Тип комплекта брусьев										В		
		А _{1,2}		А ₃	А ₄		Б ₁	Б ₂		Для перекрестных стрелочных переводов				
		Тип рельсов												
		Р65, Р50		Р65		Р65, Р50								
1/18		1/11		1/9		1/9		1/9						
Разновидность брусьев по ширине верхней пласти														
		У	Ш	У	Ш	У	Ш	У	Ш	У	Н	У	Н	
3,00	1	22	9	16	—	15	2	16	—	—	—	—	—	
3,05	2	2	14	—	10	—	10	1	7	—	7	—	—	
3,50	3	5	12	—	8	—	8	—	7	—	7	19	—	
3,75	4	—	12	—	7	—	4	—	8	—	5	18	—	
4,00	5	—	11	—	5	—	6	—	4	—	3	8	—	
4,25	6	—	9	4	2	4	1	6	—	—	1	8	—	
4,50	7	—	8	6	1	5	1	7	—	7	—	10	—	
4,75	8	—	9	—	6	—	4	2	3	3	1	4	4	
5,00	9	—	9	—	5	—	4	—	5	—	5	—	8	
5,25	10	—	8	—	6	—	4	—	6	—	4	—	8	
5,50	11	—	7	—	4	—	—	—	3	—	—	4	—	
Итого		29	108	26	54	24	44	32	43	30	33	71	20	
Всего		137		80		68		75		63		91		

Примечание. Комплекты А₁—А₄ составляют из брусьев I типа; комплекты Б₁ — из брусьев I и II типов; комплекты Б₂ и В — из брусьев II типа. Из брусьев III составляют комплекты по заказу потребителя. Допускаются брусья с уширенной (У) верхней пластию вместо брусьев с широкой (Ш) и нормальной (Н) пластию.

Мостовые брусья изготавливаются только обрезными, прямоугольного сечения с размерами 200×240 мм (ширина × высота) и 220×260 мм, длиной 3,25 м. При увеличенном расстоянии между осями продольных балок или ферм моста (до 2,5 м) должно быть увеличенным и сечение мостовых брусьев (до 240 × 300 мм) и длина (по индивидуальному заказу) — до 4,20 м.

5.1.2.3. Железобетонные шпалы

Попытки применения на отечественных дорогах железобетонных шпал относятся к 1903 г., однако в большинстве случаев конструкции шпал были неудачны и исключены из применения. Конструкторские и экспериментальные работы над железобетонными шпалами были возобновлены в 1947 г. с применением предварительно напряженного железобетона. Опытные партии таких шпал были уложены в путь в 1948—1953 гг.; с 1957 г. началось их массовое изготовление.

К началу 2002 г. на железных дорогах Российской Федерации более 40 % развернутой длины главных путей было уложено на железобетонных шпалах. До сентября 1971 г. в путь укладывали струнобетонные цельно-брусковые шпалы (ГОСТ 10629-63) трех типов: С-56-1, С-56-2, С-56-3. Шпалы этих типов допускали укладку рельсов Р50, Р65, Р75 с массой 250 кг. Шпалы типа С-56-1 с 1967 г. не выпускают, так как деревянные втулки, в которые устанавливались шурупы, не обеспечивали стабильности ширины колеи, выходили из строя значительно раньше окончания срока службы самих шпал, а замена их была весьма трудоемка.

С 1 июля 1972 г. был введен ГОСТ 10629-71 на железобетонные шпалы, который действовал до 1978 г. В соответствии с этим стандартом изготавливали четыре типа брусковых струнобетонных шпал: С-56-2, С-56-2М, С-56-3, С-56-3М, рассчитанные на применение рельсов Р-50, Р-65, Р-75 с промежуточными рельсовыми скреплениями **КБ** и **ЖБ** на прямых и кривых (радиусом не менее 350 м) участках пути. Железобетонным шпалам С-56-2 и С-56-2М соответствовали промежуточные скрепления КБ-50 и КБ-65 (раздельные клеммно-болтовые с плоской подкладкой); шпалам С-56-3 и С-56-3М — скрепления ЖБ-50 и ЖБ-65 (нераздельные клеммно-болтовые с пружинными клеммами без подкладки).

Конструкция железобетонных шпал всех типов в основном одинакова: различны лишь форма подрельсовых площадок, деталей, соответствующих различным конструкциям промежуточных рельсовых креплений, и формы нижней постели средней части шпал.

Шпалы, в обозначения типов которых была добавлена буква Ш, имели среднюю часть не с плоской нижней постелью, а клиновидной формы. Считалось, что при такой форме уменьшаются возможные силы реакции балласта в случае опирания шпалы на него средней частью, но увеличивается напряжение в шпале при появлении скручивающих усилий.

В шпалах всех четырех типов в отличие от струнобетонных шпал (ГОСТ 10629-63) было увеличено углубление подрельсовой площадки до 25 мм, ширина нижней постели в подрельсовых частях уширена от 250 мм в средней части до 300 мм к концам шпал, что соответствует характеру изгиба шпал под нагрузкой: к концам шпал прогиб их, а следовательно, и давление на балласт увеличиваются.

В 1988 г. утвержден и с 1 января 1990 г. был введен в действие ГОСТ 10629-88 «Шпалы железобетонные предварительно напряженные для железных дорог колеи 1520 мм. Технические условия».

В зависимости от типа рельсового крепления были установлены следующие типы железобетонных шпал:

Ш1 — для раздельного клеммно-болтового рельсового крепления (типа КБ) с болтовым прикреплением подкладки к шпале;

Ш2 — для нераздельного клеммно-болтового рельсового крепления (типа БПУ) с болтовым прикреплением подкладки или рельса к шпале.

Основные размеры железобетонной шпалы показаны на рис. 5.6 и приведены в табл. 5.13.

Таблица 5.13

Основные размеры железобетонных шпал

Марка шпалы	Расстояние между упорными кромками a , мм	Расстояние между упорными кромками одного конца шпалы a_1 , мм	Расстояние между осями отверстий болтов a_2 , мм	Расстояние между осью отверстия и упорной кромкой a_3 , мм	Угол α , град
Ш1-1	2012	404	310	47	55
Ш1-2	2000	392	310	41	72
2-1	2012	404	236	84	55

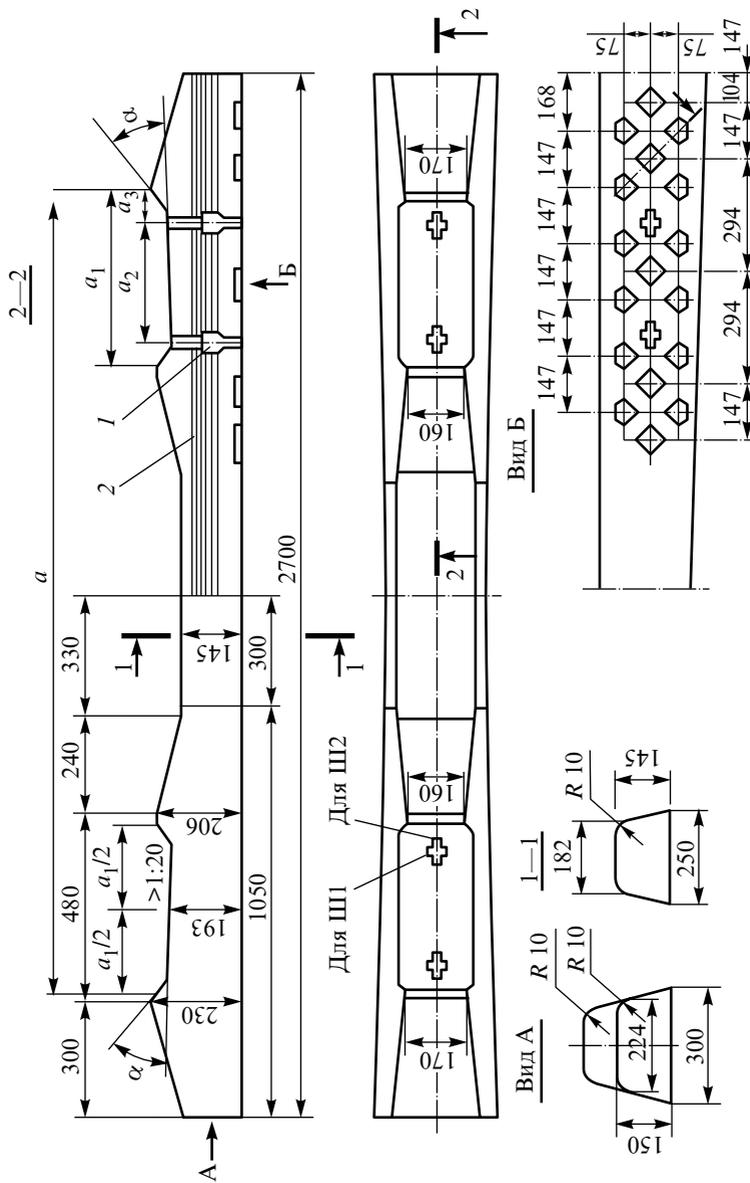


Рис. 5.6. Основные размеры железобетонной шпалы

Шпалы обозначаются марками, из двух буквенноцифровых групп, разделенных тире (см. табл. 5.14). Первая группа содержит обозначение типа шпалы (Ш1, Ш2), вторая группа указывает на вариант использования подрельсовой площадки (табл. 5.14, второй столбец).

В зависимости от трещиностойкости, точности геометрических параметров, качества бетонных поверхностей железобетонные шпалы могут быть отнесены к первому или второму сорту.

С января 2001 г. введен новый стандарт отрасли «Шпалы железобетонные предварительно напряженные для железных дорог колеи 1520 мм Российской Федерации» — ОСТ 32.152-2000. Шпалы железобетонные предназначены для применения на всех железнодорожных линиях в главных, станционных и прочих путях, а также в подъездных путях промышленных предприятий, по которым обращается типовой подвижной состав с нагрузками и скоростями, установленными для общей сети дорог России.

Железобетонные шпалы установленных типов Ш1, Ш2, Ш3 (рис. 5.7 и рис. 5.8) предназначены для укладки рельсов Р75, Р65 и Р50.

Приняты следующие определения и обозначения:

Ш — шпала железобетонная предварительно напряженная для железнодорожных путей;

— подрельсовая площадка — участок на каждом из концов шпалы, в пределах которого размещается рельс и рельсовое крепление;

— подрельсовое сечение — поперечное сечение шпалы по середине подрельсовой площадки;

— среднее сечение — поперечное сечение шпалы по середине участка между подрельсовыми площадками;

— закладные шайбы — металлические детали, забетонированные в шпале ниже подрельсовых площадок для крепления болтов рельсового крепления;

— подуклонка — уклон подрельсовых площадок к линии, лежащей в вертикальной плоскости и проходящей через продольную ось шпалы, соединяющей центры подрельсовых площадок на разных концах шпалы;

— пропеллерность шпалы — алгебраическая разность уклонов подрельсовых площадок на разных концах шпалы в поперечном к оси шпалы направлении.

Железобетонные шпалы классифицируются по следующим признакам, определяющим их типы:

— виду рельсового крепления;

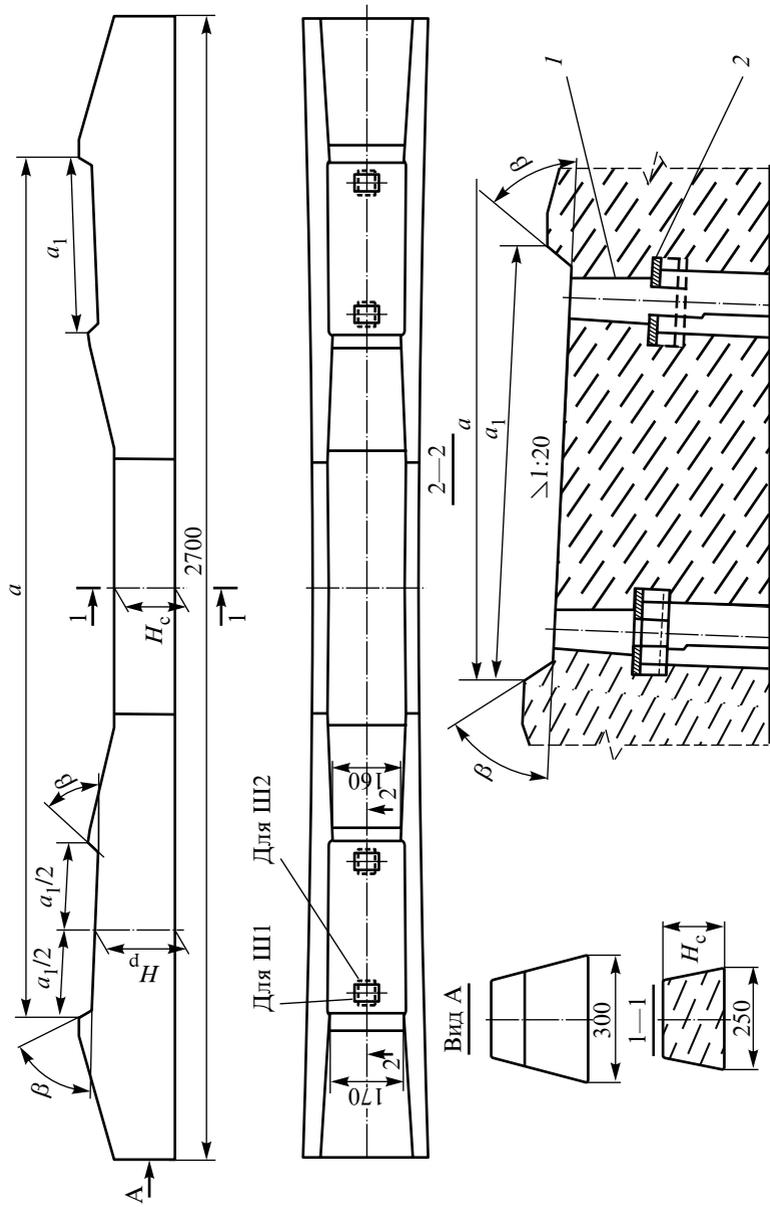


Рис. 5.7. Общий вид железобетонных шпал Ш1 и Ш2: 1 — вкладыш; 2 — седловидная закладная шайба

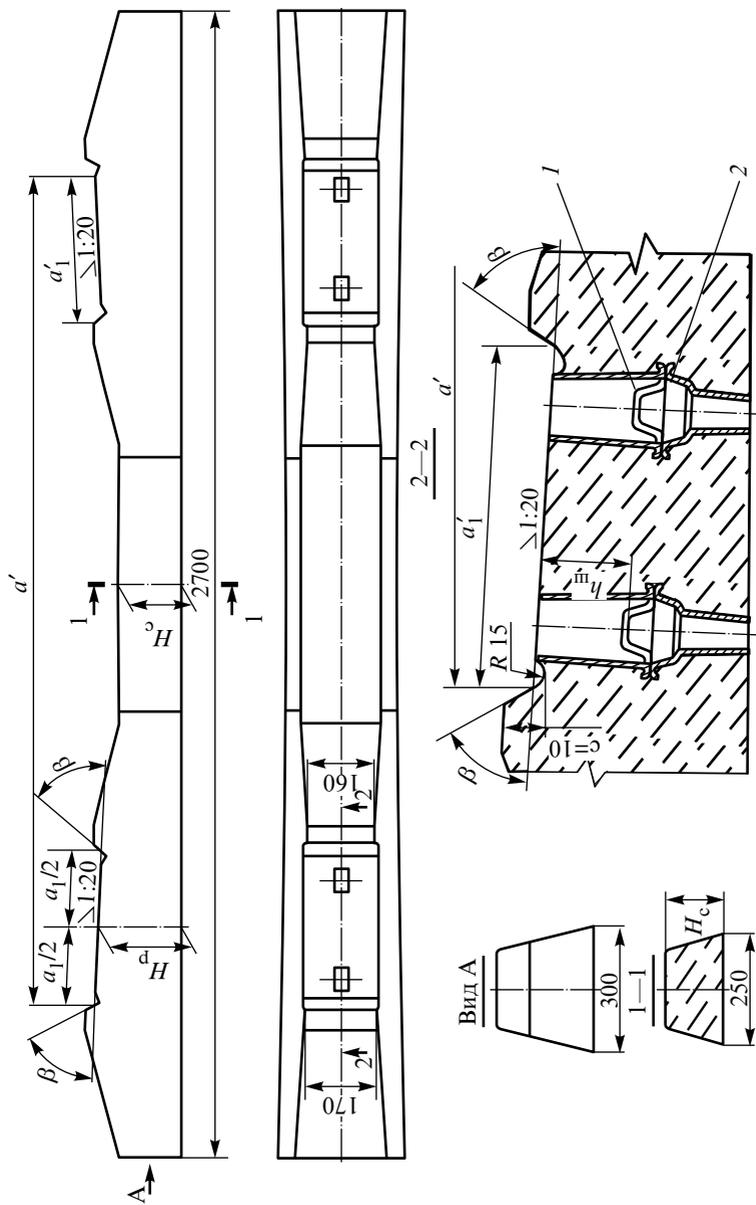


Рис. 5.8. Общий вид железобетонной шпалы ПЗ:
 1 — вкладыш-пустообразователь; 2 — седловидная закладная шайба

- виду напрягаемой арматуры;
- наличию электроизолирующих свойств;
- качеству изготовления.

По виду рельсового скрепления предусмотрены следующие типы шпал:

Ш1 — для раздельного клеммно-болтового рельсового скрепления **КБ** с болтовым прикреплением подкладки к шпале;

Ш2 — для нераздельного клеммно-болтового скрепления **БПУ** с болтовым прикреплением подкладки и рельса к шпале;

Ш3 — для нераздельного клеммно-болтового скрепления **ЖБР-65** с болтовым прикреплением рельса к шпале.

Контролируемые размеры шпал **Ш1**, **Ш2** и **Ш3** представлены в табл. 5.14.

Таблица 5.14

Номинальные значения и предельные отклонения контролируемых размеров шпал

Размер (см. обозначения)	Тип шпалы					
	Ш1 и Ш2			Ш3		
	Номинальный размер, мм	Предельное отклонение для шпал		Номинальный размер, мм	Предельное отклонение для шпал	
		первого сорта	второго сорта		первого сорта	второго сорта
a	2016	± 2	± 2	—	—	—
a'	—	—	—	1966	$\pm 1,5$	$\pm 1,5$
a_1	406	+1 -2	± 2	—	—	—
a'_1	—	—	—	359	+1,5 -0,5	+2 -1
$h_{ш}$	81	+4 -1	+4 -2	81	+4, -1	+4, -1
H_p	193	+8 -3	+15 -5	193	+8 -3	+15 -5
H_c	145	+8 -3	+10 -5	145	+8 -3	+10 -5

По виду напрягаемой арматуры шпалы могут изготавливаться: с высокопрочной проволочной или стержневой арматурой периодического профиля.

По наличию электроизолирующих свойств, обеспечивающих в железнодорожном пути необходимое электрическое сопротивление изоляции рельсовых цепей, шпалы подразделяются на изолированные, с установленными в них специальными изолирующими вкладышами — пустотообразователями и неизолированные, без изолирующих вкладышей.

По качеству изготовления шпалы подразделяют на первый и второй сорт. К шпалам второго сорта относят шпалы с пониженной трещиностойкостью, с меньшей точностью геометрических параметров и пониженным качеством выполнения бетонных поверхностей. Шпалы второго сорта допускаются к применению только на малодеятельных путях 5-го класса и внутривозовских путях промышленных предприятий.

Подуклонка подрельсовых площадок должна быть в пределах от 1:18 до 1:22.

Пропеллерность шпалы не должна быть более 1:80. Угол β упорных кромок должен составлять для шпал типов Ш1 и Ш2 — 55° ; для Ш3 — 60° .

Отклонения от прямолинейности верха подрельсовых площадок по всей их длине и ширине не должны превышать 1 мм для шпал 1-го сорта и 2 мм для 2-го сорта.

В шпалах не допускаются трещины в бетоне (кроме местных усадочных); местные наплывы бетона на подрельсовых площадках.

Размеры раковин на бетонных поверхностях и околос бетона на ребрах шпал не должны превышать значений, указанных в табл. 5.15.

Таблица 5.15

Предельные размеры раковин и околос бетона

Вид поверхности шпалы	Предельный размер, мм			
	Раковины		Околы бетона	
	глубина	наибольший размер	глубина	длина по кромке
Упорные кромки подрельсовых площадок	10	15	10	30
Подрельсовые площадки и верхняя поверхность шпалы между подрельсовыми площадками	5		20	100
Прочие участки верхней, боковой и торцевой поверхностей	15	60	30	не регламентируется

Для шпал 2-го сорта предельные размеры раковин и околос бетона допускаются в 2 раза большими указанных в табл. 5.15.

Нижняя поверхность шпал должна иметь шероховатость, образованную выступающими из бетона частицами крупного заполнителя и обеспечиваемую технологией изготовления шпал или специальным рифлением подошвы.

Электрическое сопротивление шпалы типа ШЗ с электроизолирующими вкладышами-пустотообразователями, измеренное между парами закладных болтов на разных концах шпалы в сухом состоянии, в зависимости от температуры воздуха должно быть не менее указанного в табл. 5.16.

Таблица 5.16

Нормативные значения электрического сопротивления шпалы

Температура воздуха при измерении, °С	Минимальное электрическое сопротивление, кОм
менее +5	20
от +6 до +10	15
от +11 до +15	12,5
более +16	10

На скосе верхней поверхности концевой части каждой шпалы при формировании штампованием в бетоне наносят цифру (1, 2 или 3), обозначающую тип шпалы. На скосе верхней поверхности в средней части при формировании шпалы штампованием в бетоне наносят товарный знак предприятия-изготовителя — на каждой шпале; год изготовления (две последние цифры) — не менее чем у 20 % шпал в партии. В концевой части каждой шпалы на верхней или боковой поверхностях несмываемой краской наносят штамп ОТК и номер партии. Маркировочные надписи наносят шрифтом высотой не менее 50 мм. На верхней поверхности в средней части шпал, подлежащих ремонту на предприятии-изготовителе, ОТК временно наносит знак, который после выполнения ремонта должен сниматься. На обоих концах шпал второго сорта наносят несмываемой краской поперечную полосу шириной 15—20 мм.

На обоих концах шпал, признанных не соответствующими требованиям настоящего стандарта, наносят несмываемой краской две поперечные полосы шириной 15—20 мм. Схема маркировки железобетонных шпал согласно ОСТ 32.152-2000 приведена на рис. 5.9.

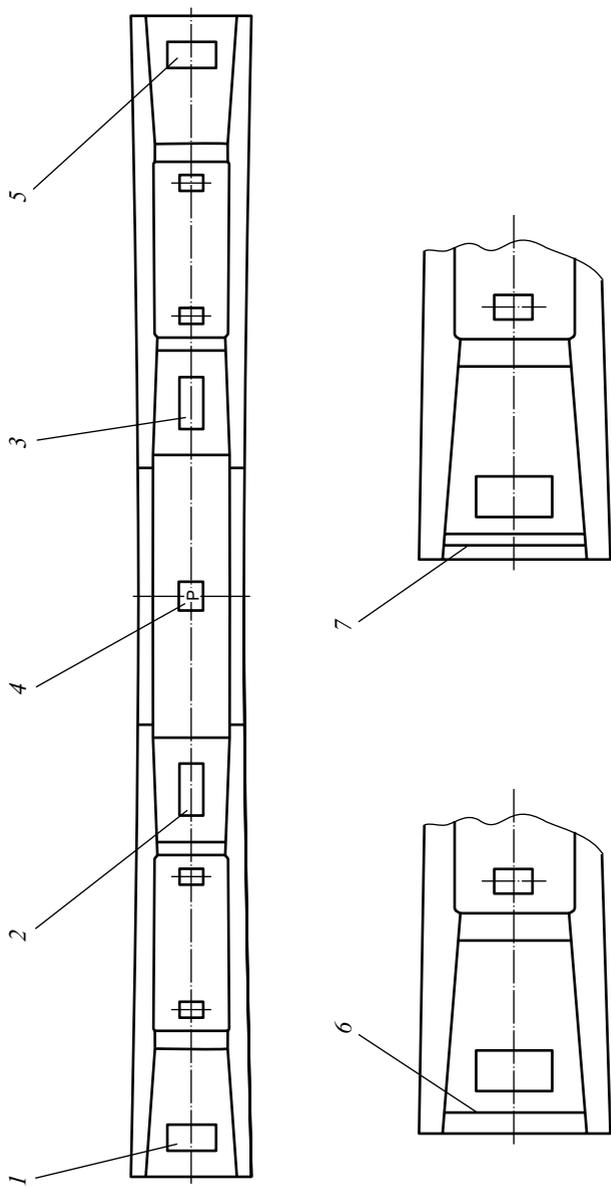


Рис. 5.9. Схема маркировки железобетонных шпал:
 штампованием (1—3) 1 — тип шпалы; 2 — товарный знак завода-изготовителя; 3 — год изготовления; краской
 (4—7) 4 — временная маркировка шпал; 5 — штамп ОТК и номер партии; 6 — знак шпалы второго сорта;
 7 — знак некондиционной шпалы

Железобетонные шпалы следует транспортировать и хранить в рабочем положении (подошвой вниз). Шпалы собирают в штабели на деревянных подкладках сечением 150×200 мм или на некондиционных шпалах. По высоте в штабеле должно быть не более 16 рядов шпал. Расстояние между штабелями должно быть не менее 1 метра. Между рядами шпал должны быть уложены деревянные подкладки толщиной 40—50 мм, располагаемые в углублениях крайних подрельсовых площадок на расстоянии 550—600 мм от концов шпал.

Шпалы 1-го и 2-го сортов транспортируют и складывают отдельно.

В последние годы стали применять промежуточное скрепление АРС, при котором используется анкерная железобетонная шпала — струнобетонная шпала с двумя необъемными анкерами, заключенными в подрельсовые зоны шпалы (рис. 5.10). Каждый из двух анкеров шпалы заменяет 11 деталей типового скрепления КБ-65 (металлическую подрельсовую подкладку, и по два закладных болта с гайками, двухвитковыми пружинными шайбами, круглыми черными и закладными шайбами). Головки анкера, выступающие под поверхностью шпалы с каждой стороны подошвы рельса, образуют стабильную подрельсовую площадку для установки амортизирующей резиновой прокладки и подошвы рельса. При этом каждая головка анкера предназначена для фиксации одного клеммного узла (с каждой стороны подошвы рельса), состоящего из пружинной прутковой клеммы, изолирующего уголка и шестигранного регулятора с осью, вставленной в эксцентрично расположенное в шестиграннике

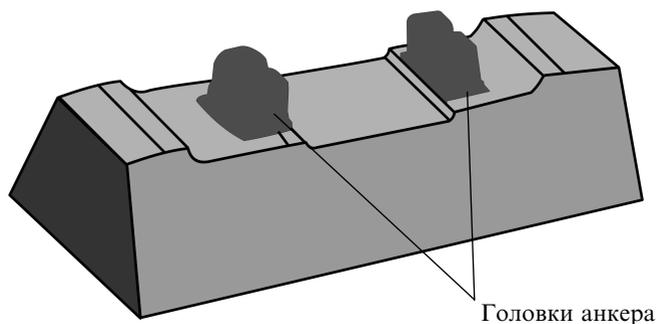
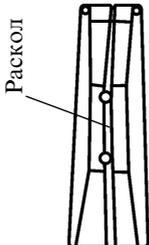
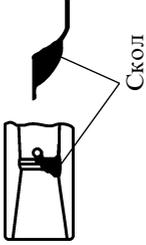


Рис.5.10. Подрельсовая зона анкерной железобетонной шпалы

Основные дефекты железобетонных шпал и меры по их предупреждению и устранению

Номер дефекта	Степень развития дефекта	Вид дефекта	Схематическое изображение дефекта	Основные причины появления и развития дефекта	Меры по предупреждению и устранению дефекта
1	2	3	4	5	6
11.1	Первая	Поперечные трещины в подрельсовой части шпалы		Просадки в стыках; растянутые зазоры в стыках; вертикальные ступени или седловины в стыках; неравномерная подбивка шпалы	Выправка пути в стыках с подбивкой шпал; регулировка зазоров; шлифовка рельса в месте ступеньки
11.2	Вторая	Излом шпалы в подрельсовой зоне		То же	Замена шпалы в плановом порядке
12.1	Первая	Поперечные трещины в средней части шпалы		Неправильное опирание шпалы на балласт (опирание середины при отрясенных концах или только концов шпал)	Сплошная выправка пути с нормальной подбивкой шпал (в подрельсовой зоне на длине 1 м от конца шпалы)
12.2	Вторая	Излом шпалы в средней части		То же	Замена шпалы в плановом порядке

Окончание табл. 5.17

1	2	3	4	5	6
21.1	Первая	Продольная трещина, проходящая через отверстия для закладных болтов		Передача сил угона рельсов на закладные болты из-за слабого их закрепления	Сплошное закрепление закладных болтов
21.2	Вторая	Продольный раскол шпалы		То же	Замена шпалы в плановом порядке
31.1 31.2 32.1 32.2	Первая и вторая	Сколы бетона шпалы		Удары по шпалам при их подбивке, транспортировке, разгрузке и т.д.	Замена шпалы при скосе по всей длине упорной грани в плановом порядке

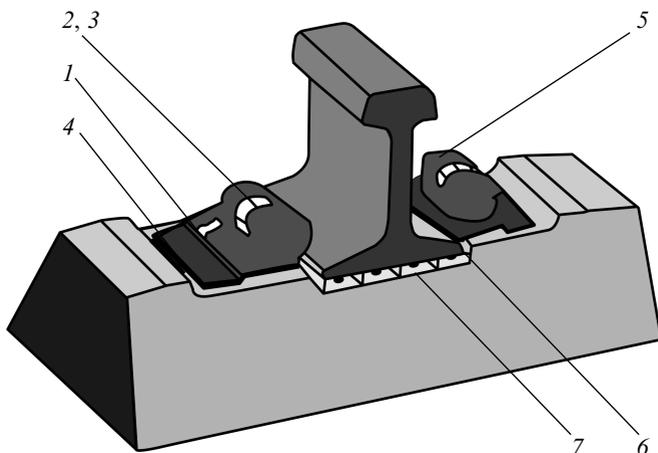


Рис. 5.11. Узел рельсового крепления APC-4:
 1 — клемма; 2 — регулятор; 3 — фиксатор; 4 — подклеммник; 5 — анкер;
 6 — уголок изолирующий; 7 — резиновая прокладка ЦП-204/А

цилиндрическое отверстие или изготовленной совместно с регулятором (рис. 5.11).

Основные дефекты железобетонных шпал, а также меры по их предупреждению и устранению приведены в табл. 5.17.

5.1.3. Рельсовые крепления

5.1.3.1. Промежуточные рельсовые крепления, требования, предъявляемые к ним

Промежуточные крепления служат для прочного соединения рельсов с опорами, т.е. для обеспечения стабильности положения рельсовых нитей в отношении их смещения поперек и вдоль пути, а также опрокидывания.

Основные требования, предъявляемые к промежуточным креплениям заключаются в следующем:

- обеспечение стабильности ширины колеи и подуклонки рельсов;
- исключение продольного перемещения рельсовых нитей по опорам;

— обладать прочностью и в целом достаточной упругостью, чтобы смягчать динамическое воздействие вертикальных и горизонтальных (поперечных и продольных) нагрузок, вибрацию и колебания рельсов. Узел скрепления должен иметь возможно меньше деталей. Содержание скреплений в исправности должно быть возможно менее трудоемким. Скрепления к железобетонным шпалам должны включать в себя еще и элементы, изолирующие рельсовые нити, т.е. исключающие прохождение электрического тока через шпалы от одной нити к другой.

По конструкции промежуточные скрепления делят на три основных вида: нераздельные, позволяющие рельс вместе с подкладкой прикреплять к шпале одними и теми же крепежителями; раздельные — рельс прикрепляют к подкладке одними крепежителями, а подкладку к шпале — другими; смешанные, в конструкции которых имеются элементы нераздельного и раздельного видов. К скреплениям смешанного типа относятся и типовые костыльные скрепления, применяемые на отечественных дорогах, при которых рельсовые нити прикрепляют к шпалам вместе с подкладкой и, кроме того, подкладку дополнительно прикрепляют к шпале отдельными крепежителями.

Скрепления имеют различную конструкцию применительно к виду шпал, на которых укладывают рельсы (деревянные или железобетонные).

5.1.3.2. Промежуточные скрепления для деревянных шпал

Типовыми промежуточными скреплениями для деревянных шпал служат костыльные смешанные скрепления **ДО** с четырьмя или пятью костылями (рис. 5.12). Преимущества скреплений **ДО**: наличие небольшого числа деталей, сравнительно малый расход металла, простота в изготовлении и эксплуатации. Однако, это скрепление не обеспечивает упругую связь рельса со шпалой, имеет низкую сопротивляемость угону пути. В скреплении **ДО** основные костыли удерживают рельс от бокового сдвига и опрокидывания (на опрокидывание работает на каждой подкладке один костыль, на сдвиг, как правило, — все), а обшивочные костыли уменьшают сдвиг подкладки при действии горизонтальных сил и вибрацию подкладок.

При применении скрепления **ДО** на прямых участках и в кривых — радиусом более 1200 м рельсы прикрепляют на каждом

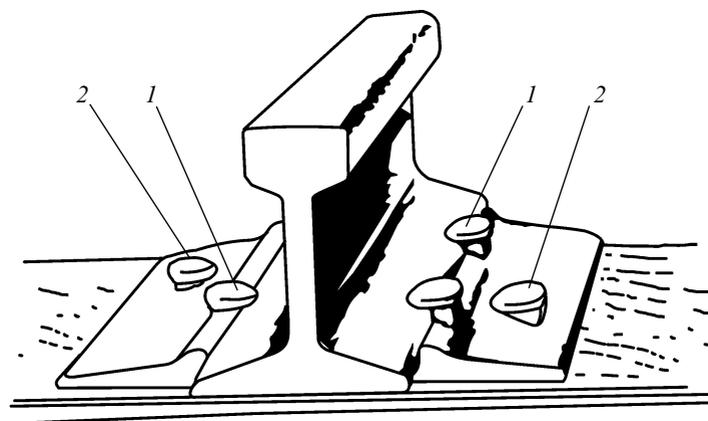


Рис. 5.12. Смешанное рельсовое крепление ДО:
1 — костыль основной; 2 — костыль обшивочный

конце промежуточной шпалы четырьмя костылями, а на стыковой — пятью костылями. В кривых радиусом 1200 м и менее, а также на мостах, в тоннелях и на участках со скоростями движения свыше 100 км/ч на всех шпалах рельсы прикрепляют пятью костылями.

Опыт и расчеты показывают, что устойчивость рельса против опрокидывания при нераздельном креплении и числе шпал 1600—1840 на 1 км вследствие сопротивления на выдергивание крепежителей даже только с одной стороны рельсовой нити обеспечивается лучше, чем устойчивость против отжатия. Случаи опрокидывания рельса с выдергиванием костылей редки и происходят только при грубейших нарушениях правил текущего содержания пути и смены негодных шпал. Отжатие рельсовых нитей случается довольно часто, вследствие чего перешивка пути при костыльных креплениях на деревянных шпалах пока еще остается одной из распространенных путевых работ, особенно в кривых.

Недостатком крепления является также возможность некоторого перемещения подкладки вдоль и поперек шпалы (вибрации на небольшую величину). Происходит это из-за наличия неизбежных производственных допусков на толщину костылей, размеры отверстий, а также на расстояние между ребрами. Вибрация

подкладок, происходящая вследствие сотрясений от динамического воздействия колес на рельсы, усиливает механический износ шпалы под подкладкой.

Волокна древесины шпалы под подкладкой перетираются еще и потому, что нижняя поверхность подкладки при изгибе под нагрузкой растягивается, а верхняя постель шпалы сжимается. В результате смятия и износа древесины подкладка постепенно втапливается в шпалу, снижая ее прочность и сокращая срок службы. Древесина шпал, кроме того, разрушается при забивке костылей, а при перешивках пути с постановкой пластинок-закрепителей в шпалах нередко появляются трещины, что также снижает срок их службы.

Костыль, забиваемый в шпалу без предварительного просверливания отверстия, перерубает волокна и, погружаясь в шпалу, надламывает их, вследствие чего его сопротивление выдергиванию уменьшается примерно на 30 %, а сопротивление отжатию — на 16 % (по сравнению с сопротивлением при забивке в предварительно просверленное отверстие). Для уменьшения разрушающего действия костылей и шурупов в шпалах или брусках предварительно сверлят отверстия: для костылей глубиной 130 мм и диаметром 12,7 мм, т.е. несколько меньше поперечных размеров костыля (16×16 мм), а для шурупов глубиной 155 мм и диаметром 14 мм в шпалах из мягких пород (сосна, ель, пихта) и диаметром 16 мм в шпалах из твердых пород (бук, береза, лиственница).

Нормальные костыли (по ГОСТ 5812-82, исполнение 1) имеют овальную головку, а удлиненные (исполнение 2) — призматическую с ушками. Длина нормальных костылей 165 мм, а удлиненных для применения на пучинистых участках 205, 240 и 280 мм. Сопротивление выдергиванию нормального костыля из новой сосновой шпалы примерно 20 кН. Шуруп для стрелочных переводов имеет головку специальной формы, позволяющую ввертывать и вывертывать его торцовыми ключами, в соответствии с ГОСТ 809-71 на единичный шуруп для стрелочных переводов и пути (утвержден в 1971 г.).

Исследованиями установлено, что для выдергивания из новой шпалы одного типового шурупа необходимо приложить усилие примерно в 1,6 раз больше, чем для выдергивания костыля. Сопротивляемость отжатию шурупа и костыля в новой сосновой шпале в случае приложения горизонтальной силы к головке по

направлению вдоль шпалы примерно одинакова. Неблагоприятная в отношении смятия древесины форма шурупа компенсируется при этом в 1,5 раза большим поперечным размером (24 мм).

На кривых участках пути радиусом 500 м и менее под обеими рельсовыми нитями, а радиусом от 501 до 800 м под наружной рельсовой нитью для увеличения стабильности ширины рельсовой колеи и уменьшения механического износа шпал должны укладываться подкладки с удлиненным плечом с наружной стороны колеи.

Площадь опорной поверхности подкладок к рельсам Р65 и Р75 по полным размерам в плане составляет 612 см², а за вычетом закруглений снизу по краям подкладки — 592 см²; для подкладки к рельсам Р50 — соответственно 527 и 507 см². В углах отверстий подкладок предусмотрены закругления радиусом до 2,5 мм для уменьшения концентрации напряжений при работе подкладок и увеличения срока службы пуансонов, штампов на которых изготавливают подкладки. Во избежание перерезания волокон древесины подкладкой их края также делают закругленными. Материал подкладок — мягкая сталь с содержанием углерода не менее 0,16 %. Масса одной подкладки к рельсам Р50 — 6,2 кг; Р65 — 7,66 кг.

Для обеспечения нормальной работы рельса вогнутость поверхности прилегания подкладки к рельсу не допускается; выпуклость допускается не более 0,5 мм. Для уменьшения интенсивности износа шпал между подкладкой и шпалой укладывают прокладки толщиной от 6 до 10 мм из резины, гомбелита и других материалов. Результаты измерения износа шпал показали, что применение прокладок из прессованной резины без рифления позволяет снизить интенсивность износа в 2,7, при рифленых прокладках — в 3,7 раза. Для предотвращения продольного перемещения рельсов по подкладкам при костыльном скреплении на рельсе закрепляются пружинные противоугоны.

Согласно Техническим условиям ТУ 32 ЦП 811-95 пружинные противоугоны изготавливаются из рессорно-пружинной углеродистой и легированной стали (по ГОСТ 14959-79) с механическими свойствами не ниже, чем у С65. Противоугоны подвергаются термической обработке (закалке и отпуску) до твердости 286—448 НВ.

Среднее значение статического усилия сдвига противоугона вдоль подошвы рельса должно оставаться не менее 800 кг после пятикратной постановки противоугона на рельс.

Основные размеры пружинных противоугонов приведены в табл. 5.18.

Таблица 5.18

Основные типы пружинных противоугонов

Обозначение противоугона	Исполнение	В +0,5	В1		Н	Н	
			номинальный	предельное отклонение		номинальный	предельное отклонение
1П75		122	112		66		
1П65	1	113	103	±5	60	18	±0,6
1П50		92	82		53		
2П75		118	111	±5	65		
2П65	2	110	102		65	19	±0,5
2П50		92	82	±5	57		
3П75		138	114		55	14,0	
3П65	3	136	112	±5	50	12,5	+1,0
3П50		120	100		50	11,5	

5.1.3.3. Промежуточные скрепления для железобетонных шпал

Большая прочность бетона на сжатие исключает необходимость в металлической подрельсовой подкладке, тем более что наклон опорной поверхности под рельс для его подуклонки можно осуществить, придав верхней постели железобетонной шпалы соответствующую форму. Однако для железобетонных шпал применяют для скрепления и с подкладками, при наличии которых улучшаются условия работы упругих прокладок, укладываемых на шпалу, и обеспечивается лучшая совместная работа деталей, прикрепляющих рельсы к шпалам.

Типовым промежуточным скреплением (рис. 5.13) для железобетонных шпал служит раздельное клеммно-болтовое скрепление **КБ** с жесткими клеммами. Скрепление **КБ** с подкладкой, обеспечивающее надежную совместную работу под подвижной нагрузкой всех элементов прикрепления, используется на наиболее грузонапряженных, высокоскоростных линиях и линиях с продолжительным зимним периодом эксплуатации.

Подкладку скрепления укладывают в углубление в верхней постели шпал и прикрепляют к шпале закладными болтами. Для повышения упругости этих скреплений под гайку закладного болта укладывают пружинную шайбу или тарельчатые пружины. Для

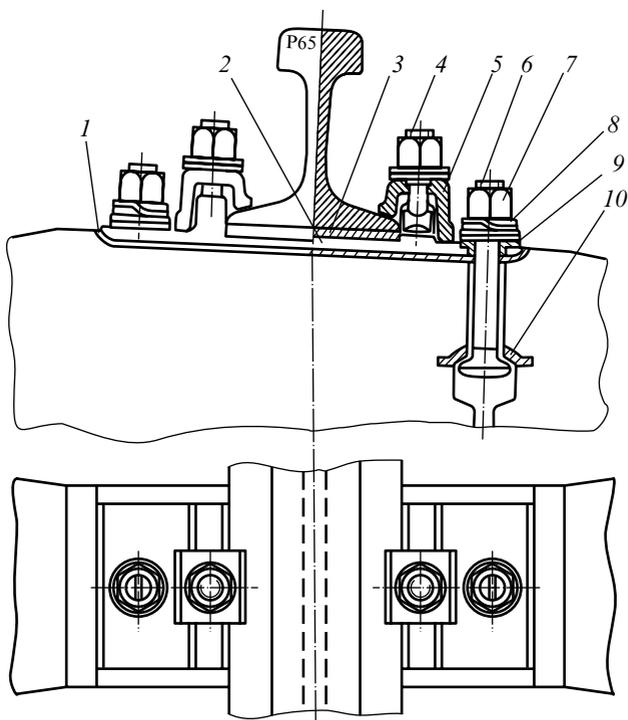


Рис. 5.13. Промежуточное рельсовое крепление КБ:

1 — прокладка под подкладку; 2 — подкладка; 3 — подрельсовая прокладка; 4 — клеммный болт; 5 — жесткая клемма; 6 — закладной болт М22×160; 7 — гайка М22; 8 — двухвитковая шайба; 9 — изолирующая втулка; 10 — опорная шайба

крепления **КБ** применяют резиновые подрельсовые прокладки повышенной упругости (толщиной 11—13 мм). На работоспособность прокладок и их упругость влияет не только материал, но и форма, поэтому их поверхности имеют рифления, буртики и т.п. В местах опирания подкладок на шпалы ставят прокладки толщиной 7—8 мм. Снижение жесткости креплений **КБ** достигается заменой жестких клемм пружинными.

К недостаткам креплений **КБ** относятся наличие большого числа деталей, металлоемкость, разброс ширины колеи, малый срок службы резиновых прокладок, плохая работа в кривых. Кроме того, крепление **КБ** требует постоянного обслуживания

резьбовых соединений (около 8 тыс. на км), при нарушении сроков которого нарушается температурный режим работы бесстыкового пути.

Первые серьезные попытки внедрения упругого скрепления на железобетонных шпалах были предприняты в 70-х годах 20-го века, когда были разработаны и уложены в путь для эксплуатационной проверки скрепления типа **ЖБ**, **ЖБР** (аналоги французского скрепления *RM*), клеммы «Краб» в скреплении КБ. В 1997—1998 гг. на отечественных железных дорогах началось освоение скрепления **ЖБР-65**.

Полигонные испытания промежуточного рельсового скрепления **ЖБР-65** (рис. 5.14) на экспериментальном кольце ВНИИЖТа

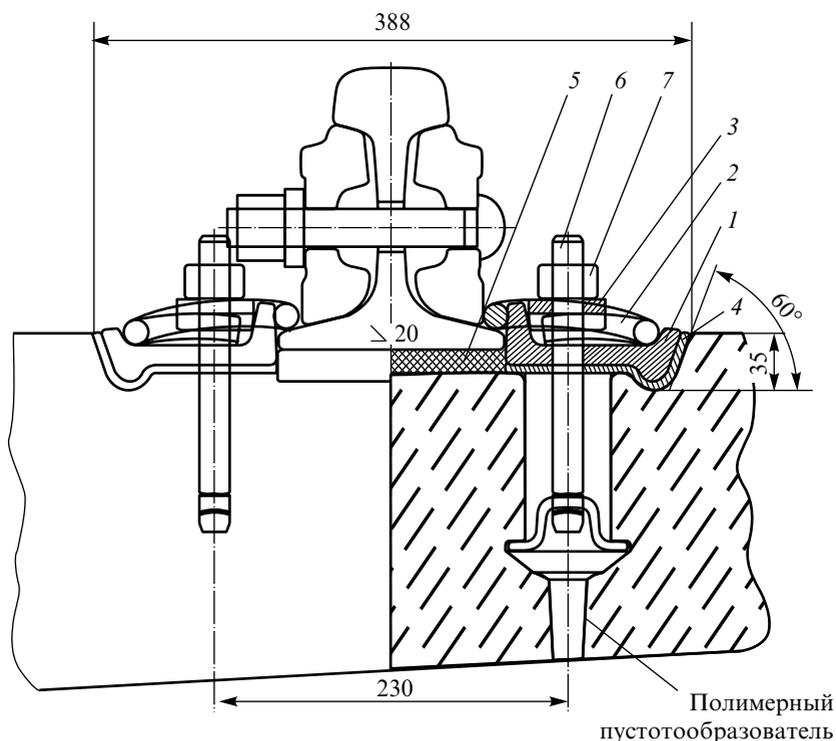


Рис. 5.14. Рельсовое скрепление ЖБР-65:

1 — скоба упорная; 2 — пружинная клемма; 3 — скоба; 4 — упругая прокладка; 5 — прокладка ЖБР; 6 — болт; 7 — гайка

в Щербинке дали положительный результат. Эксплуатационные испытания скрепления **ЖБР-65** с конца 2000 г. начаты на Северо-Кавказской и Московской железных дорогах.

Рассматривается вопрос (2005 г.) о возможности применения на российских железных дорогах упругих промежуточных скреплений *W-14* фирмы *Vossloh* (рис. 5.15).

Ведется разработка отечественного промежуточного скрепления **АРС** для анкерной железобетонной шпалы. На рис. 5.16 приведены съемные элементы узла промежуточного рельсового скрепления **АРС-4**.

Подрельсовая зона анкерной железобетонной шпалы — см. рис. 5.10, узел промежуточного скрепления **АРС-4** — см. рис. 5.11. Общий вид промежуточного рельсового скрепления **АРС** показан на рис. 5.17. Полигонные испытания скрепления **АРС** на опытном полигоне ВНИИЖТа на ст. Щербинка дали в целом положитель-

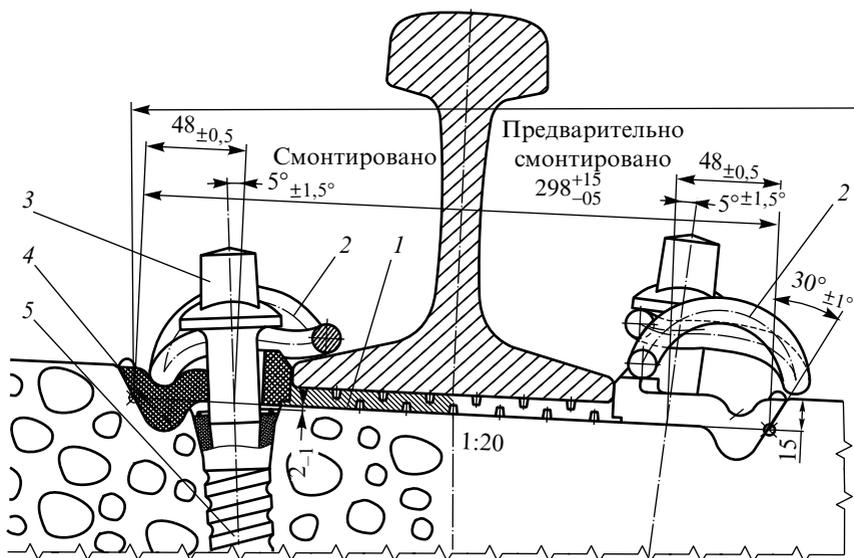


Рис. 5.15. Рельсовое скрепление *W-14* (*Vossloh*):

1 — подрельсовая подкладка; 2 — пружинная клемма; 3 — шуруп; 4 — углонаправляющая плитка; 5 — пластмассовый дюбель



Рис. 5.16. Съемные элементы узла промежуточного рельсового скрепления APC-4

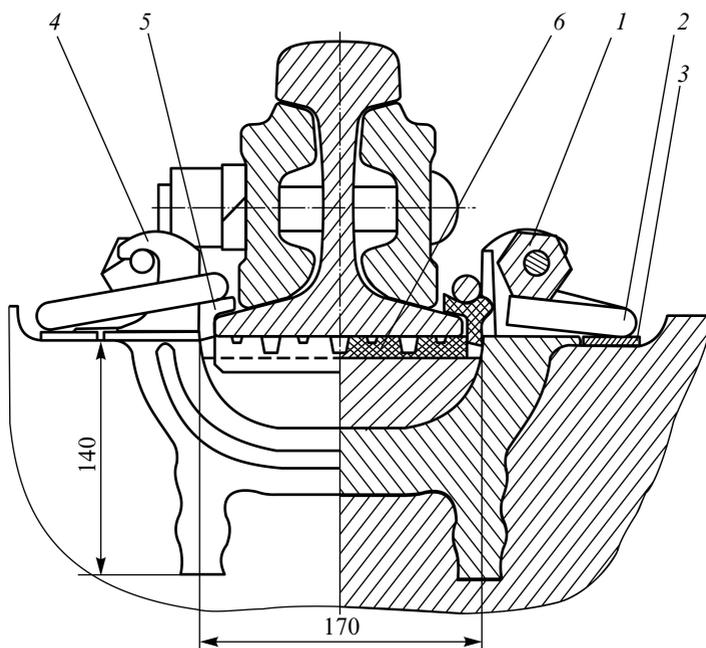


Рис. 5.17. Пружинное рельсовое скрепление APC-4:
 1 — монорегулятор (регулятор и фиксатор); 2 — клемма; 3 — подклеммник;
 4 — анкер; 5 — изолирующий уголок; 6 — подрельсовая прокладка

ные результаты. Эксплуатационные испытания скрепления APC с 1991 г. проводятся на Юго-Восточной железной дороге. В 2002 г. начата укладка пути с применением APC на Октябрьской и Московской железных дорогах.

5.1.4. Рельсовые стыки и стыковые скрепления

Для соединения, примыкающих друг к другу торцами, отдельных рельсов с целью образования непрерывных рельсовых нитей их концы перекрывают с обеих сторон накладками, которые стягивают через отверстия болтами; такое соединение рельсов называется стыком.

Под катящимися колесами подвижного состава рельсовая нить упруго прогибается. При исправном пути, одинаковых по типу, размерам и состоянию шпал, при их равномерном расположении и одинаковой подбивке, одинаковом по качеству и толщине подшпальном основании (балласте) и здоровом однородном земляном полотне упругий прогиб практически одинаков на всем протяжении рельса, если нагрузка на колесо не изменяется. При этом траектория точки контакта колеса с рельсом на его протяжении представляет собой примерно прямую линию. Стыковые скрепления должны обеспечивать это условие и в зоне стыка. Практически существующей конструкцией стыковых скреплений обеспечить такое положение не удастся и траектория точки контакта колеса с рельсом в стыке имеет перелом. Вследствие этого создаются дополнительные ударно-динамические воздействия на путь из-за большей (примерно в 2 раза) упругой просадки рельсовой нити и наличия зазоров. В стыках создается дополнительное сопротивление движению поездов (около 10 % основного сопротивления).

Конструкция рельсового стыка должна удовлетворять трем основным требованиям. Стык должен воспринимать изгибающий момент и поперечную силу на протяжении стыка. Это требование предопределяет необходимость максимальной монолитности, плотности скрепления, чтобы элементы стыка были достаточно прочными, не смещались и не скользили один относительно другого при работе стыка. В то же время должны допускаться продольные перемещения концов рельсов в стыке при изменении длины рельса вследствие колебаний температуры. Это требование вызывает необходимость определенной свободы перемещений концов рельсов относительно стыковых скреплений. Должно выполняться условие, при котором обеспечивается возможность изготовления деталей стыка одним из способов массового производства — прокаткой, штамповкой, литьем. При этом необходимо, чтобы была обеспечена плотность

прилегания рабочих граней накладки к низу головки и верху подошвы концов рельсов в стыке, хотя государственным стандартом допускаются отклонения в размерах — по высоте шейки рельса (+0,3; -0,7) мм, ширине подошвы рельса (+1; -1,5) мм, высоте накладки ($\pm 0,5$) мм и по толщине накладки ($\pm 0,75$) мм. Вследствие противоречивости требований к рельсовому стыку не удастся создать конструкцию, которая удовлетворяла бы одновременно всем требованиям полностью.

В стыках существующей конструкции при изменении длины рельсов вследствие колебаний температуры концы их перемещаются, но преодолевают при этом значительные силы трения о накладку, сжимающие рельсовые концы под натяжением болтов.

5.1.4.1. Основные виды стыков и особенности их работы

По расположению рельсовых опор (шпал, брусьев) в рельсовом стыке относительно концов рельсов различают стыки (рис. 5.18), выполняемые на весу, когда стык расположен в пролете между шпалами и расстояние между ними достаточно для подбивки каждой из них с обеих сторон, и на сдвоенных шпалах, когда обе стыковые шпалы сближены до соприкосновения и стянуты болтами.

В стыке на весу под нагрузкой колеса каждая накладка работает как балка, опирающаяся по концам на подошву рельса и нагруженная в средней части нажатием граней на головки концов рельсов. Концы рельсов в стыке работают в основном как консоли, свешивающиеся в стыковой пролет за стыковые шпалы. Верхние части накладок под нагрузкой сжаты, а головки рельсов — растянуты; в нижних гранях накладок происходит обратное явление

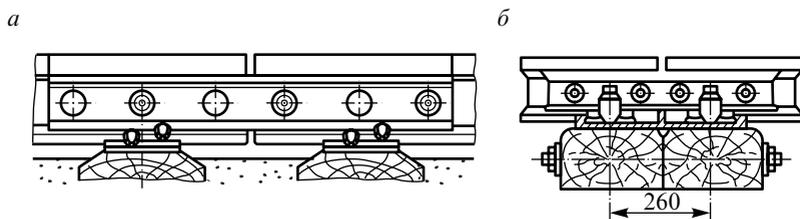


Рис. 5.18. Конструкция рельсового стыка:
а — на весу; б — на сдвоенных шпалах

ние. Это вызывает взаимное скольжение, истирание рабочих граней накладок и поверхностей головки и подошвы рельсов, к которым они прилегают.

Основное преимущество стыка на весу — его большая упругость и меньшее кантование стыковых шпал, недостаток — более высокие напряжения в элементах стыка.

При стыке на сдвоенных шпалах работа накладок и рельсовых концов несколько облегчается по сравнению с работой их при стыке на весу, но так как шпалы являются упругими опорами, рельсовая нить прогибается, хотя и меньше чем при стыках на весу. Поэтому в стыках на сдвоенных шпалах накладка тоже работает на изгиб, хотя и в меньшей степени.

Основным преимуществом стыка на сдвоенных шпалах является примерно на 20 % меньший прогиб рельсовой нити, следовательно, меньшие напряжения в его элементах, в первую очередь — в накладках. Этим преимуществом пользуются при устройстве, например, изолирующих стыков с металлическими накладками уменьшенного поперечного сечения, имеющими меньшую прочность, чем типовые металлические накладки при стыках на весу.

Основными недостатками стыка на сдвоенных шпалах являются его сравнительно большая жесткость и трудность подбивки сдвоенных шпал. Стандартным стыком принят стык на весу с расстоянием между осями шпал 420 мм при рельсах Р75, Р65 и 440 мм при рельсах Р50.

По относительному расположению стыков на одной и на другой рельсовых нитях различают стыки по наугольнику, т.е. в одном створе по обеим нитям, и в разбежку когда стык на одной нити не находится против стыка на другой. Обычно при этом стык одной нити располагается примерно против середины рельса другой нити. Иногда устраивают независимое расположение стыков по обеим нитям. На сети отечественных дорог принято расположение стыков по наугольнику, так как при этом обеспечивается достаточная плавность хода поездов и создаются лучшие условия для изоляции участков автоблокировки, а также для укладки и снятия путевой решетки целыми звеньями механизированным способом при постройке и ремонте пути.

Величина стыковых зазоров меняется в зависимости от колебания температуры рельсов. Большие стыковые зазоры увеличивают силу воздействия колеса на стык.

5.1.4.2. Основные элементы стыка

Стыковые накладки предназначены для прочного соединения рельсов в непрерывную рельсовую нить. Форма накладок видоизменялась по мере повышения напряженности работы пути, накопления результатов наблюдений за работой стыков в ходе специальных исследований. В настоящее время применяются двухголовые накладки, у которых сечение по длине не изменяется, не считая мест расположения болтовых отверстий (табл. 5.19). Эти накладки на самых грузонапряженных линиях работают без изломов, несмотря на то что имеют меньшую массу по сравнению с ранее применявшимися фартучными накладками.

Таблица 5.19

Основные характеристики типовых накладок

Тип рельсов	Масса наклад-ки, кг	Длина, мм	Расстояния от торцов до оси первого болтового отверстия, между осями болтовых отверстий и от оси последнего болтового отверстия торца накладки, мм
P65, P75	23, 78	800	80—220—200—220—80
P65, P75	29, 50	1000	50—130—220—200—220—130—50
P50	18, 77	820	50—140—150—10—150—140—50

Конструкции накладок, рассчитанные на плотное прилегание к рельсу более чем по двум плоскостям, оказываются практически непригодными, так как при постановке на место накладка упирается в две какие-либо расположенные под углом одна к другой плоскости и подвинуть ее вплотную к третьей плоскости, до которой накладка не дошла, не представляется возможным.

Достичь плотности прилегания одновременно более чем по двум плоскостям можно только станочной пригонкой каждой накладки к определенному стыку, что практически невозможно. Поэтому применяют стыковые накладки, заклинивающиеся по двум поверхностям: нижней грани головки и верхней грани подошвы рельса. Рабочие грани накладок имеют уклон к горизонту, соответствующий уклону нижней грани головки и верхней грани подошвы рельсов. Это позволяет подтягиванием стыковых болтов «выбирать» зазоры между рабочими гранями накладок и прилегающими поверхностями рельсов и обеспечивать не-

обходимую плотность заклинивания накладки в пазухе рельса при наличии производственных допусков на размеры пазухи рельса и накладки и износа контактирующих поверхностей.

Для нормальной работы стыка весьма важно, чтобы стыковые накладки имели достаточную длину. При переходе колеса через стык с отдающего конца рельса на принимающий конец следующего рельса возникают силы, отрывающие головку от шейки; при короткой накладке они оказываются больше, чем при длинной. Кроме того, при длинной накладке часть ее верхней грани, по которой передается усилие от нижней грани головки рельсов в стыке, длиннее, т. е. площадь передачи усилия больше, а значит, смятие и истирание металла меньше. Короткие накладки не обеспечивают также должного изгиба рельсовых концов в плане на кривых участках, особенно малых радиусов. Исследованиями установлено, что накладки длиной менее 600 мм не обеспечивают нормальной работы стыка; предпочтительнее накладки длиной около 800 мм.

Двухголовые накладки изготавливают с 1948 г. К рельсам Р65 и Р75 применяют двухголовые четырех- и шестидырные накладки (ГОСТ 8193-73). Предпочтительнее применение шестидырных накладок длиной 1000 мм, которые улучшают температурную работу рельсов в стыках и способствуют сохранению плавности пути в плане. Для улучшения качества накладки подвергаются закалке после печного нагрева с охлаждением в масле (ГОСТ 4133-73). Механические свойства закаленных накладок обеспечивает применение стали с повышенным содержанием углерода до 0,62 % и марганца до 1 %. При обработке накладок на их торцах и вокруг болтовых отверстий заусенцы не допускаются.

Болты к двухголовым накладкам имеют головку симметричной формы. Проворачивание болта с такой головкой при завинчивании или отвинчивании гайки предупреждает овальный подголовок (ГОСТ П530-76). Отверстия в накладках имеют поочередно круглую и овальную формы. Четное число болтов позволяет использовать снаружи и внутри колеи одинаковые накладки; головки болтов располагают поочередно в одну и другую сторону. Требования к конструкции и размерам болтов, гаек установлены ГОСТом 11532-76; основные размеры приведены в табл. 5.20.

Основные размеры болтов, гаек и шайб

Основные размеры	Номинальный диаметр	
	M24	M27
Диаметр головки болта D , мм	40	46
Высота головки болта h , мм	14	17
Величина подголовка b , мм	33	38
Длина резьбы l_0 , мм	66	66
Длина резьбы l , мм:		
исполнение 1	150	160
исполнение 2	160	180
	140	170
Размер гайки под ключ S , мм	36	41
Высота гайки H , мм	27	30
Диаметр описанной окружности D_0 , мм:		
исполнение 1	38,8	44,4
исполнение 2	39,6	45,2

Резьбу болтов выполняют способом накатки без предварительной подготовки стержня под резьбу. В этом случае диаметр болта по нарезке получается на 2—3 мм больше диаметра ненарезанной части стержня.

Болты нормальной прочности изготовляют из углеродистой стали Ст35 с временным сопротивлением не менее 750 МПа, болты повышенной прочности — из легированной стали Ст40Х с временным сопротивлением не менее 850 МПа.

Пружинные шайбы являются очень важными деталями стыка. Их назначение — обеспечивать постоянство натяжения стыковых болтов. Сила сжатия шайбы сечением 8×10 мм составляет около 12 кН. Наружный диаметр шайб 44 мм, внутренний — 24 мм. Высота шайб h_M в первом исполнении 25 мм, во втором — 19 мм. Сечение шайб в первом исполнении 8×10 , во втором — 6×10 мм.

В рельсовых стыках с двухголовыми накладками на рельсах Р65 и Р75 вместо пружинных шайб могут устанавливаться тарельчатые пружины с наружным диаметром 60 или 70 мм (рис. 5.19). Для этого на каждый болт к накладке устанавливают плоскую шайбу из стали ст. 3 размером $45 \times 28 \times 3$, а к ней выпуклой стороной одну тарельчатую пружину и выпуклой стороной к гайке вторую

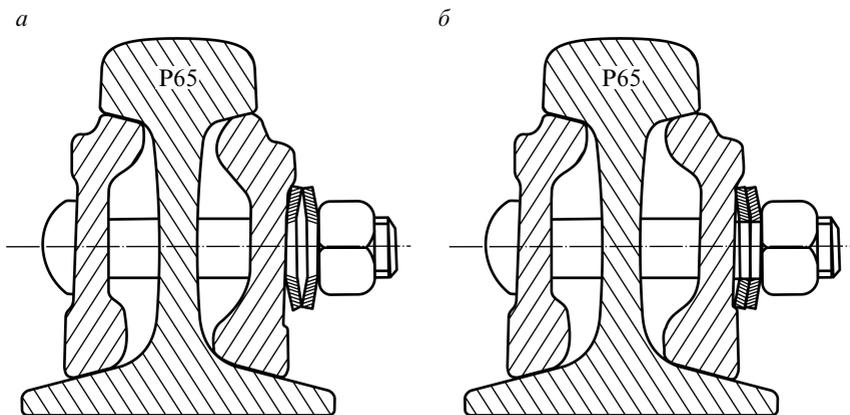


Рис. 5.19. Установка тарельчатых пружин в стыке:
a — последовательно (пружины не затянуты); *б* — параллельно (пружины затянуты)

тарельчатую пружину. Затем устанавливают гайку. При тарельчатых пружинах диаметром 60 мм плоскую шайбу можно не устанавливать.

Кроме такой последовательной установки тарельчатых пружин возможна их параллельная установка, при которой создаются большие усилия затяжки стыковых болтов (до 10—12 т).

5.1.4.3. *Переходные стыки и рельсы*

Для соединения в стыке рельсов разных типов применяют переходные накладки, форма и размеры которых обеспечивают совпадение торцов рельсов по поверхности катания и рабочим боковым граням.

Переходные накладки изготовляют обычно из накладок более тяжелого из соединяемых типов рельсов. Одна половина такой накладки имеет размеры и форму, соответствующие одному типу рельсов, другая — другому с соответствующим смещением рельса по высоте и горизонтали. При помощи переходных накладок допускается стыковка рельсов только соседних типов.

При возможности обеспечить достаточно прочную сварку, применяют переходные рельсы нормальной длины, сваренные из двух отрезков рельсов разных типов.

5.1.4.4. Особенности устройства стыков на линиях с автоблокировкой и электрической тягой поездов

Рельсовые нити используют как токопроводящие цепи для сигнального и тягового токов, поэтому на границах рельсовых цепей необходимо устраивать изолирующие стыки, а в пределах цепи обеспечивать достаточную токопроводимость стыков.

На линиях, оборудованных автоблокировкой, светофоры делят путь на отдельные блок-участки длиной от 1000 до 2000 м. Каждый блок-участок с обеих сторон электрически изолируется от соседних блок-участков. В начале блок-участка к рельсовым цепям подведен постоянный или переменный ток, а в конце участка подключено путевое реле. Рельсовые нити находятся под электрическим напряжением. Когда на блок-участок вступает колесная пара вагона или тележка локомотива, то обе нити электрически соединяются. Вследствие этого якорь путевого реле отпадает от электромагнитной катушки и замыкает контакты системы автоматического переключения светофоров — в светофоре загорается красный огонь. При переходе поезда на следующий блок-участок срабатывают путевые реле — включается желтый огонь. При переходе поезда на третий участок реле переключает светофор на зеленый огонь.

На участках с интенсивным движением поездов может применяться четырехзначная система сигнализации (зеленый, зеленый и желтый, желтый, красный).

Необходимая токопроводимость рельсовых нитей обеспечивается за счет применения основных и дублирующих стыковых рельсовых соединителей и сохранения постоянного зазора (просвета) между подошвой рельса и балластом (не менее 3 см).

На электрифицированных линиях работает автоблокировка только на переменном токе, так как постоянный ток влияет на путевые реле.

На этих линиях применяют стыковые рельсовые соединители следующих видов: приварные (рис. 5.20—5.21), штепсельные (рис. 5.22) и пружинные (рис. 5.23). Штепсельные и пружинные соединители могут быть другой конструкции, отличающейся от изображенных на рисунках, утвержденной ЦП ОАО «РЖД» конструкции.

На электрифицированных участках постоянного тока применяют медные приварные соединители сечением 70 мм², на участ-

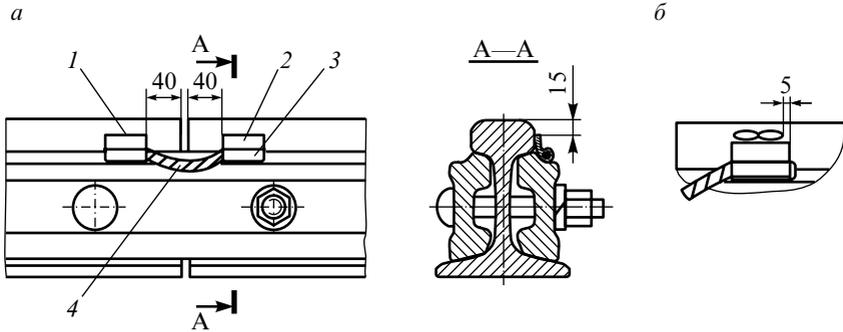


Рис. 5.20. Схема установки (а) и приварки (б) медного соединителя фартучного типа к головке рельса:

1 — шов, выполняемый ручной электродуговой сваркой; 2 — фартук; 3 — наконечник (манжета); 4 — гибкий трос МГГ-70

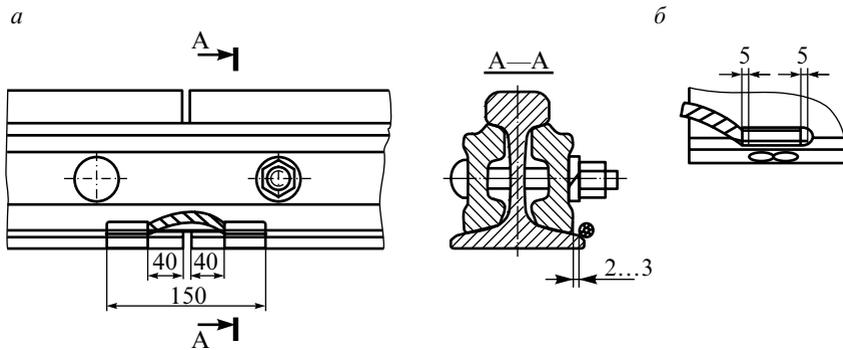


Рис. 5.21. Схема установки (а) и приварки (б) соединителя к подошве объемно-закаленных рельсов типа Р65 (Р75)

ках переменного тока — сечением 50 мм^2 ; на участках бесстыкового пути с рельсовыми плетями длиной 200 м и более применяют пружинные рельсовые соединители. На неэлектрифицированных участках с автономной тягой устанавливают стальные (приварные или штепсельные), а также пружинные соединители.

Правила монтажа, замены и особенности содержания стыков с пружинными рельсовыми соединителями установлены техническими указаниями по применению пружинных рельсовых соединителей.

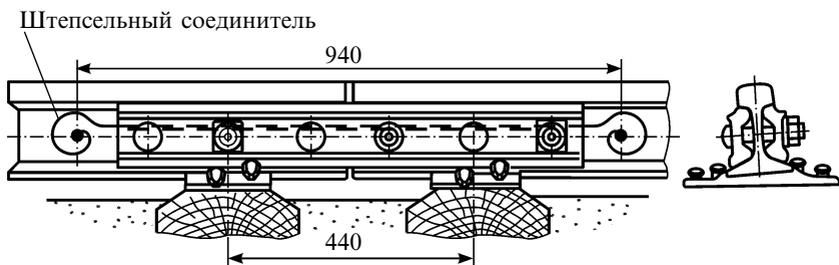


Рис. 5.22. Рельсовый стык со штепсельным соединителем

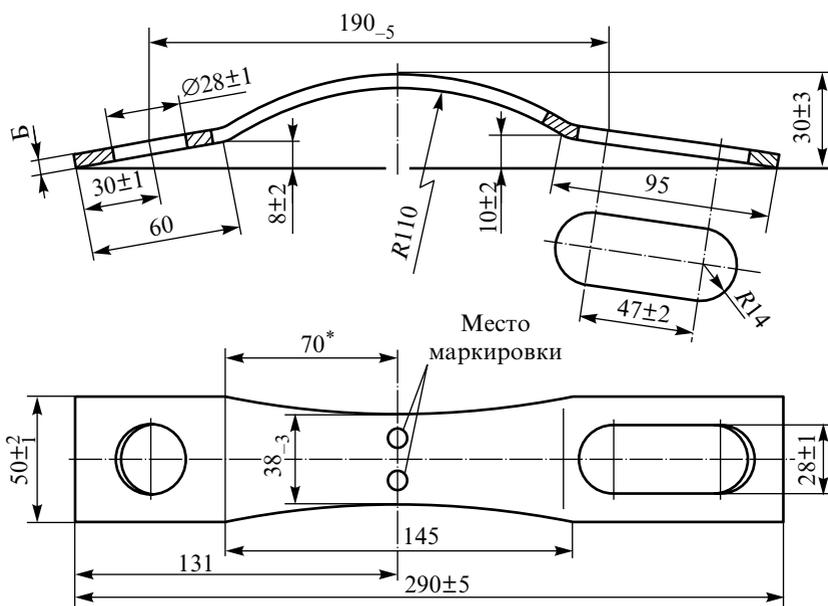


Рис. 5.23. Пружинный рельсовый соединитель

Приварка соединителей осуществляется согласно техническим указаниям на электродуговую приварку рельсовых стыковых соединителей. Основные соединители приваривают к головке рельса так, как показано на рис. 5.19, — выгнутой частью вниз и с расположением манжетов таким образом, чтобы после приварки их не могли касаться бандажи колес подвижного состава и они не препятствовали бы снятию накладок при ремонтах. Концы гибкого

троса приварного соединителя должны быть оплавлены и приварены к манжете для обеспечения более тесного и надежного контакта между собой тросовых проволок и манжеты.

Рельсовые цепи оборудуются дублирующими соединителями. На перегонах их устанавливают на участках приближения и удаления перед переездами и станциями, на главных путях станций, а также по маршрутам безостановочного пропуска и приема (отправления) пассажирских поездов в соответствии с требованиями технико-распорядительного акта (ТРА) станции.

Обязательна установка основных и дублирующих стыковых соединителей (приварных или штепсельных) на ответвлениях, которые не обтекаются током рельсовых цепей, а также в стыках тяговой нити однониточных рельсовых цепей.

В качестве дублирующих применяются приварные рельсовые соединители того же типа, что и основные, приварка которых производится к подошве рельса (см. рис. 5.21). Кроме того, на электрифицированных участках могут устанавливаться электротяговые соединители длиной 1200 мм с болтовыми креплениями (медные или из другого материала, равноценные по электрическому сопротивлению), а также пружинные соединители.

На участках с электротягой переменного тока в качестве дублирующих допускаются также стальные приварные или штепсельные соединители.

При производстве работ по установке соединителей, сварке и наплавке рельсов или крестовин электродуговым методом должны соблюдаться правила, исключающие повреждение устройств сигнализации, централизации и блокировки (СЦБ) током сварочного агрегата.

Рельсовые стыки, имеющие дополнительные приспособления для уменьшения электрического сопротивления, применение которых разрешено ЦП ОАО «РЖД», оборудуются стыковыми соединителями согласно утвержденной технологии на их применение. Пути отстоя вагонов с электроотоплением, участки пути и все рельсовые цепи, по которым проходит ток электроотопления, должны иметь дублирующие соединители и не менее двух отводов в соответствии с нормами, утвержденными ЦП ОАО «РЖД».

Для разделения рельсовых цепей на электрически изолированные друг от друга участки применяются изолирующие стыки следующих конструкций:

- сборные с объемлющими металлическими накладками (рис. 5.24);
- сборные с двухголовыми металлическими накладками (рис. 5.25);
- клееболтовые с двухголовыми металлическими накладками (рис. 5.26, а);
- клееболтовые с полнопрофильными металлическими накладками (рис. 5.26, б);
- клееболтовые с металлокомпозитными накладками (рис. 5.27, а);
- сборные с композитными накладками (рис. 5.27, б).

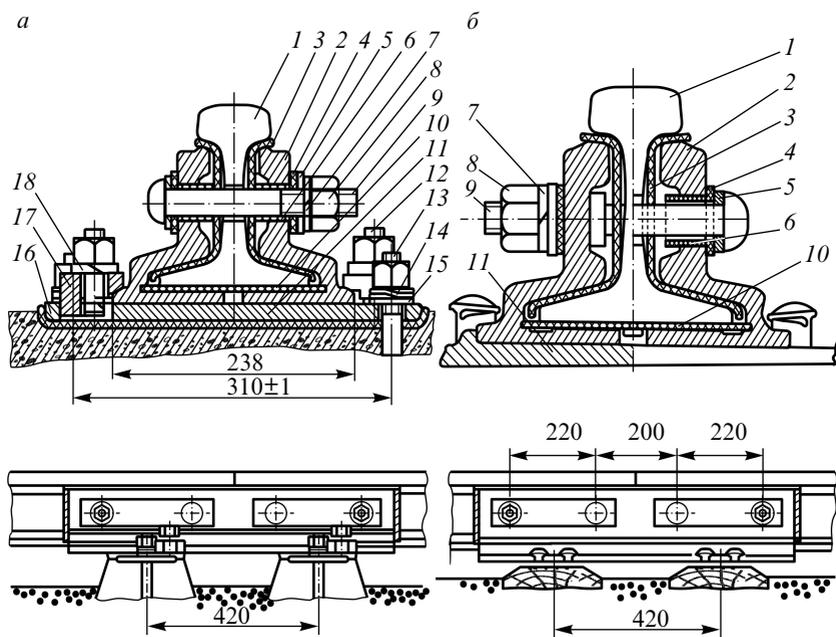


Рис. 5.24. Изолирующий стык с объемлющими металлическими накладками: а — при железобетонных шпалах и креплении КБ; б — при деревянных шпалах с костыльным креплением; 1 — рельс; 2 — накладка; 3 — прокладка боковая; 4 — полиэтиленовая планка под болты; 5 — металлическая стопорная планка; 6 — втулка; 7 — пружинная шайба; 8 — гайка; 9 — стыковой болт; 10 — изолирующая прокладка под рельс; 11 — подкладка; 12 — клеммный болт; 13 — закладной болт; 14 — пружинная шайба; 15 — плоская шайба; 16 — прокладка под подкладку; 17 — клемма; 18 — шайба

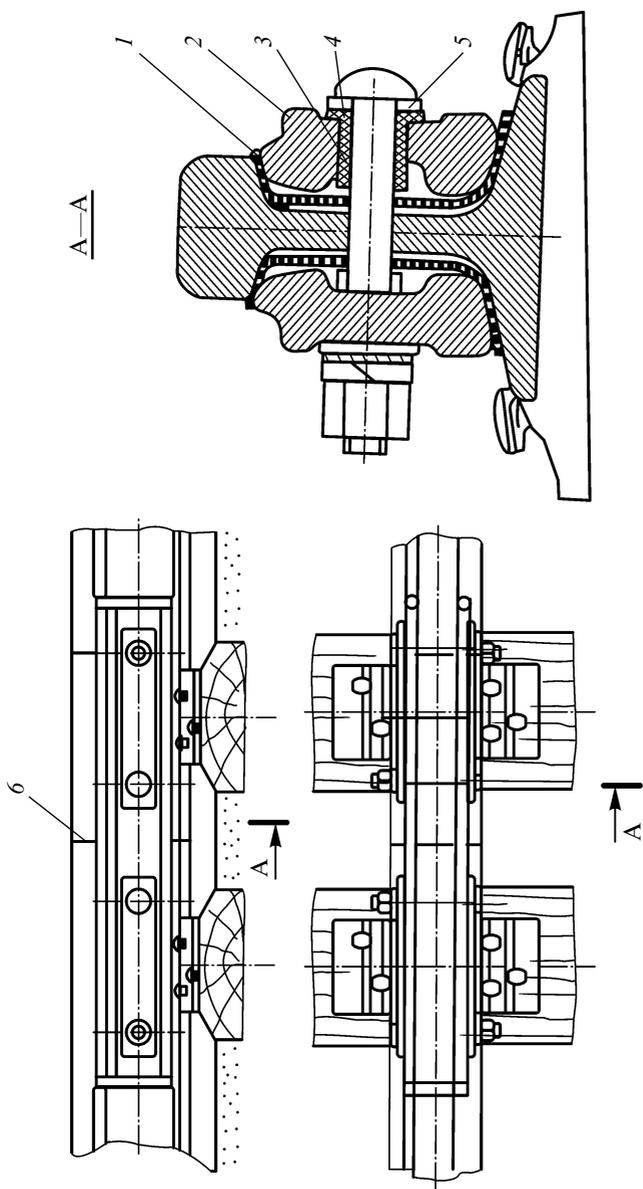


Рис. 5.25. Изолирующий стык с двухголовыми металлическими накладками для пути с деревянными шпалами:
 1 — боковая прокладка; 2 — накладка; 3 — втулка; 4 — изолирующая планка под болт; 5 — стопорная планка под болт; 6 — торцевая прокладка

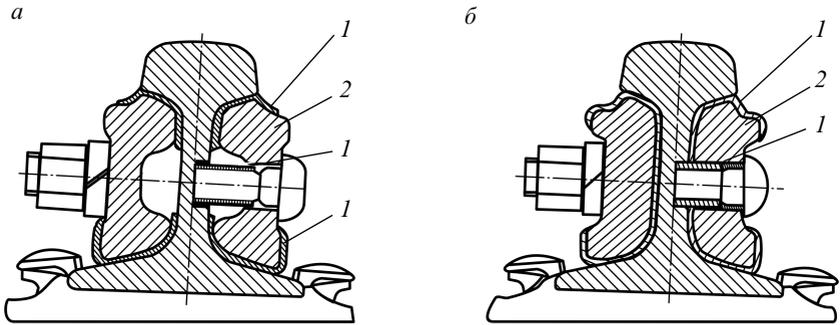


Рис. 5.26. Клееболтовой изолирующий стык при костыльном креплении: *а* — с двухголовыми металлическими накладками; *б* — со специальными (полнопрофильными) накладками; 1 — изолирующий слой; 2 — накладка

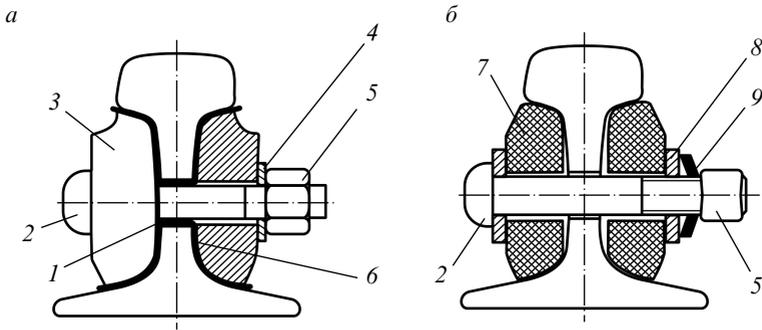


Рис. 5.27. Изолирующий стык: *а* — клееболтовой с металлокомпозитными накладками; *б* — сборный с композитными накладками из стеклопластика; 1 — изолирующий стык; 2 — стыковой болт; 3 — металлокомпозитная накладка; 4 — изолирующая втулка; 5 — гайка; 6 — боковая изоляция; 7 — композитная накладка из стеклопластика; 8 — стопорная планка; 9 — тарельчатая пружина (пружинная шайба)

Клееболтовые изолирующие стыки маркируют следующим образом: на расстоянии 0,5 м от торца накладки на шейке рельса с каждой стороны несмываемой белой краской указывается дата склеивания и условное обозначение предприятия-изготовителя.

Изолирующие стыки должны располагаться над серединой шпального ящика. При деревянных шпалах с костыльным креплением рельсы, стыкующиеся в изолирующем стыке, за-

крепятся по каждой рельсовой нити противоугонами в «замок» на 13-ти шпалах с обеих сторон стыка. Торцы рельсов в изолирующем стыке не должны иметь наката. Зазор в стыке по всей высоте рельса должен составлять 5—10 мм. Все изолирующие детали стыка должны быть типовых форм и размеров, соответствующих типу рельсов. Места выхода изолирующих прокладок из-под металлических частей должны быть очищены от грязи, мазута, металлической пыли и других загрязнителей.

5.1.5. Балластный слой

Балластный слой, являющийся основанием для рельсовых опор, имеет следующее назначение:

— воспринимать давления от рельсовых опор и упруго передавать их на возможно большую поверхность основной площадки земляного полотна;

— оказывать достаточное сопротивление боковым и продольным смещениям шпал под воздействием поездной нагрузки;

— отводить поверхностные воды от рельсошпальной решетки и не допускать капиллярного подъема влаги из грунтов земляного полотна к рельсовым опорам;

— амортизировать в определенной мере удары подвижного состава из-за неровностей пути и неровностей на поверхности катания колес;

— создавать возможность выправки положения рельсошпальной решетки в плане и профиле.

В соответствии с этим к балластным материалам предъявляются следующие требования: они должны быть достаточно прочными и упругими, хорошо пропускать воду и при намокании не терять устойчивости, не ухудшать своих качеств при многократном замораживании и оттаивании, возможно меньше раздробляться от воздействия механизмов и инструментов, не пылить при проходе поездов, не раздуваться ветром, не размываться дождями.

Лучшими балластными материалами являются щебень из твердых каменных пород и щебень из валунов и гальки. Существенно уступают им карьерный гравий и ракушка. Значительно менее устойчив путь на песчаном балласте.

Зона распределения давления от шпалы в балластном слое постепенно уширяется вниз, поэтому в кажущемся на первый взгляд однородном балластном слое фактически имеется более уплотнен-

ная часть в виде обратного свода. Степень уплотнения балласта в балластной призме закономерно изменяется в соответствии с изменением напряжений сжатия балласта под изгибающейся от нагрузки шпалой. Плотность балласта под шпалой вдоль нее неодинакова: под рельсами балласт наиболее плотен, а к концам и середине шпалы плотность его снижается. В поперечном сечении шпалы давление по нижней ее постели распределяется на балласт тоже неравномерно: наибольшее по продольной оси шпалы, уменьшается к краям постели. С увеличением расстояния от постели шпал в глубину балласта степень неравномерности напряжений уменьшается. Полное выравнивание напряжений вдоль пути происходит в балласте на большой глубине.

Эксперименты и теоретические исследования показывают, что, например, при эюре шпал 1600 шт./км, т. е. при расстоянии между осями шпал 60 см, полное выравнивание напряжений происходит под шпалами на глубине 75 см. Степень неравномерности распределения напряжений становится небольшой, а абсолютные напряжения — менее допускаемых, на глубине примерно 40—45 см.

Шпала никакого специального фундамента под собой не имеет, а все усилия, воспринимаемые ею от несущей конструкции, передает на балласт, в который она заглублена (примерно на 15 см). В естественном состоянии балласт, даже щебеночный, не может нести устойчиво передаваемую на него нагрузку. Для этого его необходимо уплотнять после отсыпки и время от времени в процессе эксплуатации возобновлять уплотнение. Наиболее высокая степень и равномерность уплотнения достигается при использовании для этого специальных путевых машин.

При плотном уплотнении балласта в шпальных ящиках и на откосах, его осадка будет меньше и произойдет постепенно, плавно и равномерно. При рыхлой засыпке балласта в шпальные ящики и на откосах, первыми же прошедшими поездами одними шпалами особо уплотненная «стенка» будет раздавлена, под другими — частично; возможна неравномерная осадка: под одним концом шпалы больше, чем под другим. В результате, только что отремонтированный путь приобретает грубые неровности и потребует больших повторных выправок с подбивкой шпал. При подбивке предпочтительнее применять такие машины, которые уплотняют всю балластную призму.

5.1.5.1. Материалы балластного слоя и требования к ним

На каждый из видов балласта утвержден государственный стандарт. Щебень изготавливают дроблением горных пород согласно ГОСТ 7392-85 «Щебень из природного камня для балластного слоя железнодорожного пути». В зависимости от вида исходной горной породы щебень изготавливают: либо из скальных пород, либо из валунов и гравия.

В соответствии со стандартом к щебню предъявляют требования по зерновому составу; содержанию частиц размером менее 0,16 мм; содержанию дробленых зерен (в щебне из валунов и гравия); прочности; содержанию зерен слабых пород; содержанию глины в комках; морозостойкости; электроизоляционным свойствам.

В зависимости от крупности зерен щебень подразделяют на фракции, размеры зерен которых должны соответствовать указанным в табл. 5.21.

На действующих заводах при наличии мероприятий по переходу к выпуску стандартного щебня фракции 25—60 мм на период реконструкции допускается выпуск щебня фракции 25—70 мм. При этом количество зерен размером от 70 до 90 мм не должно превышать 5 % общей массы щебня. По всем остальным показателям зерновой состав фракции 25—70 мм должен соответствовать значениям, установленным для фракции от 25—60 мм.

Таблица 5.21

Зерновой состав щебня

Размер зерен, мм	Количество зерен			
	крупнее верхнего номинального размера		мельче нижнего номинального размера	
	в пределах размеров, мм	% по массе, не более	Всего	в том числе частиц размером менее 0,16 мм
25—60	60—70	5	5	1,5
	свыше 70	0	—	—
5—25	25—40	10	5	2
	свыше 40	0	—	—

На заводах, работающих на базе гравийно-валунных месторождений с содержанием в горной массе крупных фракций, не обеспечивающем необходимое количество дробленых зерен в щебне, допускается с разрешения ЦП ОАО «РЖД» выпускать щебень с зернами размером 5—40 мм, при этом количество в таком щебне зерен размером 40—70 мм не должно превышать 5 % общей массы щебня, а зерен размером менее 5 мм — не более 5 % общей массы, в том числе частиц размером менее 0,16 мм — не более 2 %.

На железных дорогах общего пользования щебень фракции 25—60 мм и 25—70 мм предназначается для балластировки главных путей; щебень фракций 5—25 мм для балластировки станционных и подъездных путей.

На путях промышленного железнодорожного транспорта применение щебня различных фракций регламентируется отраслевыми правилами ремонта и содержания железнодорожных путей предприятий.

Щебень из валунов и гравия фракции от 25 до 60 мм должен содержать дробленые зерна в количестве не менее 50 % по массе. Дроблеными считаются зерна, поверхность которых околота более чем наполовину. В щебне фракции от 5 до 40 мм дробленых зерен должно быть не менее 40 %, а фракции от 5 до 25 мм — не менее 35 %.

Прочность щебня характеризуется его истираемостью при испытании в полочном барабане или сопротивлением удару при испытании на копре ПМ. В зависимости от показателей механической прочности щебень подразделяют на марки, указанные ниже.

Марка щебня	Истираемость (потеря массы), %
Щебень фракций от 5 до 40, от 25 до 60, от 25 до 70 мм	
И 20	До 20
И 40	Свыше 20 до 40
И 50	Свыше 40 до 50
Щебень фракций от 5 до 25 мм	
И 20м	До 25
И 40м	Свыше 25 до 50
И 50м	Свыше 50 до 65
сопротивление удару, МПа	
У 75	Свыше 75
У 50	Свыше 50 до 75
У 40	Свыше 40 до 50

Для балластного слоя железнодорожного пути должен применяться щебень следующих марок по прочности: И 20, И 20м, И 40, И 40м или У 75, У 50.

Щебень не должен содержать зерен слабых пород в количестве более 10 % по массе. К слабым относятся породы с пределом прочности при сжатии в насыщенном водой состоянии до 20 МПа.

Техническими условиями на работы по ремонту и планово-предупредительной выправке пути установлено, что на путях 1—4-го класса должен быть щебень фракций 25—60 мм, только твердых пород с прочностью по копру ПМ-У 75 и полочному барабану И 20. На путях 4-го класса допускается применение гравийно-песчаного балласта, а на путях 5-го класса — балласт всех видов, применяемых на железнодорожных путях.

Асбестовый балласт представляет собой отходы асбестового производства, которые состоят из дробленных серпентинитов мелких фракций с содержанием небольших количеств некоторых минералов и свободных несортовых волокон хризотил-асбеста. Этот вид асбеста применяется на главных и станционных путях общего пользования, подъездных путях промышленных предприятий и новых линиях при осевых вагонных нагрузках до 250 кН на ось.

Для обеспечения несущей способности асбестового балласта в нем должны быть крупные (размером 10—25 мм) и мелкие зерна серпентинита, а также свободные волокна несортового хризотил-асбеста. Во избежание появления выплесков и сохранения межремонтных сроков допускается содержание частиц размером менее 0,14 мм лишь до 20 %.

Асбестовому балласту присуща способность интенсивно впитывать воду, но медленно ее отдавать. Он способен сильно уплотняться (коэффициент уплотнения призмы под шпалой 1,25—1,35). В уплотненном состоянии он имеет небольшой коэффициент фильтрации и относится к плохо дренирующим материалам. В то же время для асбестового балласта характерна значительная высота капиллярного поднятия воды. Все это способствует предохранению основной площадки земляного полотна от переувлажнения и, следовательно, ликвидации пучин.

Отличительной особенностью асбестового балласта является то, что в процессе эксплуатации на его поверхности появляется корка. Образовавшаяся на поверхности призмы прочная корка пре-

пятствует проникновению воды в глубину балластного слоя и испарению влаги из глубинных слоев призмы. Это способствует сохранению примерно постоянного температурно-влажностного режима внутри призмы, что предохраняет деревянные шпалы от растрескивания и гниения. Поверхностная корка препятствует также прониканию внутрь призмы засорителей, что обеспечивает продление сроков между заменами балласта.

Постоянный температурно-влажностный режим и отсутствие засорителей внутри балластного слоя обеспечивают примерно одинаковое электрическое сопротивление балласта в любую погоду, что положительно сказывается на работе рельсовых цепей автоблокировки.

С 1982 г. введен ГОСТ 24580-81 «Балласт из отходов асбестового производства», утверждены технические указания по применению асбестового балласта для железнодорожного пути действующей сети железных дорог (ЦПТ-12). Вместе с этим в настоящее время по экологическим требованиям применение асбестового балласта не рекомендовано и при ремонтах пути он должен заменяться на щебеночный.

С 1979 г. введен ГОСТ 7394-77 «Гравийный и гравийно-песчаный балласт для железнодорожного пути», который в зависимости от зернового состава предусматривает две разновидности балласта: гравийный и гравийно-песчаный. Эти балласты являются галечно-гравийно-песчаной смесью, образованной в результате естественного разрыхления горных пород.

В гравийном балласте зерна размером от 3 до 60 мм должны содержаться по массе от 40 до 80 %, зерна от 60 до 100 мм — не более 10 %, зерна менее 0,14 мм — не более 10 %. В гравийно-песчаном балласте, зерна от 0,63 до 3 мм могут содержаться по массе до 100 %, зерна менее 0,14 мм — не более 16 %.

При балластном слое из щебня между ним и земляным полотном устраивают песчаную подушку. Обычно для подушки используют годную часть прежнего песчаного или гравийного балластного слоя. Такая подушка толщиной не менее 20 см необходима для увеличения общей толщины балластного слоя, а также для предотвращения взаимного проникновения щебня в грунт земляного полотна, а грунта земляного полотна — в щебеночный слой. При земляном полотне из скальных грунтов, а также из частиц крупных или средnezернистых песков песчаную подушку не устраивают.

Балластную призму из асбестового балласта при дренирующих грунтах, карьерного гравия, ракушки делают однослойной.

5.1.5.2. Типовые поперечные профили балластной призмы

Ширину балластной призмы определяют из условия сохранения ее устойчивого положения и шпал в ней под действием поездных нагрузок и при достаточной ширине обочин земляного полотна. Толщину балластного слоя под шпалой определяют с учетом достижения необходимого уменьшения и выравнивания напряжений от нагрузок подвижного состава, передаваемых на балласт через шпалы.

Крутизна откосов балластной призмы при всех видах балласта должна быть 1:1,5, а песчаной подушки — 1:2.

Ширина плеча призмы на участках бесстыкового пути должна быть не менее 40 см вне зависимости от класса пути.

Ширина обочины на участках, где ее увеличение связано с работами по переустройству земляного полотна или уменьшением отметок пути более чем на 15 см.

При трехслойной призме толщина слоя балласта под шпалой исчисляется из суммы толщины асбеста и щебня.

Конструкция балластной призмы (рис. 5.28) должна соответствовать техническим условиям и типовым поперечным профилям балластной призмы. Размеры балластной призмы и обочин земляного полотна приведены в табл. 5.22.

Таблица 5.22

**Размеры балластной призмы и обочин земляного полотна
в зависимости от класса пути**

Класс пути	Толщина балластного слоя под шпалой $h_{ш}$ (в кривых — под внутренней нитью), см	Толщина песчаной подушки $h_{п}$, см	Ширина плеча призмы d , см	Крутизна откосов призмы
1; 2	35/40	20	40/45	1:1,5
3	35/40	20	35/40	1:1,5
4	25/30	20	25/35	1:1,5
5	20	15	20/25	1:1,25/1:1,5

Примечание. В числителе — для деревянных шпал; в знаменателе — для железобетонных.

Расстояние между заложением откоса призмы и балластной подушки на уровне основной площадки земляного полотна — 15 см. Поверхность балластной призмы должна быть на 3 см ниже верхней постели деревянных шпал и находиться в одном уровне с верхом средней части железобетонных шпал. Планировка поверхности асбестового балласта должна обеспечивать сток воды с пути и междупутий. Применение асбеста в верхнем слое балластной призмы при скоростях движения более 140 км/ч не допускается.

Техническое содержание балластной призмы проводится в соответствии с типовыми поперечными профилями, приведенными на рис. 5.28.

На двух- и многопутных участках пути ширина балластной призмы поверху увеличивается на размеры уширений междупутий в кривых. В выемках поперечное сечение балластной призмы имеет такие же очертания, как на насыпях.

Поверхность балластной призмы на прямых однопутных участках пути должна быть спланирована с уклоном $i = 7 \div 8 \text{ ‰}$ от оси пути в стороны обочин для обеспечения стока поверхностных вод. На двухпутных линиях такие же уклоны устраиваются от оси междупутья. Поверхность призмы планируется так, чтобы она была на 3 см ниже верхней постели деревянных шпал по оси пути на однопутных линиях и у торца шпалы со стороны междупутья на двухпутных линиях. При железобетонных шпалах в этих сечениях поверхность балластной призмы должна находиться в одном уровне с верхом шпал. Поверхность балластной призмы в кривых участках однопутных линий планируется с уклоном, соответствующим возвышению наружного рельса.

На балластной призме располагаются железнодорожные пути. В пределах станций пути и стрелочные переводы по характеру и интенсивности работы разделяются на 4 группы: I группа — главные пути отдельных пунктов, приемо-отправочные пути для безостановочного пропуска поездов, а также съезды между главными путями; II группа — сортировочные пути в пределах сортировочных горок и горловин сортировочных парков; III группа — приемо-отправочные и сортировочные пути, не относящиеся к I и II группам, вытяжные и деповские ходовые пути; IV группа — все остальные станционные пути.

На главных путях станций, разъездов и обгонных пунктов, на приемо-отправочных путях, предназначенных для безостановоч-

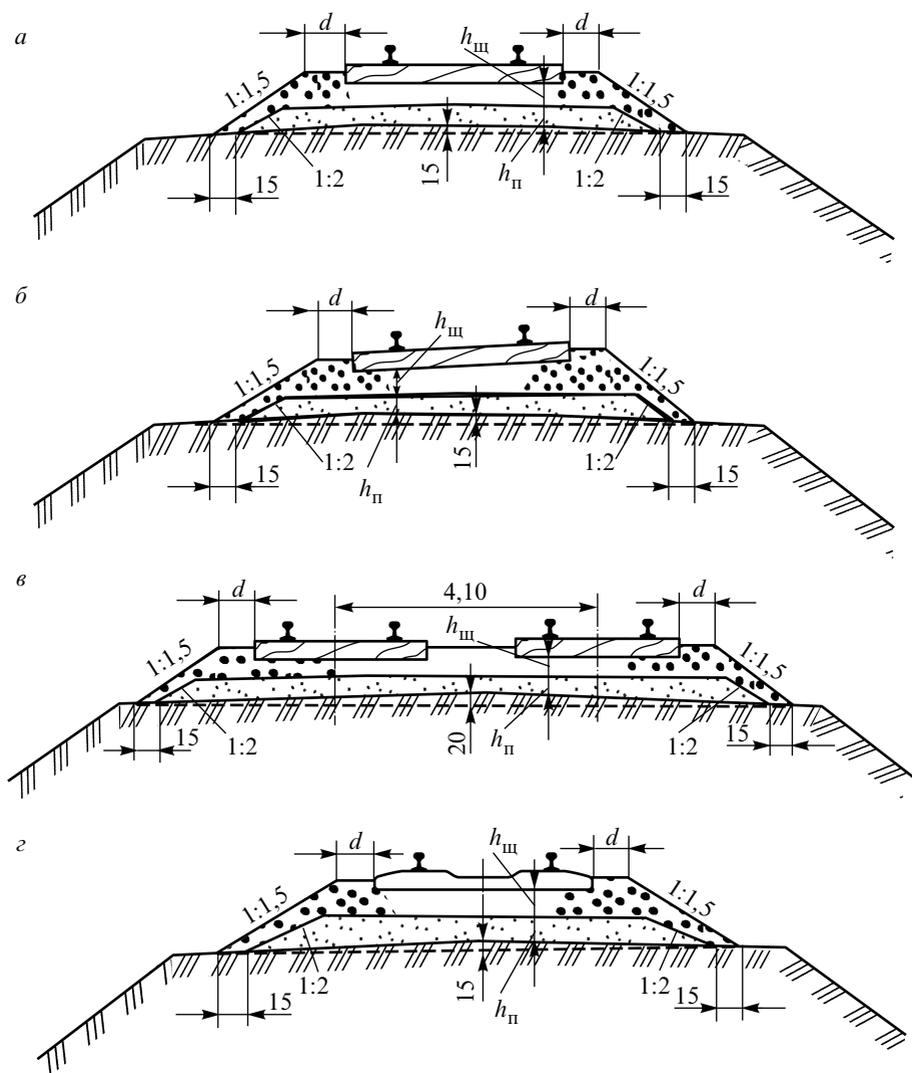
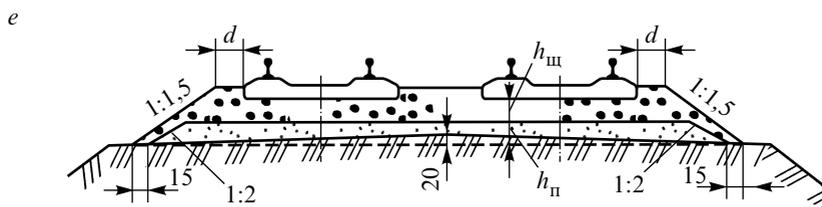
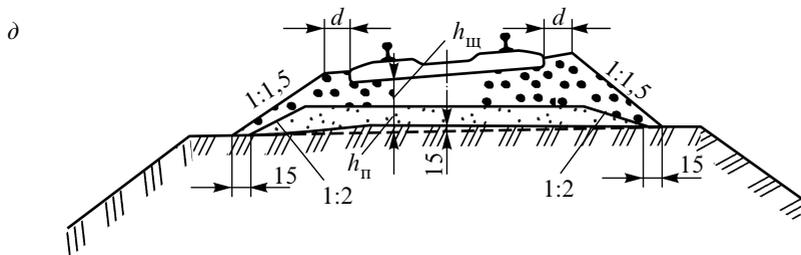
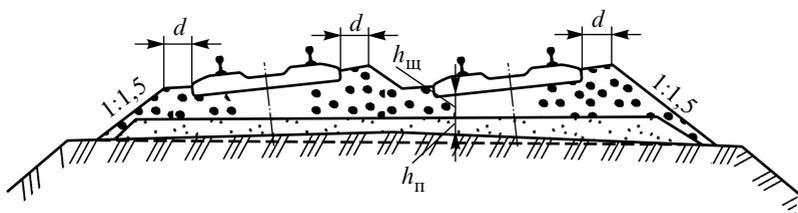


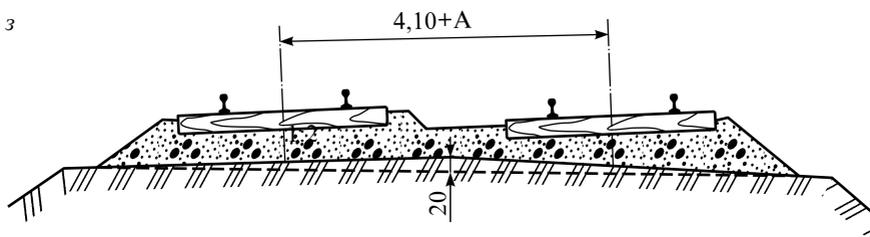
Рис. 5.28. Поперечные профили
a, б, в — из щебня при деревянных шпалах (*a* — на прямом однопутном участке; железобетонных шпалах (*б* — на прямом однопутном участке; *в* — в кривой; карьерного гравия, ракушки, песка при деревянных шпалах в кривой на двухпутном
 слоя песчаной подушки; *d* — плечо балластной призмы;



жс



з



балластной призмы:

δ — в кривой; ϵ — на прямом двухпутном участке); $г$, δ , $е$, $жс$ — из щебня при $е$ — на прямом двухпутном участке; $жс$ — в кривой двухпутного участка); $з$ — из участка; h_{III} — толщина щебеночного балластного слоя под шпалой; h_{II} — толщина A — уширение междупутья в кривой по условиям габарита

ного пропуска поездов, а также на подъездных путях грузонапряженностью более 6 млн т км/км брутто в год (на участках не производится маневровая работа) размеры балластной призмы и фракции щебня должны быть такими же, как и на перегоне. На других приемо-отправочных и прочих станционных путях, как правило, применяют однослойную балластную призму — асбестовую, гравийно-песчаную, ракушечную.

При железобетонных шпалах толщина слоя щебня увеличивается на 5 см (см. табл. 5.22). Все междупутья на станционных путях заполняют тем же щебнем, которым балластируют путь. Однако при расстоянии между осями смежных станционных путей более 6,5 м (а на подходах к станциям более 5 м) допускается устраивать балластный слой смежных путей раздельным.

5.1.5.3. Защита щебеночного балласта от засорений

Балластный слой с течением времени засоряется: часть загрязняющих материалов попадает с проходящих поездов, особенно при перевозке угля и руды, а также накапливается в балласте вследствие измельчения его при подбивках. Интенсивность засорения балласта зависит от грузонапряженности линии. Загрязняется балласт и от приносимой ветром пыли и органических частиц, что зависит в основном от времени. Особенно быстро засоряется щебеночный балласт. Наиболее сильно засоряется щебень в верхней части шпальных ящиков, у боковых граней шпал и у торцов, а также под подошвой, усиливаясь от краев их к середине. При гравийно-песчаном и ракушечном балласте наиболее интенсивное засорение происходит непосредственно под шпалами.

По мере накопления засорителей ухудшаются дренирующие свойства балласта. Установлено, что коэффициент фильтрации при увеличении засорения балласта вначале хотя и снижается, но остается еще в допустимых пределах. Для щебня наибольший допустимый процент засорения (содержание частиц мельче 25 мм) по массе равен 20 % (из них мельче 0,1 мм — 5 %).

Для защиты балластного слоя от засорения проводятся профилактические мероприятия в местах погрузки сыпучих грузов, устраивают укрытия балластной призмы. К профилактическим мероприятиям относятся обметание рамы, триангелей и тормозных устройств вагонов после погрузки угля, руды и других сыпучих материалов; исключение погрузки балласта в вагоны и на плат-

формы, имеющие щели; сметание засорителей с асбестового, песчаного, гравийного и ракушечного балластов; уничтожение травы опрыскиванием специальными химическими растворами или своевременная ручная прополка ее там, где нет возможности применять опрыскивание.

На участках интенсивного загрязнения балластного слоя применяют трехслойную балластную призму. Засорители с поверхности балластной призмы периодически убирают, а покрывающий слой пополняют до установленных размеров.

5.2. Верхнее строение пути на мостах, путепроводах и в тоннелях

Путь на мостах (мостовое полотно) укладывается на балласт, на деревянных или железобетонных шпалах (рис. 5.29), деревянных поперечинах (рис. 5.30), на металлических поперечинах и безбалластных железобетонных плитах (рис. 5.31). Конструкция мостового полотна должна соответствовать техническим нормам и требованиям, изложенным в Указаниях по устройству и конструкции мостового полотна на железнодорожных мостах.

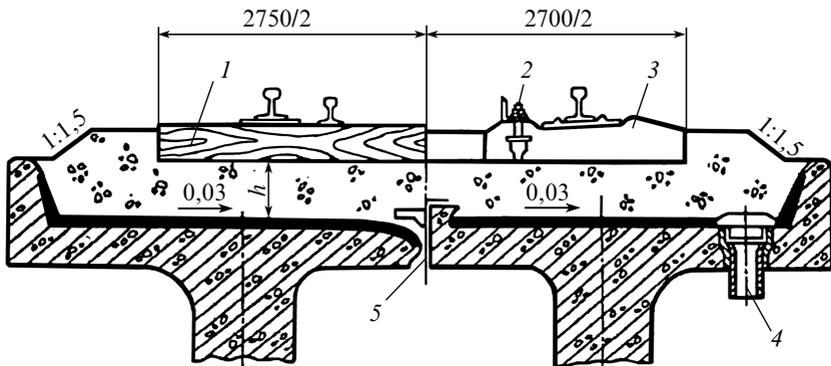


Рис. 5.29. Мостовое полотно, уложенное на балласт на деревянных (слева) и железобетонных (справа) шпалах:

1 — деревянные шпалы; 2 — закладной болт крепления контруголка; 3 — железобетонная шпала марки Ш1-1М с контруголками; 4 — дренажная трубка; 5 — дренажная щель

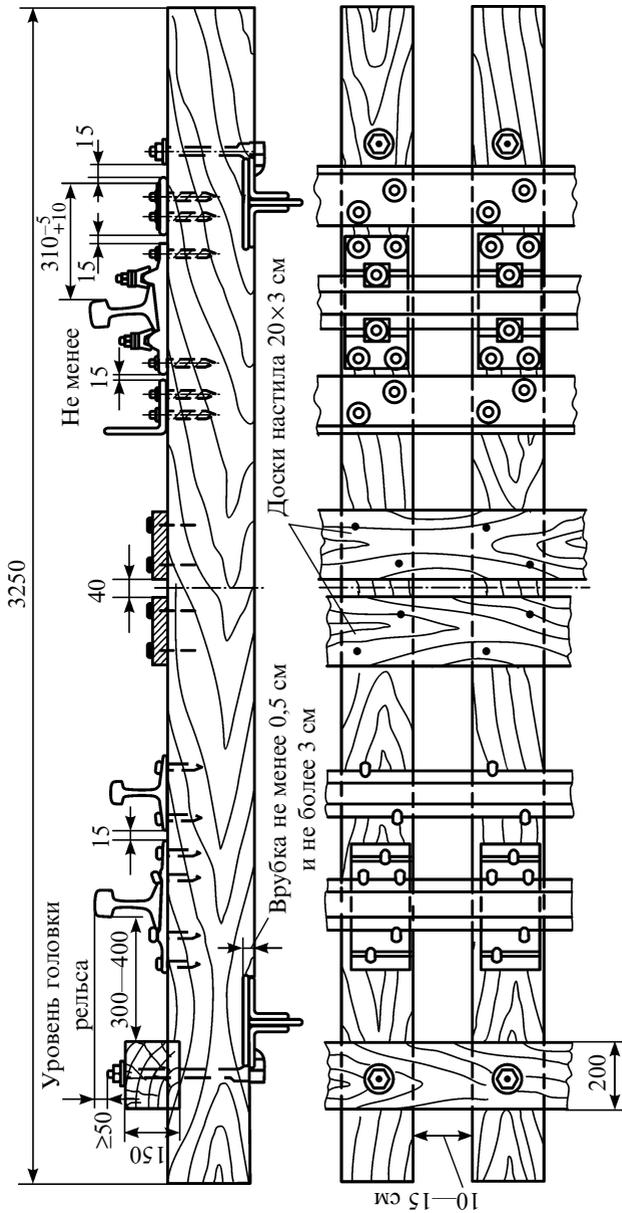


Рис. 5.30. Мостовое полотно на деревянных поперечинах (мостовых брусках):

слева — с контррельсами, противоугонным (охранным) брусом и костыльным скреплением рельсов; справа — с контруголками, противоугонным (охранным) уголком и клеменно-шпунтовым креплением рельсов

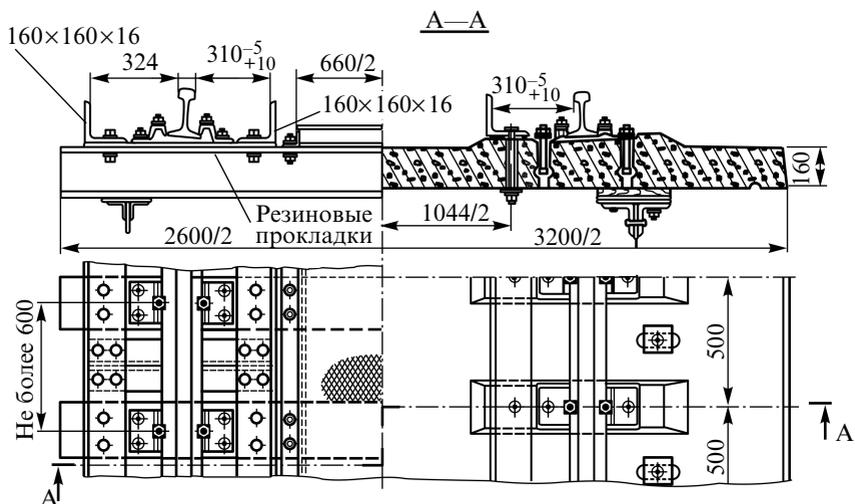


Рис. 5.31. Мостовое полотно на металлических поперечинах (слева) и безбалластных железобетонных плитах (справа)

В качестве балласта на мостах и подходах к ним применяется щебень из твердых пород. Путь на мостах и подходах, эксплуатируемый на асбестовом балласте, в плановом порядке переводится на щебеночный балласт. На перегонах, где путь эксплуатируется на асбестовом балласте, допускается его укладка на малых мостах. На подходах к мостам с безбалластной проезжей частью при необходимости следует устраивать участки переходного пути по проектам, согласованным с ЦП ОАО «РЖД».

Ширина плеча балластной призмы должна быть не менее 35 см. На путях 4-го и 5-го классов на прямых участках пути и в кривых радиусом 600 м и более, допускаемая ширина плеча балластной призмы — не менее 25 см. При недостаточной ширине балластного корыта для размещения балластной призмы требуемых размеров должны приниматься меры против осыпания балласта с моста.

Толщина слоя балласта под шпалой (А) в подрельсовой зоне должна быть не менее 25 см. Максимальная толщина балластного слоя под шпалой не должна превышать 40 см, а на мостах с откидными консолями — 35 см.

Путь в тоннелях может быть как на балласте, так и безбалластным. Балласт в тоннелях и на подходах к ним на протяжении не

менее 200 м в каждую сторону должен быть щебеночным при толщине слоя под шпалой не менее 25 см. В случаях, когда габарит тоннеля не позволяет иметь указанную толщину балластного слоя, допускается толщина не менее 20 см, а в исключительных случаях — по согласованию с ЦП ОАО «РЖД» — не менее 15 см. Безбалластный путь в тоннелях устраивается по специальным проектам.

Число шпал на 1 км пути в тоннелях увеличивается до 2000 шт. (вместо 1840 шт.), на перегонах — соответственно до 1840 шт. (вместо 1600 шт.). На больших мостах и в тоннелях длиной более 100 м и на всех мостах с разводными пролетами, а также на подходах к указанным мостам и тоннелям укладываются термоупрочненные рельсы Р65; на остальных мостах и в тоннелях — те же рельсы, что на перегонах. На мостах и в тоннелях, а также на подходах к ним не допускается укладка рельсов разных типов и рельсовых рубок (кроме случаев производства временных и ремонтных работ).

Стыки рельсов на мостах располагают по наугольнику. Стыковые зазоры должны устанавливаться в соответствии с температурным расширением рельсов, как и на прилегающих участках пути. На мостовых брусьях с безбалластным полотном стыки устраивают как на весу, так и над брусьями. При езде на балласте стыки располагают на весу. Стыки рельсов не следует располагать ближе 2 м от задней грани устоев моста, а в арочных мостах — от деформационных швов и замка свода. Не рекомендуется также размещать стыки над разрывами продольных балок и над поперечными балками.

При костыльном скреплении рельсы и подкладки на мостах и в тоннелях прикрепляются на каждом конце бруса (шпалы) пятью костылями, а при раздельном скреплении **КБ** — так же, как и на главном пути с таким раздельным скреплением.

Угон пути на мостах не допускается. В случаях, когда при типовом креплении пути на подходах к мосту угон все же передается на мостовое полотно, крепление пути от угона производится также и на мосту постановкой пружинных противоугонов, число которых определяется расчетом, около неподвижных опорных частей. На мостах с мостовыми брусьями противоугоны ставятся у брусьев, прикрепленных к продольным балкам противоугонными уголками, а на мостах с ездой на балласте — так же, как и на пути со шпалами. В тоннелях с балластным верхним строением крепление пути от угона производится так же, как и на пути со шпалами, а в тоннелях с безбалластным верхним строением — по специальному проекту.

Крепление мостового полотна (мостовых брусьев, безбалластных плит, металлических поперечин) осуществляют в соответствии с Указанием по устройству и конструкции мостового полотна на железнодорожных мостах. Другие способы крепления мостового полотна допускаются с разрешения ЦП ОАО «РЖД».

На участках, оборудованных автоблокировкой, зазор между рельсовыми подкладками и контруголками или костылями, прикрепляющими контррельсы к мостовым брусьям, а также между шайбами лапчатых болтов и рельсовыми подкладками и противогононными (охранными) уголками должен быть не менее 15 мм. Контруголки (контррельсы) укладывают в следующих случаях:

- на мостах с ездой на балласте, имеющих полную длину более 50 м или расположенных в кривых радиусом менее 600 м;

- на путепроводах с ездой на балласте при полной длине сооружения более 25 м, а также при расположении их на кривых радиусом менее 1000 м;

- на мостах и путепроводах с ездой на металлических или деревянных поперечинах (мостовых брусьях), безбалластных железобетонных плитах при длине мостового полотна более 5 м или расположении их на кривых радиусом менее 1000 м;

- на путях, расположенных под путепроводами и пешеходными мостами с опорами стоечного типа при расстоянии от оси пути до грани опоры менее 3 м;

- в двухпутных тоннелях;

- на многопутных мостах со сплошным балластным корытом (только по крайним путям).

В качестве охранных приспособлений на эксплуатируемых мостах, путепроводах и в тоннелях могут сохраняться контррельсы до капитального ремонта пути.

Контруголки должны иметь сечение 160×160×16 мм. На эксплуатируемых мостах впредь до их переустройства или капитального ремонта допускается укладка контруголков меньшего сечения, но не менее 150×100×14 мм. Для контруголков (контррельсов) должны использоваться рельсы (уголки) длиной не менее 6 м. Стыки контррельсов соединяются типовыми четырехдырными накладками.

Контруголки прикрепляются к каждому брусу (деревянной шпале) двумя костылями или шурупами через отверстия диаметром 25—27 мм в горизонтальной полке уголка, а контррельсы пришиваются к брусьям (шпалам) двумя костылями или шурупами; при же-

лезобетонных шпалах **ШП—Ш** (укладываются на мостах с ездой на балласте) контруголки прикрепляются к шпалам закладными болтами. Контруголки (контррельсы) протягиваются до задней грани устоев или закладных щитов, далее их концы на протяжении не менее 10 м пути сводятся «челноком», заканчивающимся башмаком.

На путях под путепроводными мостами и в тоннелях контруголки (контррельсы) укладываются на протяжении ширины сооружения (длины тоннеля) и затем их концы сводятся «челноком», как на мостах.

5.3. Верхнее строение пути новых и реконструируемых железнодорожных линий

Согласно СНиП 32-01-95 «Железные дороги колеи 1520 мм» новые железнодорожные линии и подъездные пути, дополнительные главные пути и усиливаемые (реконструируемые) существующие линии в зависимости от их назначения в общей сети железных дорог характера и размера перевозок подразделяются на категории, приведенные в табл. 5.23.

Таблица 5.23

Категории железных дорог

Категория	Назначение	Расчетная годовая приведенная грузо-напряженность, нетто млн т·км/км
Скоростные	Железнодорожные магистральные линии для движения пассажирских поездов со скоростью свыше 160 до 200 км/ч	—
Особо грузо-напряженные	Железнодорожные магистральные линии для большого объема грузовых перевозок	свыше 50
I	Железнодорожные магистральные линии	свыше 30 до 50
II	То же	свыше 15 до 30
III	То же	свыше 8 до 15
IV	Железнодорожные линии	до 8
—	Внутристанционные соединительные и подъездные пути	независимо от грузонапряженности

В главные пути в пределах станций, разъездов и обгонных пунктов укладывают рельсы того же типа, что принят для главного пути прилегающих перегонов, а на приемоотправочных путях — на один тип ниже, но не ниже Р50. Допускается укладка старогодных рельсов того же типа, что и на перегоне.

На сортировочных, вытяжных, погрузочно-разгрузочных, деповских и других станционных путях укладывают старогодные рельсы типа не ниже Р50; в горловинах сортировочных горок, перерабатывающих более 1500 вагонов в сутки, — рельсы Р65 новые, а на горках меньшей мощности — рельсы Р65 старогодные.

В подгорочных парках в пределах тормозной зоны обязательной является укладка рельсовых плетей.

Род и число шпал на главных путях в пределах станций, разъездов и обгонных пунктов должны соответствовать нормам, установленным для перегонов, приемоотправочных путях, сортировочных горках и в сортировочных парках по нормам — не ниже IV категории. На горках с перерабатывающей способностью более 1500 вагонов в сутки род и число шпал принимают по нормам II категории. На прочих станционных путях укладывают деревянные шпалы II типа или старогодные железобетонные шпалы не менее 1600 шт./км. В пределах закрестовинных кривых число шпал назначается из расчета не менее 1840 шт./км, а на главных путях — 2000 шт./км.

Ширину балластной призмы поверху на прямых однопутных участках (при всех видах балласта) устанавливают не менее:

3,85 м — на скоростных, особогрузонапряженных линиях и линиях I и II категорий;

3,65 м — на линиях III категории;

3,45 м — на линиях IV категории.

На кривых участках пути толщину балластной призмы принимают с учетом возвышения наружного рельса при сохранении под внутренним рельсом балластного слоя толщиной, установленной для прямых участков в соответствии с табл. 5.24.

На кривых участках пути радиусом менее 600 м ширину балластной призмы увеличивают с наружной стороны на 0,1 м. На двухпутных участках ширину балластной призмы поверху увеличивают на ширину междупутья.

Крутизна балластной призмы при всех видах балласта должна быть 1:1,5; для песчаной подушки — 1:2.

Характеристики верхнего строения пути на железнодорожных линиях

Показатель	Категории железнодорожных линий					
	скоростные	особо грузонапряженные	I	II	III	IV
Тип рельсов	Р75—Р65	Р75—Р65	Р75—Р65	Р65	старотодные Р75—Р65 новые Р65	Р65—Р65
Род шпал	Деревянные I типа или железобетонные					
Число шпал на 1 км пути, шт. : на прямых и кривых радиусом 1200 м и более на кривых радиусом менее 1200 м	2000	2000	2000	1840	1840	1840
	2000	2000	2000	2000	1840	1840
Толщина балластного слоя под шпалой, см: щебеночный или асбестовый (числитель) на песчаной подушке из песка (знаменатель) на пути с деревянными шпалами то же, с железобетонными асбестовый на пути с деревян- ными шпалами то же, с железобетонными гравийно-песчаный	30/20	35/20	30/20	30/20	25/20	25/20
	35/20	40/20 50	35/20 50	35/20 50	30/20 45	30/20 35
		55	55	55	50	35 30

Поверхность балластной призмы должна быть на 3 см ниже постели деревянных шпал и находиться в одном уровне с верхом средней части железобетонных шпал. Планировку поверхности асбестового балласта выполняют с уклоном 0,01 в обе стороны от оси земляного полотна, а на наружном пути в кривых — в сторону междупутья с устройством продольных и поперечных водоотводов.

Вид балласта и его толщина на главных путях станций, разъездов и обгонных пунктах должны соответствовать нормам, установленным для перегонов. На приемоотправочных путях и других станционных путях устраивают однослойную призму из гравийного или гравийно-песчаного балласта, допускается применение щебеночного балласта фракций 5—25 мм или асбестового балласта на песчаной подушке.

Толщину балластного слоя под шпалой на станционных путях, кроме главных, принимают не менее 30 см, отсыпаемом на земляном полотне из глинистых грунтов, мелких и пылеватых песков, и не менее 25 см — на земляном полотне из грунтов скальных, крупнообломочных пород и песков, за исключением мелких и пылеватых. При использовании щебеночного или асбестового балласта на песчаной подушке толщина верхнего слоя должна быть не менее 20 см, песчаной подушки — 15 см.

Междупутья шириной до 6,5 м заполняют балластом. Поверхности балласта между торцами шпал смежных путей придают поперечный уклон в соответствии с поперечным уклоном верха земляного полотна станционной площадки (для асбестового не менее 0,01). При этом разность отметок по высоте головок рельсов смежных путей должна быть не более 0,15 м. При усилении путей (реконструкции) станции, когда исключена возможность заноса пути снегом или песком, разность отметок головок рельсов главных и смежных с ним путей в обоснованных случаях увеличивают до 0,25 м.

При расстоянии между осями путей на станциях более 6,5 м допускается отдельное устройство балластного слоя смежных путей, при этом обеспечивается отвод воды из междупутья.

Поверхность балластного слоя на станционных путях должна быть на 3 см ниже верхней постели переводных брусьев и деревянных шпал и в одном уровне с верхом средней части железобетонных шпал. Планировка поверхности асбестового балласта должна обеспечивать сток воды с пути.

Для пути на мостах применяют железобетонные и деревянные шпалы на щебеночном или асбестовом балласте, безбалластные железобетонные плиты. Толщина балласта под шпалами в подрельсовой зоне принимается не менее 0,25 м, а на реконструируемых мостах в исключительных случаях — не менее 0,2 м. Асбестовый балласт толщиной слоя под шпалой 0,2 м укладывают на дренирующую прослойку, состоящую из нетканого материала, располагаемого на слое щебня фракции 5—25 мм.

5.4. Бесстыковой путь

Бесстыковой путь в мировой практике устройства железнодорожного пути стал основной конструкцией верхнего строения пути. По сравнению со звеньевым путем применение его дает существенный экономический эффект. Из-за лучшего взаимодействия пути и подвижного состава обеспечивается более высокая комфортабельность езды; увеличиваются надежность работы всех технических средств железнодорожного транспорта и межремонтные сроки, особенно пути и подвижного состава; уменьшаются расходы на их текущее содержание и тягу поездов; улучшается экологическая ситуация в результате снижения шума и уменьшения пыли, а также в связи с возможностью применения железобетонных шпал вместо более дорогих деревянных, требующих пропитки вредными для здоровья масляными антисептиками.

В отличие от звеньевого пути в рельсовых плетях бесстыкового пути возникают продольные температурные силы. Величина этих сил зависит от разницы температуры рельсов в момент ее измерения и температуры рельсов во время их закрепления на шпалах. При повышении температуры возникают продольные сжимающие силы, а при понижении — растягивающие. Эти силы, как и на звеньевом пути, не должны вызывать в самое жаркое время выброс рельсо-шпальной решетки, а в самое холодное время — излом рельса или разрыв стыка на конце рельсовой плети с образованием большого зазора.

При ремонтных работах в рельсовых плетях могут возникать дополнительные (к температурным) продольные силы. Поскольку эти работы часто сопровождаются еще и с ослаблением связи рельсо-шпальной решетки с балластом, необходимо в ходе работ обеспечивать выполнение требований по соблюдению допусков в

отступлениях температуры рельсов от температуры их закрепления во время производства ремонтов. На участках бесстыкового пути требуется соблюдение правил, изложенных в Технических указаниях по устройству, укладке, содержанию и ремонту бесстыкового пути, утвержденных МПС РФ в 2000 г. (ТУ-2000).

5.4.1. Особенности устройства и работы бесстыкового пути

Главный элемент бесстыкового пути — рельсовые плети — это рельсы длиной до 25 м, сваренные между собой на рельсосварочных предприятиях (РСП) в длину до 800 м, а затем на месте, при укладке в путь, соединенные друг с другом контактной сваркой с помощью передвижной рельсосварочной машины (ПРСМ). Максимальная длина рельсовой плети не ограничена. Укладка коротких плетей, длиной менее 800 м, нежелательна, поскольку такие плети требуют значительно больших расходов на содержание. На пути с плетями длиной менее 400 м расходы на текущее содержание превышают затраты на содержание звеньевой конструкции. На коротких плетях особенно трудно содержать рельсовые крепления из-за продольных температурных перемещений на концевых участках. Эти перемещения в период эксплуатации существенно изменяют напряженно-деформированное состояние бесстыкового пути.

Бесстыковой путь, как и звеньевой, не должен подвергаться угону. Для этого промежуточные крепления должны обеспечивать постоянное прижатие рельса к шпале. Наибольшее распространение на сети отечественных железных дорог на бесстыковом пути с железобетонными шпалами получило крепление типа КБ; относительно реже используются крепления типа ЖБР и АРС. Возможна укладка бесстыкового пути на деревянных шпалах, в том числе на малодолятельных участках с применением костыльного крепления. В последнем случае противоугоны на каждой шпале устанавливаются с двух сторон — «в замок» (ТУ-1991). В процессе эксплуатации натяжение болтов крепления ослабевает. При недостаточном внимании к содержанию крепления (смазке и подтягиванию болтов) происходит ослабление прижатия рельса к шпале и начинается угон, который приводит к очень быстрому разрушению всей конструкции верхнего строения пути из-за перекоса и кантования шпал, смятия резьбы, изолирующих и упругих дета-

лей. На угоняемых участках, в их начале возникают дополнительные растягивающие, а в конце — дополнительные сжимающие продольные силы. Первые в сумме с температурными силами могут привести к разрыву рельсовой нити; вторые — к выбросу рельсошпальной решетки. В связи с этим предотвращение и профилактика угона должны быть приоритетной целью устройства и содержания бесстыкового пути, так как допустить угон несоизмеримо легче, чем затем его устранить.

Рельсовые плети, если они не сварены между собой, то соединяются при отсутствии изолирующих стыков двумя или тремя парами рельсов длиной 12,5 м. Например, в России соединение двумя парами применено на Калининградской, Приволжской, Северо-Кавказской и Юго-Восточной железных дорогах, тремя — на всех остальных. Изолирующий стык, обеспечивающий сопротивление разрыву не менее 1,5 МН, располагают в середине второй пары рельсов. Высокопрочный клеболтовой изолирующий стык, имеющий сопротивление разрыву не менее 2,5 МН (АпАТэк), допускается вваривать в середину плети (без уравнильных рельсов). Устройство уравнильных пролетов предполагает достаточно частую (сезонную и эпизодическую) необходимость перезакрепления рельсовых плетей (так называемая разрядка напряжений). Практика показала, что при закреплении плетей при достаточно высокой температуре рельсов (в оптимальном температурном интервале) ни периодическое, ни эпизодическое перезакрепление, как правило, не требуется.

На уравнильных пролетах в холодное время года зазоры в стыках максимально увеличиваются, уже к середине или к концу зимы (январь, февраль). Зазоры зависят от продольной растягивающей силы, длительности ее действия, качества закрепления плетей на концевых 200-метровых участках и от начальной величины в момент закрепления рельсов. При раскрытии зазора зимой до опасной величины — больше конструктивного (22 мм), чтобы не допустить разрыва стыка, уравнильный рельс необходимо заменять на удлиненный. Такая дополнительная работа создает потенциальную опасность выброса пути весной при повышении температуры рельсов, если вовремя не заменить этот удлиненный рельс на нормальный. Чтобы не производить такие работы, при закреплении рельсовых плетей в оптимальном температурном интервале зазоры следует устанавливать нулевыми или близкими к ним.

Ежегодно болты скрепления на концевых 200-метровых участках следует подтягивать в конце лета или в начале осени при нулевых или близких к ним значениях зазоров в уравнительном пролете. На остальной части рельсовых плетей периодически болты подтягивать можно в любое время года. На участках бесстыкового пути, состоящих из коротких рельсовых плетей, предложенная выше мера трудно выполнима.

На бесстыковом пути немаловажно поддерживать нормальные размеры и состояние балластной призмы. Балласт, как правило, — щебеночный (может быть гравийный или асбестовый), должен плотно прилегать к шпалам, прежде всего по их нижней постели, что осуществляется с помощью подбивки при выправке пути. Плотное прилегание балласта обеспечивает стабильное положение рельсо-шпальной решетки в профиле, плане и в продольном направлении не менее чем на 80 %. Остальные 20 % сопротивления перемещениям во всех трех плоскостях обеспечивает щебень, находящийся в шпальных ящиках, на плече балластной призмы и на ее откосе.

Существует ошибочное представление о том, что размер плеча балластной призмы непосредственно оказывает решающее влияние на сопротивление сдвигу шпал поперек оси пути. Плечо необходимо, прежде всего, для предотвращения интенсивного отрясения концов шпал, которое затем ведет к просадкам путевой решетки и значит к неплотному прилеганию балласта к нижней постели шпал. По длине шпал балласт следует подбивать и уплотнять на всей длине от концов, за исключением 60 см на их середине. Излишне плотное прилегание балласта к середине шпал ведет к более интенсивному отрясению их концов, а затем и к поперечному излому.

Железобетонные шпалы в отличие от деревянных имеют максимальные прогибы на концах (деревянные — в подрельсовом сечении). Эта особенность увеличивает интенсивность накопления остаточных деформаций в балласте. На железобетонных шпалах динамические силы, передаваемые на балласт (особенно в стыках), также значительно выше, чем на деревянных. Это обстоятельство позволяет железобетонные шпалы применять только на бесстыковом пути. Исторически сложилось так, что на отечественных железных дорогах звеньевой путь применяют на деревянных шпалах, а бесстыковой на железобетонных. Звеньевой

путь на железобетонных шпалах применять нельзя, так как на такой конструкции без очередного ремонта не удастся избежать аварийного состояния за период примерно в 2 раза меньший, чем на бесстыковом пути.

Состояние земляного полотна оказывает значительное влияние на работу верхнего строения пути. Представление о том, что при любых болезнях земляного полотна нужно отказываться от применения бесстыкового пути, является ошибочным. При возникновении на больных участках просадок интенсивность их нарастания при отсутствии стыков будет меньше. Даже в случае резких просадок или сдвигов на звеньевом пути возникли бы углы (в стыках) более опасные для движения поездов, чем на бесстыковом.

Для обеспечения устойчивости рельсошпальной решетки при высоких температурах на бесстыковом пути необходимо на участках с большим земляным полотном иметь увеличенную температуру закрепления рельсовых плетей (может быть — выше оптимальной). Такую меру борьбы с осадками или сдвигами следует сочетать с лечением больного места, что обычно должно быть предусмотрено проектом капитального ремонта.

На участках бесстыкового пути не должно быть ограничений по показателям плана и профиля. Однако на кривых с малым радиусом, как и на звеньевом пути, возникают проблемы, связанные с боковым износом наружного рельса и сдвигом рельсошпальной решетки поперек оси под действием продольных температурных сил в рельсах и боковых сил от подвижного состава. В связи с этим на кривых с малыми радиусами рекомендуется проведение технико-экономического обоснования применения бесстыкового пути, в котором следует учесть необходимость в период между капитальными ремонтами проведение замены изношенных рельсов по наружной нити. Для уменьшения интенсивности бокового износа наружной нити следует предусмотреть применение рельсов повышенной износостойкости (Р65К) и лубрикацию. Наиболее эффективна автоматическая лубрикация гребней колес устройствами, смонтированными на локомотивах.

Бесстыковой путь должен укладываться на мостах и в тоннелях. На мостах в зависимости от длины и конструкции пролетных строений и мостового полотна рельсы по-разному крепятся на шпалах, мостовых брусках или плитах. В проектах учитывается необходимость предотвращения нежелательных совместных

действий температурных продольных сил и перемещений в рельсовых плетях и пролетных строениях. При использовании креплений КД-65 или КБ-65 применяют подрезанные клеммы, которые не препятствуют продольным перемещениям рельсов. Концы рельсовых плетей выводят за пределы моста на расстояния от 50 до 100 м.

В тоннелях проблемой обычно является необходимость предупреждения коррозии рельсов и креплений, а на выходе и входе в тоннель — снижение повышенной динамики воздействия подвижного состава из-за резкого изменения упругости подрельсового основания. Подробные требования к конструкции и содержанию бесстыкового пути на мостах и в тоннелях даны в ТУ-2000.

Рельсовые плети для бесстыкового пути внеклассных линий и линий 1-го и 2-го классов должны свариваться электроконтактным способом из новых термоупрочненных рельсов Р65 1-й группы 1-го класса длиной 25 м без болтовых отверстий. Сварка плетей из новых рельсов длиной менее 25 м допускается с разрешения ЦП ОАО «РЖД». Для наружных рельсовых плетей кривых радиусом менее 500 м, где наблюдается интенсивный боковой износ головки рельса, должны применяться плети, сваренные преимущественно из рельсов повышенной износостойкости Р65К. При принятии мер по снижению интенсивности бокового износа головки рельса разрешается применять плети, сваренные из обычных термоупрочненных рельсов. Для линий 3-го класса плети могут быть сварены из старогодных рельсов Р65, прошедших комплексный ремонт в РСП. На мостах длиной более 25 м и в тоннелях применение старогодных рельсов в бесстыковом пути не допускается.

Длина вновь укладываемых сварных плетей в пути устанавливается проектом в зависимости от местных условий (расположения стрелочных переводов, мостов, тоннелей, кривых радиусом менее 350 м и т.д.) и должна быть, как правило, равной длине блок-участка, но не менее 400 м. На участках с тональными рельсовыми цепями, не требующими изолирующих стыков, или без тональных рельсовых цепей, имеющих рельсовые вставки, сваренные с высокопрочными изолирующими стыками с сопротивлением разрыву не менее 2,5 МН, допускается укладка плетей длиной до перегона.

С момента закрепления плетей при укладке в путь должен быть организован постоянный контроль за усилением затяжки гаек

клеммных и закладных болтов и за продольными подвижками (угоном) плетей. На наличие угона указывают следы клемм на подошве рельсов, смещения подкладок по шпалам, взбугривание или неплотное прилегание балласта к боковым граням шпал и их перекося.

Контроль за угоном плетей осуществляется по смещениям контрольных сечений рельсовых плетей относительно «маячных» шпал. Эти сечения отмечают поперечными полосами шириной 10 мм, наносимыми светлой несмываемой краской на верх подошвы и шейку рельса внутри колеи в створе с боковой гранью подкладки скреплений КБ или с боковой гранью клеммы смещенной и прижатой к шпале без передачи давления на подошву рельса (ЖБР). По краске острым предметом наносится риска, по которой и производятся измерения продольных подвижек пути. В качестве «маячной» выбирается шпала, расположенная против пикетного столбика, около рельса окрашенная яркой краской. Чтобы шпала не смещалась, она должна быть всегда хорошо подбита, закладные болты на ней затянуты, типовые клеммы (на КБ) сняты или заменены клеммами с уменьшенной высотой ножек, а резиновые прокладки заменены на прокладки с низким коэффициентом трения (полиэтиленовые или др.).

5.4.2. Сварные стыки

Исторически сложилось так, что на отечественных железных дорогах применяется практически только электроконтактная сварка рельсов. Отказ от термитной сварки, широко распространенной в других странах, объяснялся желанием иметь стык, обладающий высокой прочностью, почти равной прочности остальной части рельса. Этого требует очень большая средняя грузонапряженность и относительно суровый климат, что характерно для большинства районов пролегания отечественных железных дорог.

Электроконтактная сварка рельсов в плети длиной до 800 м осуществляется на РСП стационарными сварочными агрегатами. Рельсы длиной до 25 м перемещаются по рольганговым линиям к сварочным агрегатам и после сварки плети поступают в рельсовозный состав.

На РСП может производиться также изготовление рельсов стандартной длины с помощью сварки кусков новых или старых рельсов.

При контактном способе на торцах свариваемых концов рельсов под действием высокой температуры от вольтовой дуги, возникающей в зазоре от электротока большой силы, происходит оплавление металла. Затем производится механическая подача свариваемых концов рельсов друг на друга, в результате чего часть оплавленного металла выдавливается. По периметру поперечного сечения рельсов этот металл срезается гратоснимателем. Поверхность обрабатывается шлифовкой так, чтобы не оставалось ни выпуклостей, ни впадин, которые могли бы служить концентраторами местных напряжений, снижающими прочность сварного соединения. В сварном соединении не должно быть углов и ступенек.

Качество сварного стыка на РСП, как и сваренного на перегоне с помощью ПРСМ проверяется дефектоскопом. После остывания сварной стык, выполненный электроконтактным способом, имеет примерно 95 % прочности целого рельса.

Термитная сварка широко распространена на железных дорогах Европы и Америки. Этот способ технически прост, не требует больших энергетических затрат и относительно длительного занятия перегона, как в случае применения электроконтактной сварки. Принцип термитной сварки заключается в возбуждении химической реакции алюминия с окисью железа. Смесь этих двух веществ в виде порошка засыпается в тигель, который выполнен в виде резервуара и охватывает зазор в стыке, подлежащий сварке. Смесь поджигается термитной спичкой, создающей большую температуру. В результате горения термита алюминий, как более химически активное вещество забирает кислород у окиси железа; образуется оксид алюминия и железа, которое заполняет зазор в стыке, соединяя концы рельсов. Оксид алюминия, как более легкое соединение, всплывает в виде шлака на поверхность тигля, сосредоточиваясь в воронке, расположенной выше поверхности головки рельса. После снятия тигля поверхность сварного стыка шлифуют (обычно поверхность катания и боковую рабочую грань рельса). Иногда после сварки оставляют накладку специального профиля с болтами, как на обычном стыке для страховки на случай излома. Сварной стык, выполненный термитным способом по различным оценкам имеет примерно 60—70 % от прочности целого рельса. Специалисты расходятся во мнениях достаточно или нет такая прочность сварного стыка. Однако в пределах стрелочных переводов стыки сварить электроконтактным способом не пред-

ставляется возможным из-за ограниченных расстояний между рельсами и невозможности продольно перемещать концы свариваемых рельсов на величину их оплавления и осадки (примерно до 50 мм на один стык). В то же время, если не сварить все стыки на стрелочном переводе, то в значительно более короткое время, особенно при железобетонных брусках, из-за повышенной динамики происходит интенсивное накопление остаточных деформаций, что требует значительных дополнительных затрат на ремонты и текущее содержание для избежания аварийного состояния.

На отечественных железных дорогах, пока только в пределах стрелочных переводов, внедряется термитная сварка. Проектом предусмотрено устройство стыков с шестидырными накладками, соединяющими концы рельсов без крайних отверстий. В остальные отверстия после сварки устанавливаются четыре болта.

5.4.3. Температура закрепления плетей

Температура закрепления плетей бесстыкового пути — самая важная техническая характеристика конструкции, влияющая на устойчивость рельсо-шпальной решетки; возможность производить те или иные путевые работы; на степень раскрытия зазоров в стыках; в некоторой (относительно незначительной степени) на усталостную прочность. Поскольку с точки зрения безопасности движения обеспечение устойчивости бесстыкового пути примерно на порядок более существенная задача, чем задача обеспечения прочности, необходимо, чтобы не менее девяти десятых времени в году рельсовые плети находились в растянутом состоянии и не более десятой — в сжатом. Такое соотношение обеспечивается достаточно высокой температурой закрепления плетей в оптимальном температурном интервале, который регламентируется ТУ-2000 (табл. 3.1). В этой таблице рекомендовано закреплять рельсовые плети на дорогах юга России при температуре 35 ± 5 °С, на дорогах средней полосы — при 30 ± 5 °С, на дорогах с самым суровым климатом — при 25 ± 5 °С. В кривых участках пути с радиусом менее 500 м ограничения оптимального интервала более жесткие — с увеличением среднего значения до 5 °С. В ТУ-2000 закреплено требование о необходимости проводить укладку рельсовых плетей бесстыкового пути на постоянный режим работы при оптимальной температуре. Выполнение этого требования обеспечивает не только устойчивость рельсо-шпальной решетки в процессе

эксплуатации (для этого запас достаточно большой), но создает удобства для планирования и выполнения большинства видов ремонтных работ в любое время года за исключением нескольких часов в самое жаркое время.

При укладке пути учитывается также расчетный температурный интервал закрепления. Соблюдение интервала обеспечивает прочность и устойчивость, но, если рельсовые плети будут закреплены в нижней его половине, то почти все лето, а также в периоды поздней весны и ранней осени, в дневное время невозможно выполнение большинства путевых работ без предварительного перезакрепления плетей. Расчетный температурный интервал определяется верхней ($\max t_3$) и нижней ($\min t_3$) границами закрепления рельсовых плетей. Верхняя граница определяется разницей между минимальной из минимальных температур рельса ($t_{\min\min}$) и максимально допустимым понижением температуры рельсов $[\Delta t_p]$ по условию прочности (дано в Приложении 3 ТУ-2000).

Условие прочности определяется неравенством:

$$\sigma_t + K_3 \sigma_k \leq [\sigma],$$

где σ_t — напряжения от продольных растягивающих температурных сил; K_3 — коэффициент запаса; σ_k — максимальные напряжения в кромках подошвы рельса, возникающие от изгиба и кручения под действием сил, передаваемых от колес подвижного состава; $[\sigma]$ — допускаемые напряжения.

Температурные напряжения определяются по формуле:

$$\sigma_t = \alpha E \Delta t,$$

где α — коэффициент температурного удлинения рельсовой стали ($\alpha = 0,0000118$ 1/град); E — модуль упругости рельсовой стали ($E = 210000$ МПа); Δt — разность температуры рельса, при которой определяется напряжение и температуры закрепления плети.

Коэффициенты запаса указаны в ТУ-2000: $K_3 = 1,3$ — для рельсов первого срока службы и старогодных рельсовых плетей, прошедших диагностирование и ремонт в стационарных условиях или профильное шлифование, $K_3 = 1,4$ — для рельсов, пропустивших нормативный тоннаж или переуложенных без шлифовки.

В ТУ-2000 максимальные кромочные напряжения σ_k определяются при условии вероятности 0,6 % превышения расчетного значения вертикальной силы от колеса фактической, возникающей в расчетном сечении рельса. Максимальное напряжение $[\sigma] = 400$ МПа — для термоупрочненных рельсов и $[\sigma] = 350$ МПа — для незакаленных.

Максимальное допустимое понижение температуры рельсов по условию прочности рассчитывается по следующей формуле:

$$[\Delta t_p] \leq \frac{[\sigma] - K_3 \sigma_k}{\alpha E}.$$

В ТУ-2000 дана таблица (п. 2.2), в которой приведены значения $[\Delta t_p]$ для разных типов локомотивов в зависимости от скорости движения и радиуса кривой.

$$\text{Таким образом: } \max t_3 = t_{\min \min} + [\Delta t_p].$$

Для концевых участков максимально допустимая температура закрепления определяется условием прочности стыков. В ТУ-2000 в таблице (п. 2.3) даны значения температуры закрепления (t_3) в зависимости от числа уравнильных рельсов, типа рельсов для трех климатических зон. Поскольку рельсы Р75 и Р50 на главном пути составляют менее 8 % и их доля продолжает уменьшаться, можно таблицу п. 2.3 сократить до одной строки: в климатических зонах, где температура рельсов зимой бывает ниже -45°C , температура закрепления не должна быть выше 30°C , в зоне, где зимой температура бывает от -45° до -36° $t_3 < 35^\circ$, а при -35° и выше — $t_3 < 40^\circ\text{C}$. Для случаев применения высокопрочных стыковых болтов в ТУ-2000 указанная норма для t_3 повышается на 10°C .

Сравнение установленной t_3 для концевых участков с рекомендуемой оптимальной температурой закрепления, позволяет заметить, что верхние границы оптимального температурного интервала совпадают с максимальной t_3 для концевых участков. Для концевого 150—250-метрового участка лучше выбрать температуру закрепления, совпадающую с нижней границей оптимального интервала, т.е. на 10°C ниже, что улучшит условия работы стыков в зимнее время года.

Нижняя граница расчетного температурного интервала закрепления определяется из разности:

$$\min t_3 = t_{\max \max} - [\Delta t_y],$$

где $t_{\max \max}$ — возможная наибольшая температура рельсов для данного географического пункта, принимается на 20°C выше температуры воздуха; $[\Delta t_y]$ — допустимое повышение температуры рельса по сравнению с температурой закрепления по условию устойчивости рельсо-шпальной решетки бесстыкового пути, подверженной действию предельных сжимающих сил.

Значения $t_{\max\max}$ также даны в Приложении 3 ТУ-2000. Для разных географических пунктов они находятся в пределах от 50 до 65 °С.

Значения $[\Delta t_y]$ приведены в таблице п. 2.1 ТУ-2000. Они зависят от типа рельса, эпюры шпал, рода балласта и радиуса кривой. Из таблицы видно, что чем меньше радиус кривой, тем меньше $[\Delta t_y]$. В результате нижняя граница оптимального интервала на железных дорогах, где $t_{\max\max} = 65^\circ$ в кривых, где $R = 350$ м, совпадает с нижней границей расчетного интервала. В остальных случаях нижняя граница расчетного интервала оказывается ниже нижней границы оптимального интервала закрепления плетей. Чем больше радиус, тем больше указанная разница. Поскольку на большинстве участков железных дорог кривые малых радиусов составляют относительно небольшой процент, на прямых участках и кривых с большим радиусом безопасность движения поездов по условию устойчивости обеспечивается при температурах закрепления, которые значительно ниже нижней границы оптимального интервала.

Имеет значение процентное количество общей протяженности бесстыкового пути на каждом участке, закрепленного при низких температурах. При низкой температуре закрепления на значительном протяжении пути, становится трудно выполнимой задача его хорошего содержания из-за требования, или отказываться в летнее время от большинства ремонтных работ, или перед работами производить довольно трудоемкое перезакрепление рельсовых плетей.

Температурой закрепления определяется качество бесстыкового пути: его можно считать достаточно высоким, если рельсовые плети закреплены при оптимальной температуре. Рельсовые плети необходимо не только закрепить при оптимальной температуре, но и весь срок их службы сохранять эту температуру закрепления. Если по «маячным» шпалам замечено, что произошли продольные перемещения сечений, то температура закрепления может измениться. Изменение Δt можно приближенно рассчитать по приведенной в ТУ-2000 формуле (для Р65):

$$\Delta t = \pm 85 \Delta l / l,$$

где Δl — измеренное фактическое удлинение (с «+») или укорочение (с «-») плети, мм; l — расстояние между «маячными» шпалами, м.

Значение фактической температуры закрепления будет: $t_{\text{ф}} = t_3 \pm \Delta t$.

Однако следует учитывать, что, если произошли перемещения сечений рельсов против «маячных» шпал, то важно в первую очередь остановить этот процесс. Только после ликвидации причин, приведших к продольным перемещениям рельсовых плетей, следует вносить в журнал учета информацию об изменении температуры закрепления.

5.5. Стрелочные переводы и пересечения путей

Стрелочные переводы служат для перевода железнодорожных составов и одиночных единиц подвижного состава с одного рельсового пути на другой. Когда требуется пересечь железнодорожный путь только в одном уровне, применяют глухие пересечения. Для разворота локомотива и т.п. на 180° служат поворотные треугольники, круги, петли.

Стрелочные переводы и пересечения являются наиболее сложной частью верхнего строения пути. Для обеспечения безопасности и бесперебойности движения с установленными скоростями при минимальных затратах, необходимо, чтобы стрелочные переводы и пересечения имели достаточно простую конструкцию, были правильно уложены, обеспечены содержанием, а также своевременной заменой изношенных или дефектных частей.

В силу относительной сложности устройства стрелочных переводов и пересечений и из-за повышенной динамики при взаимодействии с подвижным составом срок их службы по сравнению с обычной рельсовой колеей значительно меньше. В связи с этим обеспечению надежности их работы должно уделяться особое внимание.

5.5.1. Классификация

Все соединения и пересечения рельсовых путей можно представить в виде трех групп:

- одиночные стрелочные переводы;
- глухие пересечения;
- комбинации укладки стрелочных переводов и глухих пересечений.

Одиночные переводы в свою очередь подразделяются на обыкновенные, симметричные, криволинейные.

Глухие пересечения бывают прямоугольные (очень редко) и ко-соугольные.

Комбинации укладки стрелочных переводов и глухих пересечений представляют собой двойные стрелочные переводы, перекрестные стрелочные переводы, простые съезды, перекрестные съезды, стрелочные улицы, поворотные устройства. Перекрестные стрелочные переводы укладывают в стесненных районах станций.

Основными видами соединений и пересечений рельсовых путей являются одиночные стрелочные переводы (рис. 5.32), которые по геометрическим формам в плане различаются на следующие виды: обыкновенные, в которых от прямого пути осуществляется ответвление вправо (рис. 5.32, *a*) или влево под углом α ; разносторонние симметричные, посредством которых прямой путь разветвляется на два — сразу вправо и влево симметрично под углом $\alpha/2$ (рис. 5.32, *б*); разносторонние несимметричные, в которых прямой путь разветвляется на два ответвления — сразу вправо и влево несимметрично (рис. 5.32, *в*) под углом γ и $\alpha - \gamma$; одно-сторонней кривизны, в которых оба направления пути — криволинейные и односторонние (рис. 5.32, *г*). Несимметричные и криволинейные переводы встречаются редко, их применяют в стесненных районах станций. Симметричные стрелочные переводы, особенно марки 1/6 имеют малую длину, их укладка на сортировочных станциях в подгорочных парках способствует увеличению производительности сортировочных станций.

На железных дорогах России и СНГ из всех видов стрелочных переводов примерно 98 % приходится на обыкновенные одиночные.

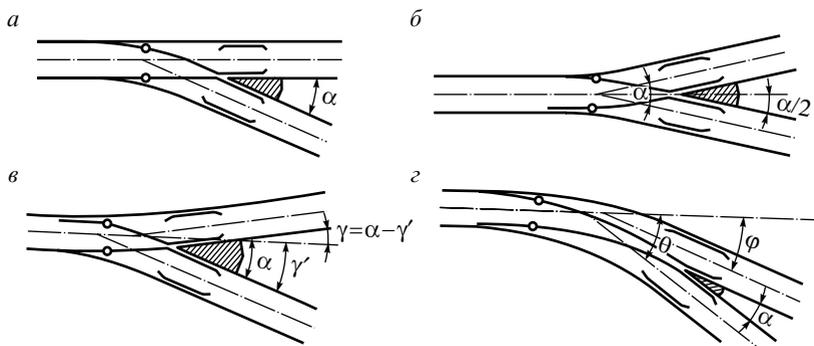


Рис. 5.32. Схемы одиночных стрелочных переводов

Стрелочные переводы различают по марке крестовины. Маркой крестовины называется тангенс угла, образованного рабочими гранями сердечника крестовины. Марка крестовины выражается дробно: $1/N$; $tg\alpha = 1/N = CE/AE$.

На железных дорогах России (и СНГ) наибольшее распространение получили стрелочные перевода марок 1/9 и 1/11.

Стрелочные переводы в зависимости от назначения путей, на которых они уложены, должны иметь крестовины следующих марок: на главных и приемо-отправочных пассажирских путях — не круче 1/11, а перекрестные и одиночные, являющиеся продолжением перекрестных, — не круче 1/9. При движении пассажирских поездов только по прямому пути — не круче 1/9; на приемо-отправочных путях грузового движения — не круче 1/9, а симметричные — не круче 1/6, на прочих путях — не круче 1/6.

Стрелочные переводы пологих марок 1/18 и 1/22 предназначены для укладки на участках, где требуется реализация высоких скоростей движения по боковому пути.

5.5.2. Конструкции основных частей

Главными элементами стрелочного перевода (рис. 5.33) являются стрелка, комплект крестовинной части, соединительные пути, переводные брусья. Стрелка состоит из двух рамных рельсов, двух

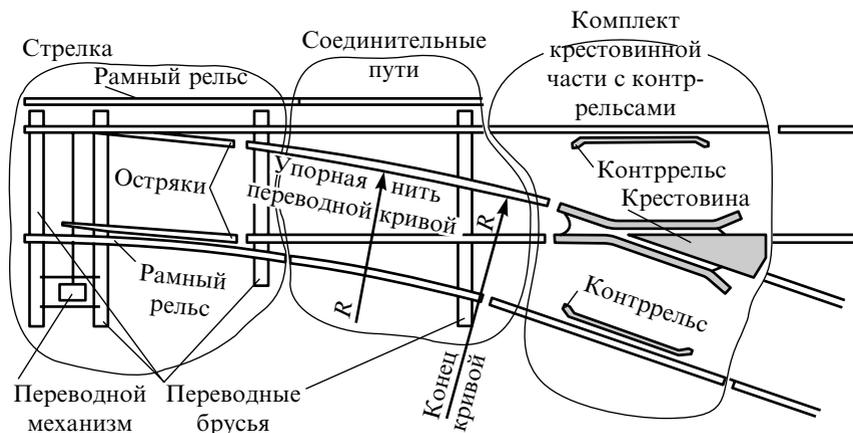


Рис. 5.33. Основные части стрелочного перевода

остряков, двух комплектов корневых устройств, переводного механизма, упорных и опорных устройств. В комплект крестовинной части входит собственно крестовина, два контррельса, стыковые устройства и опорные приспособления. Соединительные пути представляют собой прямолинейный и криволинейный отрезки пути, которые соединяют стрелку с крестовинной частью. Переводные брусья — деревянные или железобетонные поперечины, на которых монтируются металлические части: стрелка, соединительные пути и комплект крестовинной части.

5.5.2.1. Стрелки

Конструкции стрелок различают по форме остряков в плане, направляющих колеса на боковой путь: с прямолинейными остряками, криволинейными остряками секущего типа и с криволинейными остряками касательного типа.

В стрелках с прямолинейным остряком угол β , образованный рабочими гранями остряка и рамного рельса, называется стрелочным углом. Преимуществом таких стрелок является возможность применения обоих остряков как для левой, так и для правой стрелок; недостаток — худшие условия входа на боковой путь из-за сравнительно большого угла удара в остряк.

В стрелках с криволинейным остряком секущего типа остряк к рамному рельсу в плане примыкает под начальным углом β_n , образующимся при теоретическом пересечении рабочей грани рамного рельса с рабочей гранью криволинейного остряка. Стрелочный угол β при этом образован рабочей гранью рамного рельса и касательной к рабочей грани остряка в его корне. В таких стрелочных переводах можно использовать более короткие остряки, что обеспечивает более плавный вход подвижного состава на боковое направление. На отечественных железных дорогах такие стрелки получили наибольшее распространение. Криволинейные остряки на этих стрелках, как и прямые (в прямом направлении), устанавливаются на левых и правых стрелочных переводах разные.

В стрелках с криволинейными остряками касательного типа начальный угол β_n теоретически может быть равным нулю. Стрелочный угол β образуется так же, как и в стрелках секущего типа, очертание остряка можно осуществить с переменным радиусом. Такие стрелки применяют в странах Западной Европы.

Рамные рельсы представляют собой целые рельсы стандартной или другой длины, отличаются от путевых рельсов наличием расположенных по нейтральной оси шейки отверстий, которые служат для прикрепления упорных болтов, крепления самого рамного рельса к башмакам (рис. 5.34), установки корневых болтов и деталей переводного механизма. Для укрытия острия остряка от ударов колес делается подстройка боковой рабочей грани головки рамного рельса. Остряки стрелок изготавливаются из рельсовой стали специального профиля, имеют несимметричное поперечное сечение, высоту меньшую, чем у рамного рельса (рис. 5.35, сечение А—А), более мощную головку и шейку. Такой поперечный профиль остряка на большей части его длины, позволяет укладывать его без подстройки подошвы рамного рельса, но под профиль примыкающего путевого рельса в корневой части остряка

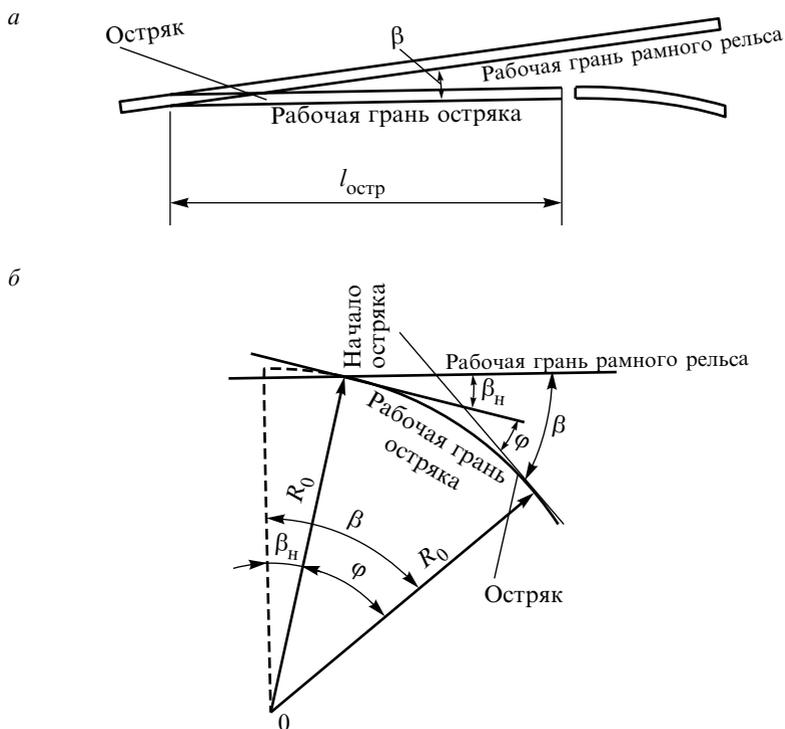


Рис. 5.34. Форма остряков в плане

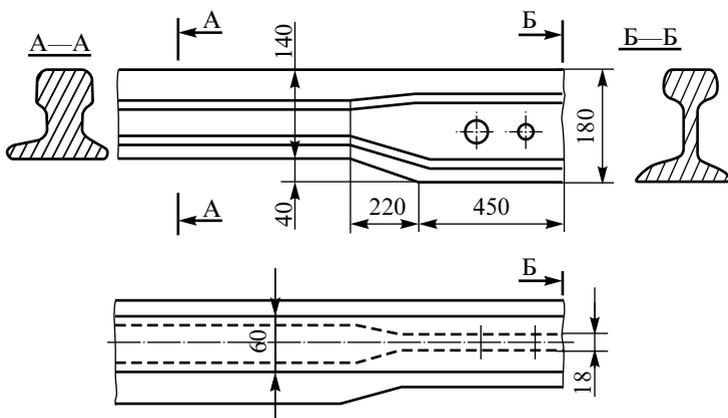


Рис. 5.35. Выпрессованная часть корня остряка

делается выпressовка (рис. 5.35, сечение Б—Б). Для обеспечения плавного накатывания колеса подстрожку остряка по поверхности прилегания его к рамному рельсу делают в горизонтальной и вертикальной плоскостях. Горизонтальную строжку ведут с наклоном $1/5$, вертикальную выполняют с понижением относительно поверхности катания головки рамного рельса со следующими переходами в сечении остряка: 50 мм — 0 мм; 20 мм — 2 мм; 5 мм — 15 мм; 0 мм — 25 мм.

Для уменьшения изгиба остряков в горизонтальной плоскости под действием поперечных сил, передаваемых колесами, против каждой стрелочной подушки в зоне от корня до начала строжки головки остряка устанавливают упорные болты (рис. 5.36) или накладки, которые воспринимают боковое давление от остряка и передают его на рамный рельс и упорку. Упорка подпирает рамный рельс, положение которого в плане регулируется клином, распирающим упорку и выступающую крайнюю часть подкладки.

В своем корне остряк соединяется с рельсом корневым креплением. Корневые устройства бывают шкворне-

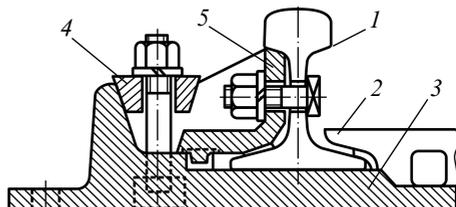


Рис. 5.36. Стрелочный башмак:
1 — рамный рельс; 2 — стрелочная подушка; 3 — подкладка; 4 — клин; 5 — упорка

вого, вкладышно-накладочного типа и выполняются в виде обычного болтового или сварного стыка при гибких остряхках. Корневое устройство шкворневого типа имеет недостаточную надежность, поэтому его не выпускают, но оно может встречаться на старых стрелках легких типов. Вкладышно-накладочное корневое крепление остряка (рис. 5.37) наиболее распространенное. Стык остряка с рельсом смонтирован на мостике-лафете, в корне остряка между закрепленным упоркой рамным рельсом и остряком с примыкающим к нему рельсом соединительного пути вставлен стальной вкладыш. Со стороны оси пути остряк с примыкающим рельсом соединены четырехдырной накладкой. Эта накладка закреплена неподвижно и несколько отогнута в середине в сторону оси пути. Таким образом между остряком в его корне и накладкой имеется зазор, который позволяет свободно переводить остряк из одного положения в другое. Для того, чтобы изогнутая накладка при стягивании болтами не выпрямлялась, между накладкой и вкладышем через отверстие в шейке остряка проходит распорная втулка. Недостатком вкладышно-накладочного корневого

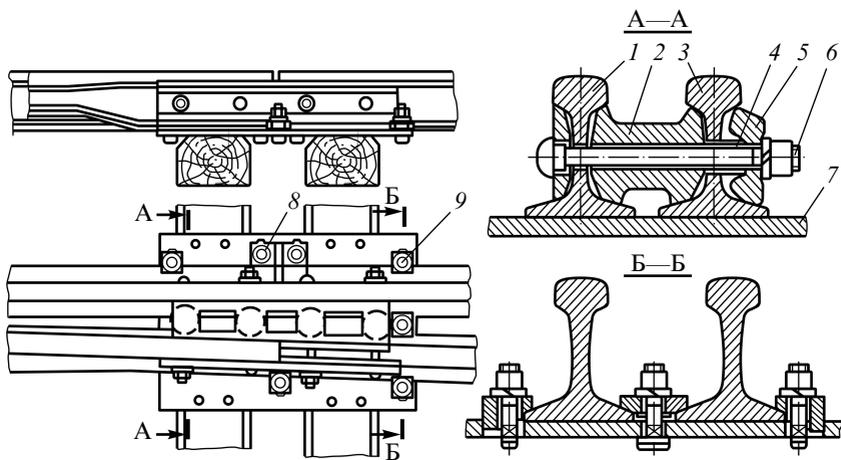


Рис. 5.37. Вкладышно-накладочное корневое крепление остряка в переводах типа Р65 марок 1/11 и 1/9:

1 — рамный рельс; 2 — вкладыш; 3 — остряк; 4 — распорная втулка; 5 — стыковая накладка; 6 — болты с гайками и шайбами; 7 — мостик; 8 — упорка; 9 — клемма

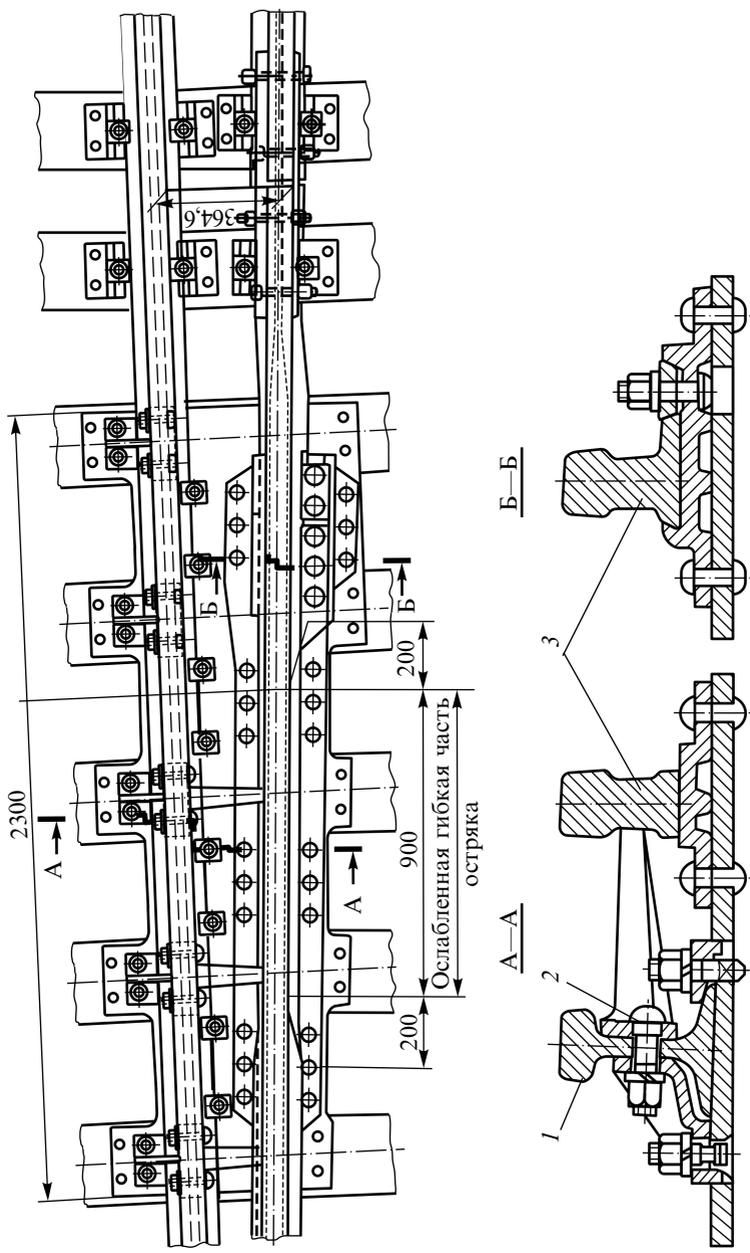


Рис. 5.38. Корневое устройство с гибкими остряками:
 1 — рамный рельс; 2 — упорный болт; 3 — остряк

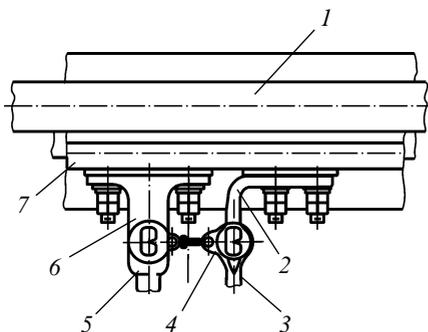


Рис. 5.39. Крепление стрелочной и контрольной тяг к остряку:
 1 — рамный рельс; 2 — серьга контрольной тяги; 3 — контрольная тяга; 4 — звено; 5 — рабочая тяга; 6 — серьга рабочей тяги; 7 — остряк

лишены недостатков, имеют упругий изгиб при переводе, присущих вкладышно-накладочному корневому устройству. К тому же гибкие остряки позволяют совсем избавиться от стыка в достаточно ответственном месте стрелочного перевода и тем самым уменьшить расходы на текущее содержание и продлить срок службы всех элементов стрелочного перевода.

Соединение остряков и обеспечение одновременного их перевода осуществляется стрелочными тягами (рис. 5.39).

5.5.2.2. Крестовины

Крестовина предназначена для пересечения рельсовых нитей двух путей. По конструкции крестовины разделяются на две группы — жесткие и с подвижными элементами. Основными элементами крестовинного узла (рис. 5.40) являются сердечник, два усовика, два контррельса, подкладки, прикрепители, вкладыши и болты, объединяющие усовики с сердечником, а также рамные рельсы с контррельсами.

Промежутки между боковыми гранями усовиков и сердечника представляют собой желоба для прохода гребней колес. Самое узкое пространство между усовиками в месте их изгиба горлом крестовины. Участок $l_{вр}$ от горла крестовины до практического острия сердечника называется вредным пространством — здесь гребень колеса не направляется рельсовой нитью. Направление колесной пары на этом участке стрелочного перевода осуществляется контррельсами. Угол α , под которым пересекаются рабочие гра-

устройства является возможность напрессовки грязи или снега в пространстве между шейкой остряка и отогнутой частью накладки. Иногда такая напрессовка не позволяет произвести перевод остряка без разборки корневого устройства для удаления грязи или снега.

Гибкие остряки (рис. 5.38)

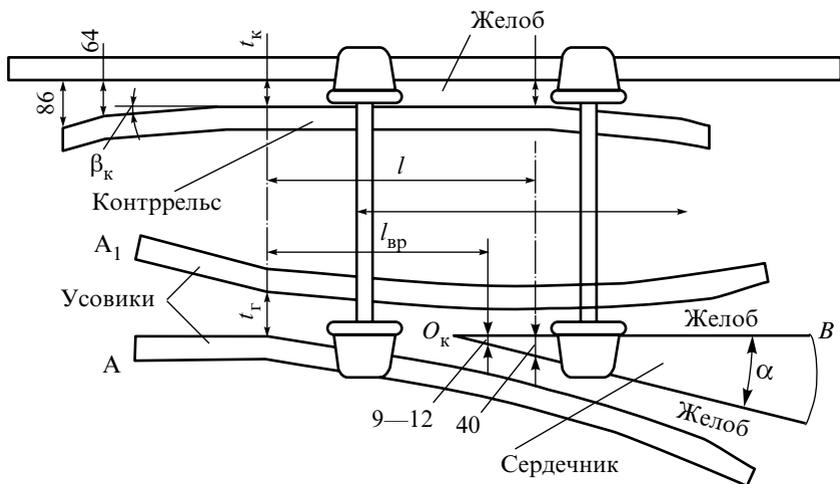


Рис. 5.40. План крестовинного узла

ни сердечника — угол крестовины, а точка их пересечения — математический центр или математическое острие крестовины. Практическое острие крестовины имеет ширину 9—12 мм.

По конструктивному оформлению жесткие крестовины бывают сборно-рельсовые, сборные с литым сердечником, сборные с литым сердечником и изнашиваемой частью усовиков и цельнолитые.

Сборно-рельсовые крестовины выполнялись из строганных путевых рельсов, на отечественных дорогах не применяются из-за многодетальности и, следовательно, низкой надежности; за рубежом, в том числе в ряде стран Европы, они еще широко распространены.

Сборные крестовины с литым сердечником и изнашиваемой частью усовиков (рис. 5.41) как типовые имеют в России и странах СНГ наибольшее распространение. В таких крестовинах сердечник и изнашиваемые части усовиков представляют собой единую монолитную конструкцию. Литой сердечник с изнашиваемой частью усовиков изготавливают из высокомарганцовистой стали, через вкладыши болтами соединяется с остальной частью усовиков из типовых рельсов.

Цельнолитые крестовины из высокомарганцовистой стали устанавливают в стрелочных переводах Р65 марки 1/11 на линиях со скоростным движением поездов по прямому направлению до 160 км/ч. В отличие от сборных крестовин в них сердечник и усовики представляют собой единую монолитную деталь.

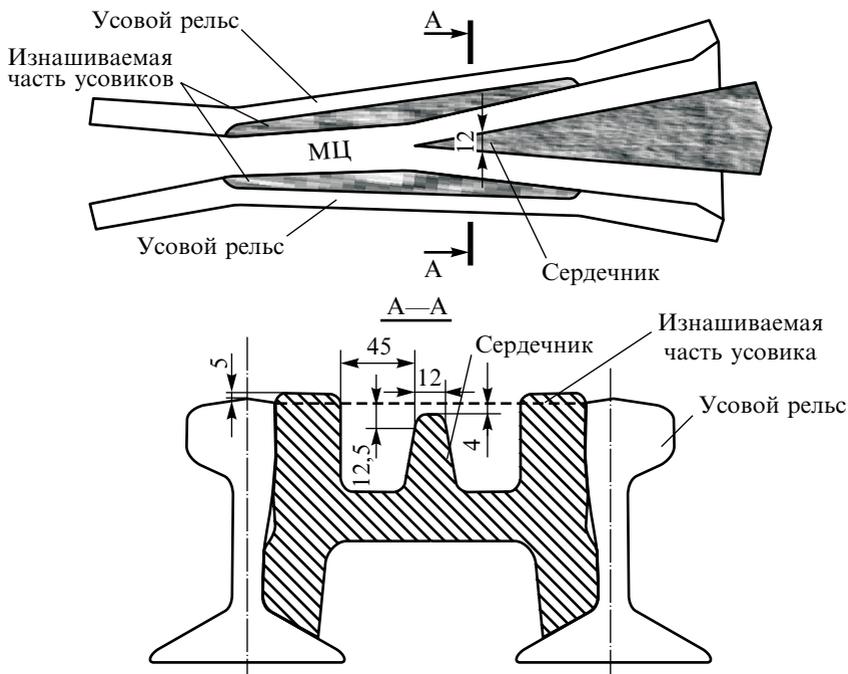


Рис. 5.41. Конструкция сборной с литым сердечником крестовины

В цельнолитых и сборных с литым сердечником крестовинах поверхность катания усовиков от горла крестовины имеет возвышение над поверхностью катания путевого рельса — до 5,7 мм в сечении сердечника толщиной 20 мм (рис. 5.42), а к сечению сердечника 35 мм снижается до нуля. Поверхность катания по сердечнику от его сечения с толщиной 20 мм к практическому острию снижается на 4 мм.

Контррельсы в жестких крестовинах служат для направления колесных пар подвижного состава при их движении в соответствующий желоб крестовины (см. рис. 5.40). Своей средней прямой частью контррельс с некоторым запасом должен перекрывать расстояние от горла крестовины, где ширина желоба t_r , до сечения сердечника 40 мм. На этой же длине желоб между рамным рельсом и контррельсом должен иметь ширину t_k постоянной (42—44 мм). От среднего участка контррельса в обе стороны под углом β_k устраивают прямолинейные отводы; до сечения, в котором ширина желоба равна 64 мм. Далее на протяжении 150 мм у контррельсов

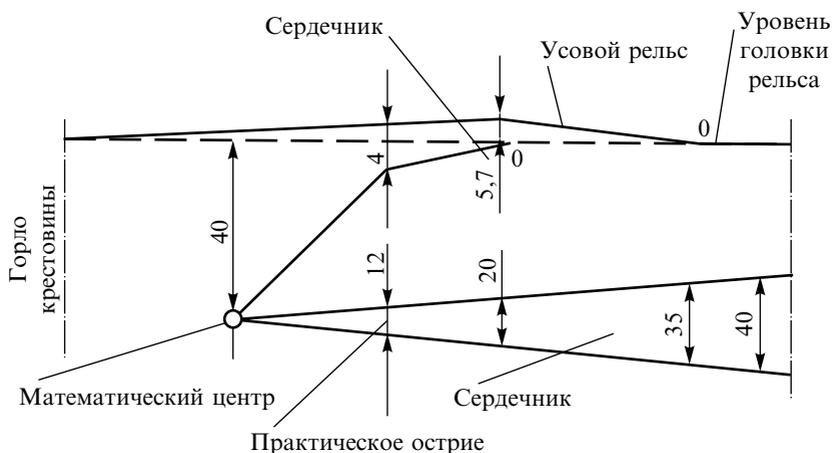


Рис. 5.42. Продольный профиль цельнолитой и сборной крестовины типа общей отливки сердечника с изнашиваемой частью острияков

делается раструбная часть с шириной желоба 86 мм у самых концов контррельсов. Контррельсы изготавливают из обычных рельсов и из рельсов специального профиля (рис. 5.43).

Крестовины с подвижными элементами различают с одиночным подвижным рельсом; двойными подвижными рельсами; с одним подвижным усовиком; подвижным сердечником.

На дорогах США, Англии, ФРГ широкое распространение получили крестовины с одним подвижным усовиком. Срок службы таких крестовин по сравнению со сроком службы жестких крестовин увеличивается не менее чем в три раза, отсутствует необходимость применения контррельсов.

Недостатком крестовин с подвижными элементами является необходимость в применении дополнительного переводного механизма, который должен работать синхронно с переводным механизмом стрелки. На таких крестовинах усложняются условия содержания из-за необходимости очистки желобов для обеспечения передвижения сердечника.

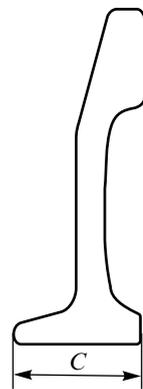


Рис. 5.43. Специальный профиль контррельса

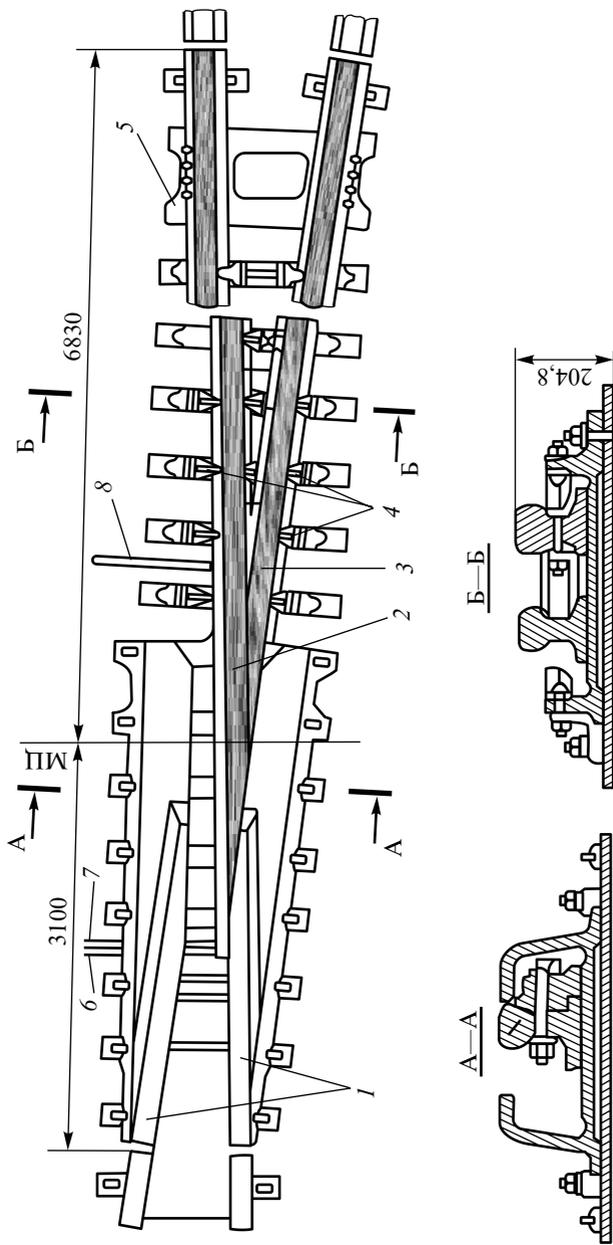


Рис. 5.44. План крестовины с подвижным сердечником, собранным из остряковых рельсов:

1 — литая часть усювиков; 2 — длинный рельс сердечника; 3 — короткий рельс сердечника; 4 — упорные накладки; 5 — лафет; 6 — рабочая тяга; 7 — контрольная тяга; 8 — вторая тяга

В России выпускаются обыкновенные стрелочные переводы с крестовинами, имеющими подвижный сердечник (рис. 5.44) типа Р65 марок 1/11 и 1/18, обеспечивающие скорость по прямому направлению не менее 200 км/ч.

5.5.2.3. Этюры стрелочных переводов

Основные геометрические размеры одиночного обыкновенного стрелочного перевода (рис. 5.45): полная или практическая длина перевода L_{Π} — расстояние от переднего стыка рамного рельса

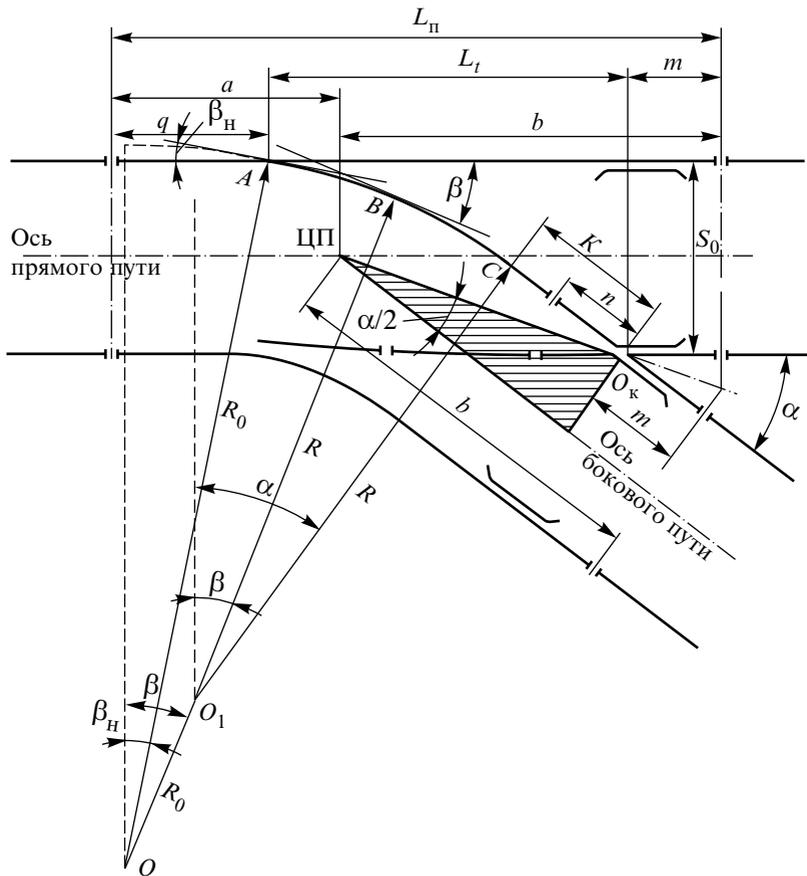


Рис. 5.45. Геометрические размеры одиночного обыкновенного стрелочного перевода с криволинейным острым

до стыка в хвосте крестовины, измеренное по прямому направлению; теоретическая длина перевода L_T — расстояние от начала остряка до металлического центра крестовины; R_0 — радиус остряка от его начала до сечения, в котором изменяется его кривизна; R — радиус переводной кривой; a и b — осевые размеры стрелочного перевода. Расстояние a — от центра перевода (ЦП) до переднего стыка рамного рельса, b — от ЦП до заднего стыка крестовины:

$$a = L_n - b; \quad b = \frac{S_0}{2 \operatorname{tg} \frac{\alpha}{2}} + m,$$

где S_0 — нормальная ширина колеи в прямом участке перевода (против крестовины); α — угол крестовины; m — хвостовая часть крестовины, расстояние от математического центра крестовины до стыка в ее хвосте, измеренное на рабочей грани сердечника.

$$L_n = q + L_m + m,$$

где q — передний вылет рамного рельса, т.е. расстояние от переднего стыка рамного рельса до начала остряка.

По местным условиям иногда приходится укладывать так называемые неэпюрные стрелочные переводы. В таких случаях с целью определения некоторых основных размеров перевода пользуются проекциями на горизонтальную и вертикальную оси:

$$R_0 (\sin \beta - \sin \beta_n) + R (\sin \alpha - \sin \beta) + \kappa \cos \alpha = L_m;$$

$$R_0 (\cos \beta_n - \cos \beta) + R (\cos \beta - \cos \alpha) + \kappa \sin \alpha = S_0,$$

где β_n — начальный угол остряка; β — стрелочный угол; κ — прямая вставка перед математическим центром крестовины.

Решая данные уравнения, находят основные параметры стрелочного перевода R , κ , L_m и L_n .

При укладке неэпюрных стрелочных переводов возникает необходимость определения координат переводной кривой (рис. 5.46). Абсцисса x принимается равной последовательно 2, 4, 6, 8, 10, 12 м и т.д., а конечная x_k определяется расчетом. Начало координат принимают в точке А, находящейся на рабочей грани рамного рельса против корня остряка. Известными данными должны быть L_n , L_m , R , α , β_n , B , κ и S_0 , которые определены из эпюры перевода.

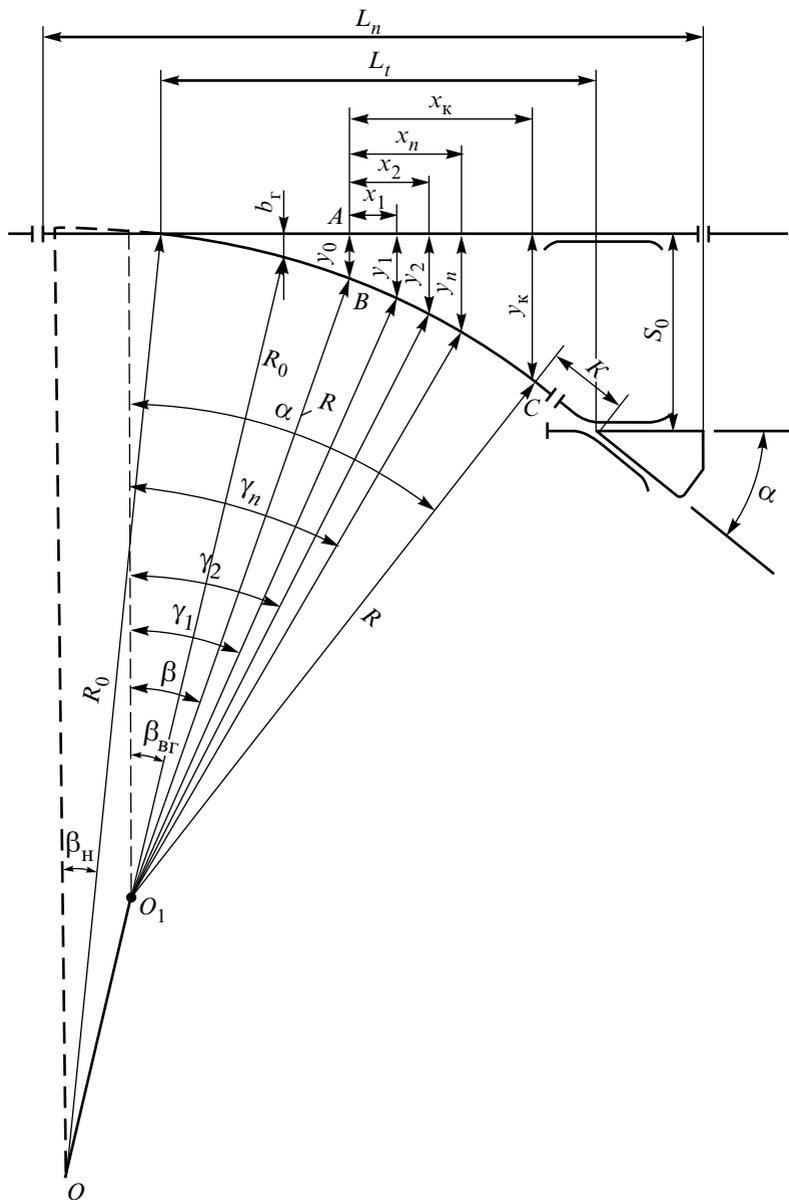


Рис. 5.46. Схема для расчета ординат переходной кривой

Абсцисса конца переводной кривой: $x_k = R(\sin\alpha - \sin\beta)$.

Начальная ордината при: $y_0 = R_0(\cos\beta_n - \cos\beta_{вг}) + R(\cos\beta_{вг} - \cos\beta)$.

Текущие ординаты при $x_n = y_0 + R(\cos\beta - \cos\gamma_n)$. Угол γ_n находится через $\sin\gamma_n$ по выражению: $\gamma_n = \sin\beta + x_n/R$.

Конечная ордината проверяется по формуле: $y_k = S_0 - k \sin\alpha$.

Основным документом для разбивки стрелочного перевода является его эпюра — схематический чертеж, выполненный обычно в масштабе 1/50 или 1/100. Этот чертеж состоит из трех частей: эпюры раскладки брусьев, схемы разбивки перевода с указанием основных его параметров, спецификации, содержащей размеры, количество и вес рельсов и брусьев, а также количество и вес креплений. Для примера на рис. 5.47 представлена эпюра стрелочного перевода из рельсов Р65 марки 1/11 для колеи 1520 мм (проект 2750).

Переводные брусья под стрелкой и соединительными путями до центра перевода располагаются перпендикулярно оси прямолинейного пути. Под крестовиной брусья укладывают перпендикулярно биссектрисе угла крестовины. Поворот брусьев производят, начиная от центра перевода по направлению к крестовине, постепенно на 3—5 брусьях. Концы переводных брусьев по прямому пути выравнивают по шнуру с обеспечением расстояния от рабочей грани головки рельса 615 мм. По боковому направлению от брусьев одной длины к брусьям другой длины переходят, когда не обеспечивается минимальный вылет 490 мм. На переводах, предназначенных для высоких скоростей движения поездов, этот вылет принимают равным 525 мм.

Косоугольные ромбические глухие пересечения на магистральных железнодорожных линиях имеют широкое распространение. Такие пересечения состоят (рис. 5.48) из двух острых крестовин с контррельсами и двух тупых крестовин. Угол крестовин γ принимается в зависимости от назначения глухого пересечения. Если глухое ромбическое пересечение служит самостоятельным устройством, то, как правило, принимают γ равным 75° , 60° , 45° , 30° и 2α ; α — угол крестовины одиночного обыкновенного стрелочного перевода. Если глухое пересечение укладывают в перекрестный съезд, то угол γ принимают равным α .

При угле $\alpha = \gamma = 6^\circ 20' 24,69''$, т.е. марка крестовины 1/9, для надежного обеспечения безопасности движения колеса в месте пересечения тупых крестовин применяют тупые крестовины с подвижным сердечником (рис. 5.49).

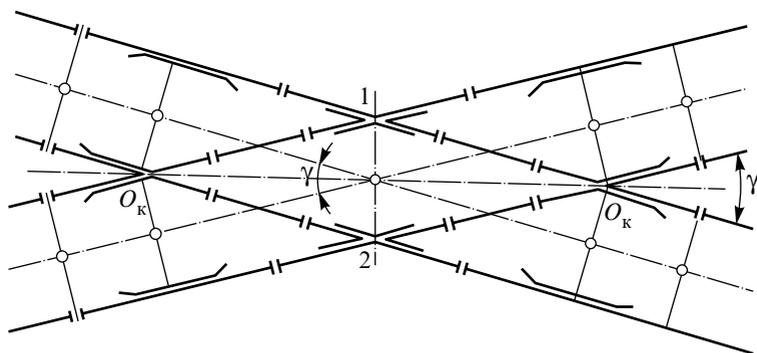


Рис. 5.48. Схема косоугольного глухого пересечения

Двойные перекрестные стрелочные переводы (рис. 5.50) представляют собой комбинацию укладки глухого пересечения и одиночных стрелочных переводов. Через такие переводы возможно осуществление движения по двум прямым взаимопересекающимся и по двум боковым направлениям. Двойной перекрестный стрелочный перевод состоит из двух острых и двух тупых крестовин, четырех пар остяжков, соединительных рельсов, переводных брусьев. Как и в глухих пересечениях, в тупых крестовинах не полностью перекрывается вредное пространство. Высокий контррельс в тупой крестовине направляет колесо только

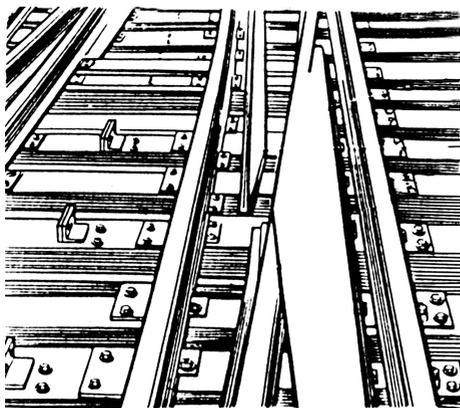


Рис. 5.49. Общий вид тупой крестовины с подвижным сердечником

на части пути колесной пары (рис. 5.51). Как и в глухих пересечениях на перекрестных стрелочных переводах применяют тупые крестовины с подвижным сердечником. Перевод остяжков и сердечников осуществляется электроприводом синхронно.

Съезды между путями служат для соединения двух ближайших рельсовых путей посредством стрелочных переводов, иногда с глухими пересечениями. Съезд назы-

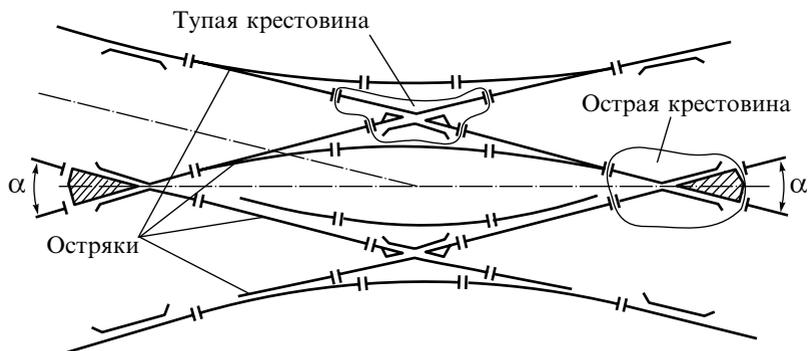


Рис. 5.50. Схема перекрестного двойного стрелочного перевода

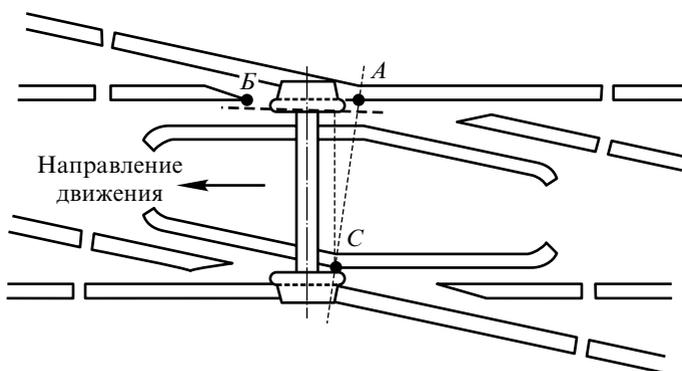


Рис. 5.51. Схема прохода колесной пары через глухое косоугольное пересечение

вают нормальным, когда два соединяемых пути параллельны и лежат на прямой (рис. 5.52). Такой съезд представляет собой соединение путей двумя стрелочными переводами одной марки и одного типа. Теоретическая длина съезда L_T , полная длина съезда L_{Π} и длина прямой вставки u определяются по формулам:

$$L_T = \frac{E}{\operatorname{tg} \alpha} = EN; \quad L_{\Pi} = L_T + 2a; \quad u = \frac{E}{\sin \alpha} - 2b,$$

где E — расстояние между осями путей; α — угол крестовины; a — расстояние от переднего стыка рамного рельса до центра стрелочного перевода; b — расстояние от центра стрелочного перевода до хвостового стыка крестовины; N — показатель марки крестовины.

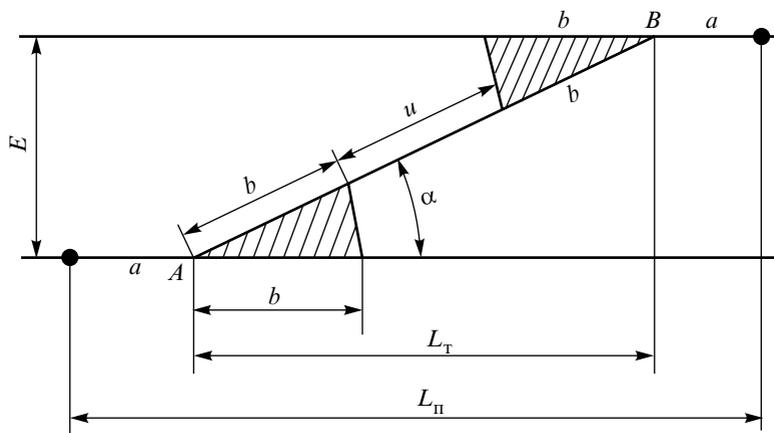


Рис. 5.52. Схема нормального съезда

Сокращенный съезд между двумя путями применяют при больших междупутных расстояниях $E > 7$ м, чтобы получить меньшую длину съезда. Достигается это укладкой между хвостами крестовин соединительного пути, состоящего из двух обратных кривых (рис. 5.53), разделенных прямой вставкой. Радиусы кривых должны быть не менее 200 м, а прямая вставка не менее 15 м.

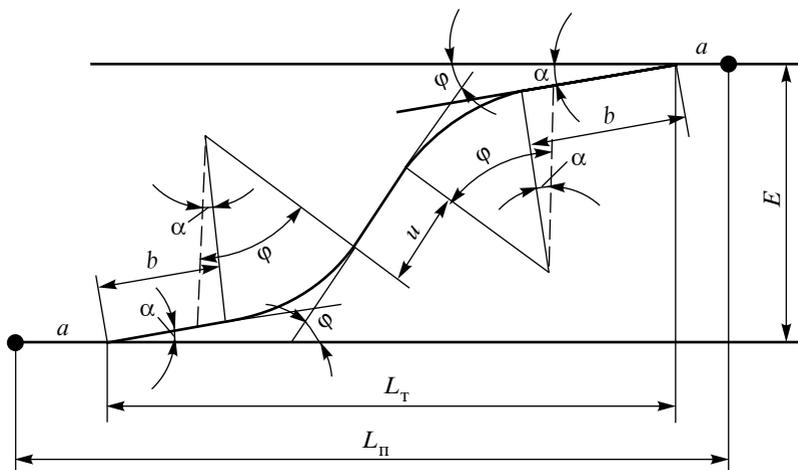


Рис. 5.53. Схема укороченного съезда

Между двумя параллельными путями в стесненных условиях укладывают нормальный перекрестный съезд, который представляет собой пересечение двух нормальных съездов. Такой съезд состоит из четырех обыкновенных стрелочных переводов марки 1/*N* и глухого пересечения марки 2/5.

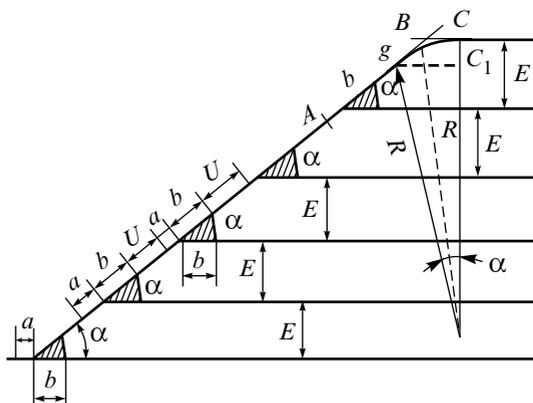


Рис. 5.54. Схема нормальной стрелочной улицы

Ряд стрелочных переводов, а иногда и глухих пересечений, образует путь, который называется стрелочной улицей. Наиболее часто встречаются улицы, расположенные под углом крестовины α к основному пути (рис. 5.54). В этом случае размеры прямых вставок определяют по формулам:

$$u = \frac{E}{\sin \alpha} - (a + b);$$

$$g = \frac{E}{\sin \alpha} - b - R \operatorname{tg} \frac{\alpha}{2}.$$

При ограниченной длине станционной площадки применяют укороченные стрелочные улицы, располагаемые под углом β к основному пути (рис. 5.55). Иногда применяют стрелочные улицы с расположением стрелочных переводов на основном пути (рис. 5.56).

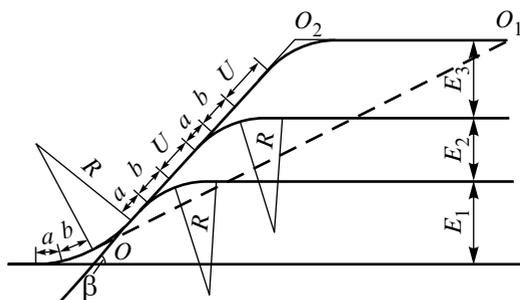


Рис. 5.55. Схема укороченной стрелочной улицы

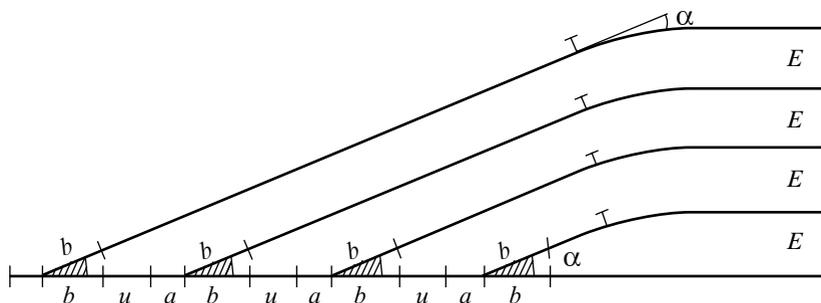


Рис. 5.56. Схема стрелочной улицы с расположением переводов на основном пути

5.5.2.4. Основные размеры, нормы, допуски и дефекты

На каждом стрелочном переводе или глухом пересечении стрелка, крестовина, соединительные пути между ними и примыкающие рельсы должны быть одного типа и соответствовать установленным нормам. Нормы устройства стрелочных переводов при ширине колеи 1520 мм и 1524 мм на прямых участках пути приведены в табл. 5.25 и 5.26.

Места контрольных измерений ширины колеи показаны на рис. 5.57—5.59. В глухих пересечениях всех типов и марок нормы устройства по ширине колеи не должны превышать 3 мм в сторону сужения или уширения от номинального значения (см. табл. 5.25, 5.26). Места контрольных измерений ширины колеи в прямолинейных косоугольных глухих пересечениях приведены на рис. 5.60.

Нормы устройства ширины желобов в острых и тупых крестовинах на стрелочных переводах и глухих пересечениях приведены в табл. 5.27 и 5.28.

Места контрольных измерений ширины желобов в острых и тупых крестовинах и в контррельсах показаны на рис. 5.61—5.63.

Шаг остряка (расстояние между рабочей гранью головки рамного рельса и нерабочей гранью остряка), измеряемой против первой тяги, должен быть не менее 147 мм. Расстояние между отведенным остряком и рамным рельсом должно обеспечивать проход колес без касания остряка. Для этого разность ширины колеи и ширины желоба между остряком и рамным рельсом в конце строжки остряка не должна быть более 1458 мм.

Таблица 5.25
Нормы устройства стрелочных переводов и глухих пересечений по ширине колеи (при номинальной колее 1520 мм)

Тип стрелочного перевода	Марка крестовины	Ширина колеи, мм					
		в стыках рамных рельсов (А)	в острие остряков (В)	в корнях остряков на боковой путь (Г)	на прямой путь (Д)	в середине кривой (Е) кривой (Ж, З, И, К)	в крестовине и в конце кривой (Е) кривой (Ж, З, И, К)
<i>Обыкновенные стрелочные переводы (в том числе с крестовиной с подвижным (поворотным) сердечником)</i>							
Р65	1/18	1520	1521	1520	1520	1520	1520*
Р65	1/11	1520	1524	1520	1521	1520	1520*
Р65	1/9	1520	1524	1520	1521	1524	1520
Р50	1/11	1520	1528	1520	1521	1520	1520
Р50	1/9	1520	1528	1520	1521	1524	1520
<i>Двойные перекрестные стрелочные переводы (в том числе с путями крестовинами с подвижным сердечником)</i>							
Р65, Р50	1/9	1520	1535	1535	1520	1535	1520
<i>Симметричные стрелочные переводы</i>							
Р65	1/11	1520	1524	1520	—	1520	1520
Р50	1/11, 1/9	1520	1528	1520	—	1520	1520
Р50 (для прямоотправочных путей)	1/6	1520	1527	1524	—	1524	1520
Р65, Р50 (для горочных путей)	1/6	1522	1532	1524	—	1524	1520
<i>Глухие пересечения</i>							
Р65, Р50	1/9, 2/11, 2/9, 2/6'	—	—	—	—	—	1520
<i>Допускаемые отклонения от норм (все типы и марки¹⁾)</i>							
По уширению	—	4**	4	4**	4	10**	3
По сужению	—	2	2	2	2	2	3

¹Для двойных перекрестных стрелочных переводов допускаемые отклонения по ширине колеи в середине и конце переводной кривой 4 мм — в сторону уширения; 2 мм — в сторону сужения.

Для остряков крестовин с подвижным сердечником ширина колеи измеряется: в передних стыках, в горле, по оси второй тяги и в задних стыках по прямому и боковому пути, а в крестовине типа Р65 марки 1/18 — по оси второй тяги только по прямому пути.

**При боковом износе рельсов допуск на ширину колеи увеличивается на величину фактического бокового износа рельсов (не более максимально допустимого для данного типа рельсов, класса пути, установленных скоростей), при этом ширина колеи во всех случаях не должна быть более 1546 мм.

Нормы устройства стрелочных переводов и глухих пересечений по ширине колеи (при номинальной колее 1524 м)

Тип стрелочного перевода	Марка крестовины	Ширина колеи, мм						в крестовине и в конце кривой (Ж, З, И, К)
		в стыках рамных рельсов от остряка (А)	на расстоянии 1000 мм от остряка остряка (Б)	в острие остряков (В)		в корнях остряков		
				на боковой путь (Г)	на прямой путь (Д)	в середине кривой (Е)		
<i>Обыкновенные стрелочные переводы</i>								
Р65, Р50	1/18	1524	1524*	1526	1524	1524	1524	1524
Р65	1/11	1524	1530	1536	1536	1524	1536	1524
Р65	1/9	1524	1530	1536	1536	1524	1540	1524
Р50, Р43	1/11	1524	1530	1536	1536	1524	1536	1524
Р50, Р43	1/9	1524	1530	1536	1536	1524	1540	1524
<i>Двойные перекрестные стрелочные переводы</i>								
Р65, Р50, Р43	1/9	1524	—	1536	1536	1524	1536	1524
<i>Симметричные стрелочные переводы</i>								
Р65, Р50, Р43	1/11, 1/9, 1/6	1524	—	1524	1524	—	1524	1524
Р50, Р43 (для горочных и приемоправочных путей)		1526	—	1540	1540	—	1540	1524
<i>Глухие пересечения</i>								
Р65, Р50	1/9, 2/11 2/9, 2/6	—	—	—	—	—	—	1524
<i>Допускаемые отклонения от норм (все типы и марки)</i>								
По уширению		3**	3	2	2**	2	3**	2
По сужению		—	2	2	2	2	2	4

* На расстоянии 215 мм от остряка остряка.

** При наличии бокового износа допуск на ширину колеи увеличивается на величину бокового износа (не более максимально допустимого для данного типа рельсов, класса пути, установленных скоростей), но не более 1546 мм.

Примечание. Допуски в ширине колеи на крестовине +2 мм даны при условии, что будут соблюдены расстояния между рабочими гранями контррельса и сердечника крестовины не менее 1472 мм и между рабочими гранями контррельса и усовика — не более 1435 мм.

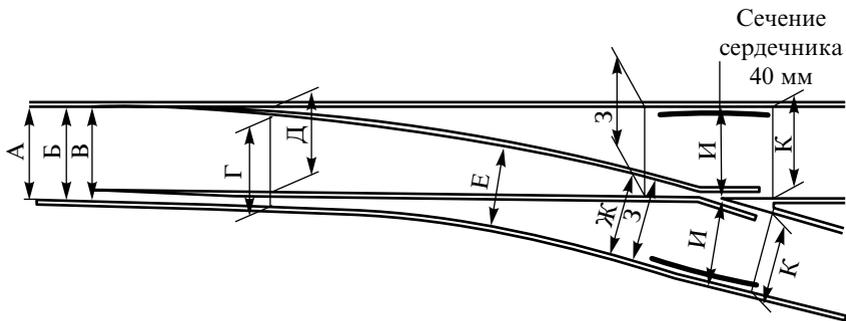


Рис. 5.57. Места контрольных измерений ширины колеи на обыкновенных стрелочных переводах

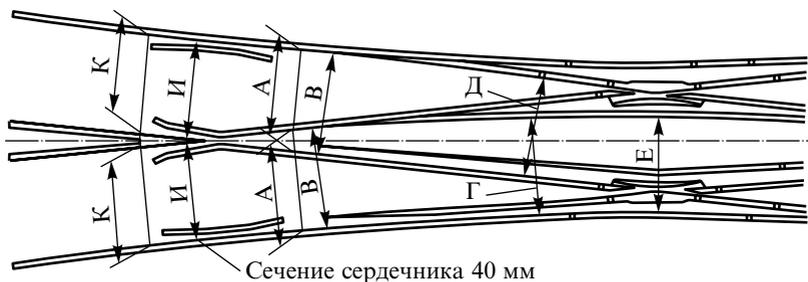


Рис. 5.58. Места контрольных измерений ширины колеи на двойных перекрестных стрелочных переводах

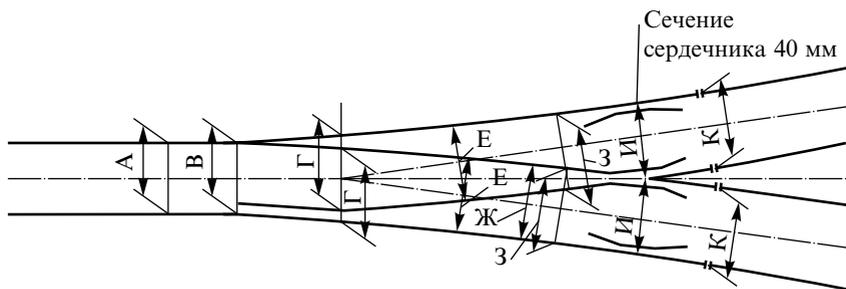


Рис. 5.59. Места контрольных измерений ширины колеи на симметричных стрелочных переводах

Таблица 5.27
Нормы устройства острых и тупых крестовин стрелочных переводов и глухих пересечений по ширине желобов для колеи 1520 мм

Тип стрелочного перевода и глухого пересечения	Марка крестовины	Ширина желобов, мм					в тупой крестовине в прямой части между усовником и сердечником и между сердечником и контрольсом (П)
		в острой крестовине		на отводах усовников и контрольсов острых и тупых крестовин		на входах (Т)	
		в горле (О)	от сечения сердечника 20 мм до сечения 50 мм (П)	в прямой части контрольса (Р)	в конце отводов (С)		
Р65, Р50	1/18, 1/11, 1/9, 1/6, 2/11, 2/9	62	46	44	64	86	45
Р65, Р50	2/6	46	45	44	64	86	45
<i>Допускаемые отклонения</i>							
По уширению	—	6	2	3	5	6	2
По сужению	—	1	2	2	2	2	2
<p><i>Примечание.</i> Ширина желоба между усовником и подвижным сердечником крестовины не должна быть менее 64 мм, а на входе усовников — 86 мм.</p>							

Таблица 5.28

Нормы устройства острых и тупых крестовин стрелочных переводов и глухих пересечений по ширине желобов для колеи 1524 мм

Тип стрелочного перевода и глухого пересечения	Марка крестовины	Ширина желобов, мм					
		в острой крестовине			на отводах, усювиков и контррельсов острых и тупых крестовин		
		в горле (О)	между усювиком и сердечником от острья до сечения сердечника 40 мм (П)	в прямой части контрельса (Р)	в конце отводов (С)	на входах (Т)	в тупой крестовине между усювиком и сердечником и между контррельсом (П)
<i>Одиночные стрелочные переводы</i>							
Р65, Р50, Р43	1/18, 1/11, 1/9	68*	45	44	68*	90	—
<i>Двойные перекрестные стрелочные переводы</i>							
Р65, Р50, Р43	1/9	68*	45	44	68*	90	46
<i>Симметричные стрелочные переводы</i>							
<i>Глухие пересечения</i>							
Р65, Р50, Р43	1/11, 1/9, 1/6	68	45	44	68	90	—
Р65, Р50, Р43	1/9, 2/11, 2/9	68	45	44	68	90	46
Р50, Р43	2/6	46	45	44	68	90	46
<i>Допускаемые отклонения</i>							
По уширению	—	3	2	2	3	3	3
По сужению	—	2	2	2	2	2	2

*У крестовин типов Р50 и Р43 марок 1/11 и 1/9, изготовленных по проектам, утвержденным до 1960 г., размер желобов в горле равен 66 мм, а в конце отведенной части усювиков и контррельсов — 67 мм.

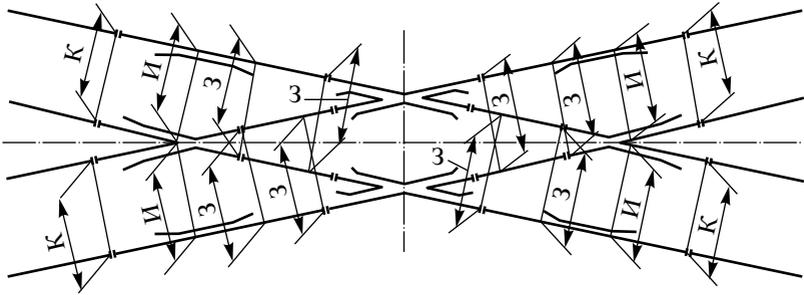


Рис. 5.60. Места контрольных измерений ширины колеи в прямолинейных косоугольных глухих пересечениях

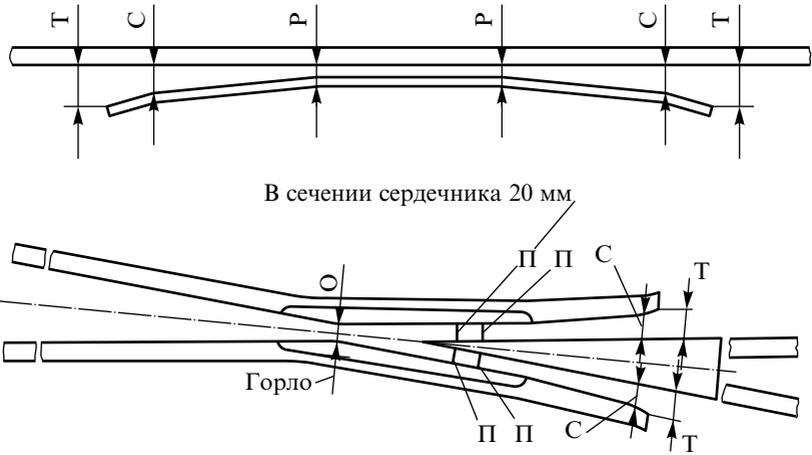


Рис. 5.61. Места контрольных измерений ширины желобов в острых крестовинах и в контрольсах

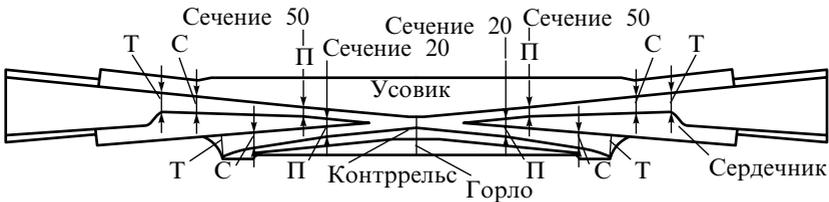


Рис. 5.62. Места контрольных измерений ширины желобов и расстояний от переднего торца длинного рельса сердечника (Ф) и между торцами длинного и короткого рельса сердечника (С) на крестовинах с подвижным сердечником

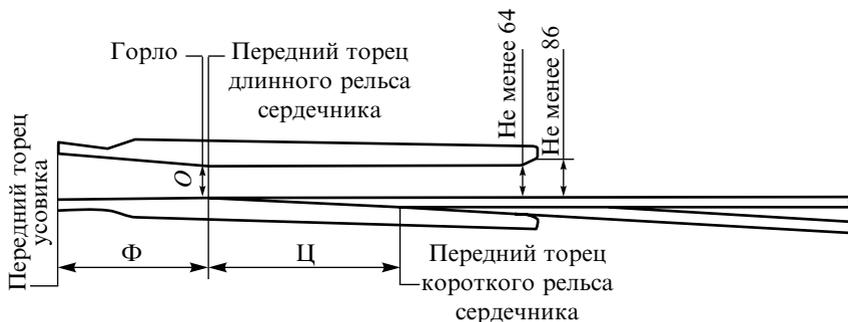


Рис. 5.63. Места контрольных измерений ширины желобов в тупых крестовинах

Шаг подвижных сердечников тупых крестовин двойных перекрестных стрелочных переводов должен составлять 84 мм с отклонением в сторону увеличения 4 мм, а в сторону уменьшения — 2 мм. Шаг подвижных сердечников острых крестовин с непрерывной поверхностью катания устанавливается технической документацией на эти крестовины.

Регулировка шага подвижных сердечников в острых и тупых крестовинах осуществляется при помощи переводного механизма. Переводные усилия электроприводов на острия и сердечник крестовины с непрерывной поверхностью катания при работе электропривода на фрикцию должны соответствовать значениям, приведенным в Инструкции по текущему содержанию железнодорожного пути (ЦП-774) для различных конструкций и типов.

На участках с электрическими рельсовыми цепями между серьгой и острым устанавливается изолирующая прокладка толщиной не более 4 мм. Для регулировки зазора между острым и рамным рельсом, а также между подвижным сердечником и усовиком крестовины допускается устанавливать между рабочими и контрольными сержками и острым рельсом металлические регулировочные прокладки толщиной не более 3 мм со стороны сержки (рис. 5.64),

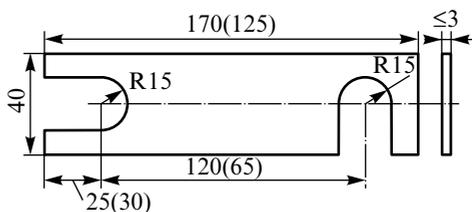


Рис. 5.64. Регулировочная металлическая прокладка

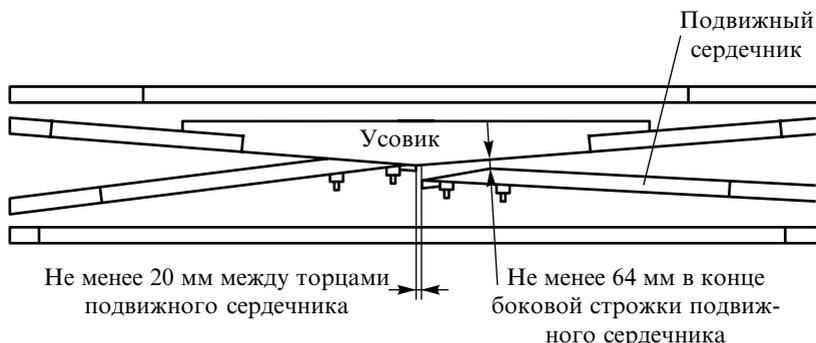


Рис. 5.65. Места контрольных измерений ширины желобов между усовиком и подвижным сердечником в тупых крестовинах

при этом суммарная толщина изолирующей и металлических регулировочных прокладок должна быть не более 7 мм.

Расстояние между передними торцами подвижных сердечников тупых крестовин должно быть не менее 20 мм (рис. 5.65). Прилегание острия и подвижных сердечников должны быть плотными. На отдельных брусках зазор между подошвой острия, подвижного сердечника и подушкой в пределах участка прилегания к рамному рельсу или усовику не должен превышать 1 мм, а вне пределов — 2 мм.

Прилегание острия к рамным рельсам, а также подвижных сердечников к усовикам крестовины должно быть плотным. Не допускается отставание острия от рамного рельса и подвижного сердечника крестовины от усовика, измеренное у острия или подвижного сердечника тупой крестовины против первой тяги, а у сердечника острой крестовины — в острие сердечника — на 4 мм и более. Просвет между рабочей гранью упорных накладок и шейкой острия или подвижного сердечника не должен превышать 2 мм.

Нормы устройства стрелочных переводов по уровню устанавливаются такие же, как на прилегающих путях.

Расстояние Φ (см. рис. 5.63) от переднего торца усовика острой крестовины с подвижным сердечником до переднего торца длинного рельса сердечника не должно отличаться от проектного (табл. 5.29) более чем на 10 мм при установке сердечника для движения по прямому пути.

Размеры острых крестовин с подвижным сердечником, мм

Острая крестовина		№ проекта	Тип подвижного состава	Ширина желоба в горле ¹ (О)	Расстояние от переднего торца усовика до переднего торца длинного рельса сердечника (Ф)	Расстояние от переднего торца длинного рельса сердечника до переднего торца короткого рельса сердечника (Ц)	Длина длинного рельса сердечника ¹	Длина короткого рельса сердечника ¹
Тип	Марка							
P65	1/18	2451	Поворотный	138	1420	2167	6950	4783
P65	1/11	2726	Гибко-поворотный	137	1338	1110	9862	5467
P65	1/11	2561	Поворотный	137	1348	1147	5647	4500
P65	1/11	2450	Гибкий	139	1330	1200	8450	7250

¹Справочно.

Расстояние Ц (см. рис. 5.63) между торцами длинного и короткого рельсов сердечника не должно отличаться от проектного более чем на 12 мм для крестовин с гибкоповоротным сердечником и 6 мм — для крестовин с поворотным сердечником при установке сердечника для движения по боковому пути.

Устройство переводных кривых на стрелочных переводах производится по ординатам, указанным в табл. 5.30 и 5.31 (см. также рис. 5.46).

Нормы устройства и содержания ординат не должны превышать 2 мм в сторону увеличения и 10 мм в сторону уменьшения, при этом разность отклонений в смежных точках не должна превышать 2 мм. При наличии бокового износа рельсов разрешается содержать ординаты сверх указанных отклонений меньшими на величину бокового износа, но не более 5 мм.

Ординаты для разбивки закрестовинных кривых приведены в табл. 5.32 (колея 1520 мм) и в табл. 5.33 (колея 1524 мм); схема разбивки представлена на рис. 5.66.

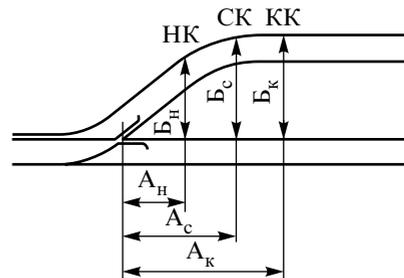


Рис. 5.66. Схема разбивки закрестовинной кривой

Ординаты¹ переводных кривых стрелочных переводов колес 1520 мм

Тип стрелочного перевода	Марка крестовины	Длина остряка, мм	Значение ординаты, мм												Расстояние от корня остряка до конца кривой, мм	
			в корне остряка ²		в переводной кривой при расстоянии от корня остряка, м											в конце переводной кривой
			2	4	6	8	10	12	14	16	18	20	22	24		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14			
<i>Обыкновенные стрелочные переводы</i>																
Р65	1/18	15500	206	251	300	353	410	472	537	607	681*	1458	32648			
Р65 с крестовиной с подвижным сердечником	1/18	15500	206	251	300	353	410	472	537	607	681*	1391	31438			
Р65	1/11	8300	181	259	350	455	573	704	849	1008	—	1223	16478			
Р65 с гибкими остряками	1/11	10750	278	372	480	601	736	884	1045	—	—	1223	14026			
Р65	1/9	8300	181	259	350	460	590	740	910	1100	—	1326	16135			
Р65	1/9	10750	278	373	488	622	776	951	1146	—	—	1326	13683			
Р50	1/11	6515	149	223	311	412	527	656	798	953	—	1200	12867			
Р50	1/9	6515	149	223	312	419	547	695	863	1052	—	1297	16335			

Окончание табл. 5.30

		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
		Симметричные стрелочные переводы													
Р65 (для горочных путей)	1/6	5350	634	548	442	316	170	—	—	—	—	—	—	95	8932
	1/11	8300	647	603	551	493	428	357	278	194	—	—	—	160	14755
	1/11	6515	685	648	604	533	494	428	354	273	—	—	—	203	15574
	1/9	6515	685	648	604	552	490	418	337	247	147	—	—	78	17279
	1/6	5640	661	591	501	391	261	—	—	—	—	—	—	70	10501
Р50 (для горочных путей)	1/6	4340	670	594	498	382	246	—	—	—	—	—	—	95	9941

¹Ординаты переводной кривой измеряются от рабочей грани наружного рельса прямого направления до рабочей грани рельсов упорной нити переводной кривой. Ординаты симметричных стрелочных переводов измеряются от оси стрелочного перевода до рабочей грани рельсов упорной нити переводной кривой.

²Для стрелочного перевода Р65 марки 1/11 для путей 1-го и 2-го классов корнем остряка считается сварной стык, расположенный на расстоянии 10750 мм от остря остряка.

*Последующие ординаты для переводов типа Р65 марки 1/18 равны (числитель — расстояние от корня остряков, м; знаменатель — ординаты, мм): 18/759; 20/841; 22/928; 24/1018; 26/1113; 28/1212; 30/1315.

Ординаты переводных кривых стрелочных переводов колеи 1524 мм

Тип стрелочного перевода	Марка крестовины	Длина остряка, мм	Значение ординаты, мм										Расстояние от корня остряка до конца кривой, мм
			в корне остряка	в переводной кривой при расстоянии от корня остряка, м								в конце переводной кривой	
				2	4	6	8	10	12	14	16		
1		2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1314
<i>Обыкновенные стрелочные переводы</i>													
P65	1/11	8300	187	265	356	460	578	709	854	1012	1184	1231	16524
P65	1/9	8300	187	265	356	466	595	745	915	1105	—	1333	16162
P65, P50	1/18	15500	210	255	304	357	414	476	541	611	658*	1461	32622
P50, P43	1/11	6515	150	225	313	415	530	658	800	956	1126	1199	16819
P50, P43	1/9	6515	150	225	314	422	550	698	866	1055	—	1297	16299
P50, P43	1/11	6840	150	—	310	—	523	—	790	—	1110	1218	17216
P50, P43	1/9	6840	150	—	312	—	550	—	868	—	—	1295	16255

Окончание таблицы 5.31

Симметричные стрелочные переводы													
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
Р65	1/11	8300	679	642	597	544	484	415	338	253	—	233	14447
Р65	1/9	8300	679	642	597	543	479	405	321	227	122	106	16301
Р50, Р43	1/11	6515	687	652	609	558	499	432	357	274	—	233	14931
Р50, Р43	1/9	6515	687	652	609	557	496	424	342	259	149	106	16786
Р50	1/6 (для приемо-отправочных путей)	5640	668	597	506	394	263	—	—	—	—	81	10371
Р50, Р43	1/6 (для горочных путей)	4340	673	596	500	383	247	—	—	—	—	100	9885

*Последующие ординаты для переводов Р65 и Р50 марки 1/18 равны (числитель — расстояние от корня ост-ряков, м; знаменатель — ординаты, мм): 18/763; 20/845; 22/932; 24/1022; 26/1117; 28/1216; 30/1319.

Таблица 5.32

Ординаты закрестовинных кривых стрелочных переводов колеи 1520 мм

Ширина междупутья, мм	Радиус кривой, м	Расстояние, мм, от математического центра крестовины			Ордината ¹ , мм, от ра- бочей грани внутренне- го рельса прямого пути до рабочей грани наружного рельса кривой	
		до начала кривой А _Н	до середины кривой А _С	до конца кривой А _К	в начале Б _Н	в середине Б _С
<i>Марка крестовины 1/11</i>						
4100	200	19261	28305	37368	3278	3894
	250	17009	28314	39643	3072	3842
	300	14748	28315	41909	2867	3791
4500	350	12488	28316	44176	2661	3739
	200	23661	32705	41768	3678	4294
	250	21409	32714	44043	3472	4242
4800	300	19148	32715	46309	3267	4191
	350	16888	32716	48576	3061	4139
	400	14627	32716	50841	2856	4088
5000	200	26961	36005	45068	3978	4594
	250	24709	36014	47373	3772	4542
	300	22448	36015	49609	3567	4491
5300	350	20188	36016	51876	3361	4439
	400	17927	36016	54141	3156	4388
	500	13406	36017	58644	2745	4285
4100	200	29161	38205	47268	4178	4794
	250	26909	38214	49543	3972	4742
	300	24648	38215	51809	3767	4691
4500	350	22388	38216	54076	3561	4639
	400	20127	38216	56341	3356	4588
	500	15606	38217	60874	2945	4485
5300	200	32461	41505	50568	4478	5094
	250	30209	41514	52848	4272	5042
	300	27948	41515	55109	4067	4991
4100	350	25688	41516	57376	3861	4939
	400	23427	41516	59641	3656	4888
	500	18906	41517	64174	3245	4785
600	14385	41518	68707	2834	4682	
<i>Марка крестовины 1/9</i>						
4100	200	12120	23146	34206	2876	3794
4500	200	15720	26746	37806	3276	4194
	250	12966	26749	40574	2970	4117
4800	200	18420	29446	40506	3576	4494
	250	15666	29449	43274	3270	4417
300	12912	29451	46041	2964	4341	

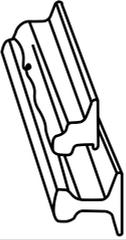
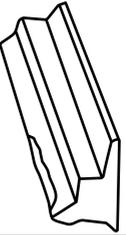
¹Ордината для конца кривой равна ширине междупутья.

Ординаты закрестовинных кривых стрелочных переводов колеи 1524 мм

Ширина междупутья, мм	Радиус кривой, м	Расстояние, мм, от математического центра крестовины			Ордината ¹ , мм, от ра- бочей грани внутрен- него рельса прямого пути до рабочей грани наружного рельса кривой	
		до начала кривой A_n	до середины кривой A_c	до конца кривой A_k	в начале B_n	в середине B_c
<i>Марка крестовины 1/11</i>						
4100	300	14715	28281	41875	2868	3792
	200	19232	28276	37339	3279	3895
4500	300	19115	32681	46275	3268	4192
	200	23632	32676	41739	3679	4295
4800	300	22415	35981	49575	3568	4492
	200	26932	35976	45039	3979	4595
5000	300	24615	38181	51775	3768	4692
	200	29132	38176	47239	4179	4795
5300	300	27915	41481	55075	4068	4992
	200	32432	41476	50539	4479	5095
<i>Марка крестовины 1/9</i>						
4100	300	6585	23125	39715	2265	3641
	200	12090	23116	34176	2877	3794
4500	300	10185	26725	43315	2665	4041
	200	15690	26716	37776	3277	4194
4800	300	12885	29425	46015	2965	4341
	200	18390	29416	40476	3577	4494
5000	300	14685	31225	47815	3165	4541
	200	20190	31216	42276	3777	4694
5300	300	17385	33925	50515	3465	4841
	200	22890	33916	44976	4077	4994

¹Ордината для конца кривой равна ширине междупутья.

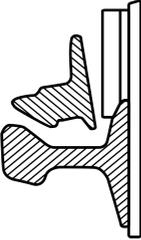
Классификация дефектов и повреждений элементов стрелочных переводов и указания по их эксплуатации

Наименования дефектов и повреждений элементов и основные причины их появления и развития	Схематическое изображение дефекта и его обозначение	Степень развития дефекта	Указания по эксплуатации								
1	2	3	4								
<i>Острые, сердечники крестовин с непрерывной поверхностью катания</i>											
Выкрашивание гребнеобразного напыва в сторону рамного рельса в зоне боковой строжки остряка из-за недостаточной конструктивно-усталостной прочности металла	ДО.11.2 	Глубина выкрашивания, мм	Категория пути								
			От 1 до 3	1	2	3	4	5	6	7	
			От 3,1 до 5	д							
			От 5,1 до 8								
			От 8,1 до 12								
Более 12	од										
Выкрашивание остряков от остряка до первой стрелочной тяги из-за усиленного бокового воздействия колес. Выкрашивание остряка подвижного сердечника	ДО.14.2 ДСН.14.2 	Глубина выкрашивания более 3 мм на длине, мм	Категория пути								
До 200	1	2	3	4	5	6	7				
Более 200	д										
Более 300											
Более 400							од				

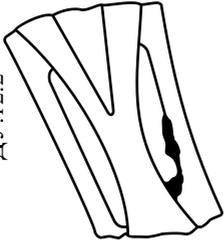
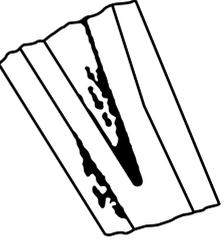
Продолжение табл. 5.34

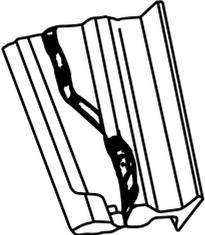
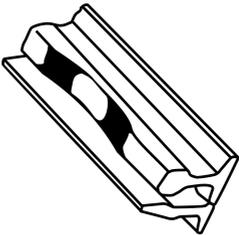
1	2	3	4
Седловины в зоне выпрессовки из-за изменения структуры металла при ее выполнении	ДО.41.2 ДСН.41.2 	Глубина седловины на длине 1 м, мм От 1,5 до 2 От 2,1 до 3 От 3,1 до 4 От 4,1 до 6 От 6,1 до 10 Более 10	Категория пути 1 2 3 4 5 6 7 ун д од
Седловины на поверхности катания остряка от первой тяги до сечения 50 мм вследствие завывшения его над рамным рельсом	ДО.42.2 	Глубина седловины, мм От 1 до 3 От 3,1 до 5 От 5,1 до 7 От 7,1 до 10 Более 10	Категория пути 1 2 3 4 5 6 7 ун д од
Местный износ подошвы остряка, сердечника в зоне опирания на подушки подкладок из-за недостаточной прочности металла	ДО.61.2 ДСН.61.2 	Износ подошвы, мм От 1 до 2 От 2,1 до 3 От 3,1 до 5 Более 5	Категория пути 1 2 3 4 5 6 7 ун д од

Продолжение табл. 5.34

1	2	3	4
Неприлегание остряков к рамному рельсу, а также остряков или подвижных сердечников к подушкам подкладок из-за саморазгиба, вертикального выгиба и пропеллерности	ДО.80 ДСН.80 	Дефектные элементы подвергаются правке прессами или другими приспособлениями. В случае невозможности правки при величинах неприлеганий элементов к рамным рельсам и подушкам, превышающих размеры, установленные Инструкцией по текущему содержанию железнодорожного пути, элементы считаются дефектными и подлежат замене в плановом порядке	
<i>Рамные рельсы</i>			
Выкрашивание металла рамного рельса по боковой выкружке в зоне прилегания остряков из-за недостаточной контактной прочности металла	ДР.11.2 	Глубина выкрашивания, мм От 2 до 3 От 3,1 до 5 От 5,1 до 8 От 8,1 до 12 Более 12	Категория пути 1 2 3 4 5 6 7 ун д од
<i>Крестовины</i>			
Откол металла головки в хвостовом торце сердечника из-за дефектов литья (раковины, поры и т.п.)	ДС.10.1 	Глубина выкрашивания при длине более 30 мм, мм От 3 до 4 От 4,1 до 6 От 6,1 до 10 Более 10	Категория пути 1 2 3 4 5 6 7 ун д од

Продолжение табл. 5.34

1		2		3		4						
Выкрашивание рельсовой или литой части усовика по линии врезки из-за недостатков конструкции		Глубина выкрашивания при длине более 50 мм, мм	Категория пути									
			1	2	3	4	5	6	7			
			от 3 до 4	д					ун			
		от 4,1 до 6	од									
		от 6,1 до 8	од									
Выкрашивание на боковой выкружке сердечника и литой части усовиков из-за несвоевременного удаления наплывов		Глубина выкрашивания, мм	Категория пути									
			1	2	3	4	5	6	7			
			от 2 до 3	д					ун			
			от 3,1 до 5	од								
		Более 5	од									
Отслоение и выкрашивание на поверхности катания литой части усовика и сердечника в зоне перекатывания из-за повышенного динамического воздействия колес		Глубина выкрашивания более 3 мм на длине, мм	Категория пути									
			1	2	3	4	5	6	7			
			Более 100	д					ун			
			Более 200	од								
			Более 300	од								
		Более 400	од									
		Более 500	од									

1	2	3	4														
Седловины на усовике в зоне передней врезки и на сердечнике в узкой его части	ДС.42.2 ДУ.42.2 	Глубина седловины, мм От 2 до 3 От 3,1 до 5 Более 5	Категория пути <table border="1" data-bbox="277 161 398 632"> <tr> <td>1</td> <td>2</td> <td>3</td> <td>4</td> <td>5</td> <td>6</td> <td>7</td> </tr> <tr> <td colspan="2">од</td> <td colspan="2">д</td> <td colspan="3"></td> </tr> </table>	1	2	3	4	5	6	7	од		д				
1	2	3	4	5	6	7											
од		д															
<i>Ходовые рельсы и контррельсы</i>																	
Смятие головки рельса в виде седловины против зоны перекаtywания колес с усовика на сердечник и обратно	ДХ.44.2 	Глубина седловины на длине 1 м, мм От 1,5 до 2 От 2,1 до 3 От 3,1 до 4 От 4,1 до 6 От 6,1 до 10 Более 10	Категория пути <table border="1" data-bbox="608 161 807 632"> <tr> <td>1</td> <td>2</td> <td>3</td> <td>4</td> <td>5</td> <td>6</td> <td>7</td> </tr> <tr> <td colspan="2">од</td> <td colspan="2">д</td> <td colspan="3">ун</td> </tr> </table>	1	2	3	4	5	6	7	од		д		ун		
1	2	3	4	5	6	7											
од		д		ун													

Отвод уширения колеи на стрелочной переводной кривой выполняется согласно эпюре стрелочного перевода за счет сдвижки внутренней нити кривой.

Допускаемый износ рамных рельсов, остряков и крестовин стрелочных переводов и глухих пересечений в зависимости от установленных скоростей движения приведены в Нормативно технических документах (Дополнения НТД/ЦП-1-3-93), утвержденных МПС (1996 г.).

Дополнение НТД/ЦП-1-93 содержит Классификацию дефектов и повреждений элементов стрелочных переводов. Эта классификация предназначена для правильного ведения учета основных несущих и направляющих элементов стрелочных переводов, снимаемых из-за развития различных дефектов и повреждений, и разработки мер по увеличению срока службы этих элементов.

В классификацию включены только те специфические дефекты и повреждения, которые по месту расположения или основной причине образования отличаются от дефектов и повреждений рельсов.

Дефекты и повреждения элементов стрелочных переводов, не отличающиеся от таких же изъянов в рельсах, учитываются по классификации дефектов и повреждений рельсов с добавлением букв перед цифровыми обозначениями, например, Р.14; О.11.1; С.47.1 и т.д. Специфические дефекты, повреждения и изломы элементов стрелочных переводов обозначены буквами, двужначным числом и вспомогательной третьей цифрой, например, ДО.65.2; ДР.11.2; ДУ.14.2 и т.д.

Буква Д обозначает, что дефект классифицирован по данному дополнению; остальные буквы обозначают элемент перевода: О — остряк, Р — рамный рельс, У — усовик крестовины, УН — усовик крестовины с непрерывной поверхностью катания, С — сердечник крестовины, СН — сердечник крестовины с непрерывной поверхностью катания, Х — ходовые рельсы у контррельсов, К — контррельсы.

Цифры характеризуют вид дефекта или повреждения, место их расположения по сечениям элементов стрелочных переводов и основные причины их возникновения (см. табл. 5.34).

Каталог дефектов и повреждений элементов стрелочных переводов (НТД/ЦП-2-93) содержит материалы по тем специфическим дефектам элементов, которые помещены в классификации дефектов (дополнение к НТД/ЦП-1-93).

При остальных дефектах, не отличающихся от дефектов, помещенных в классификации НТД/ЦП-1-93, необходимо пользоваться каталогом НТД/ЦП-2-93. Этот каталог предназначен для правильного определения вида специфических дефектов и повреждений стрелочных переводов в соответствии с классификацией.

В каталоге для каждого вида специфических переводов приведены их краткое описание, цифровое обозначение, описание причин появления и развития, способы выявления и указания по эксплуатации поврежденных элементов в зависимости от категории путей.

Признаки дефектных и остродефектных стрелочных переводов (дополнение к НТД/ЦП-3-93) содержат нормы износа основных металлических частей стрелочных переводов (см. табл. 5.35).

Остряки, рамные рельсы, крестовины и контррельсы относятся к дефектным, если их износ превышает величины, указанные в табл. 5.34, и если они имеют деформации и повреждения, отмеченные в п.п. 2.3 и 2.4 НТД/ЦП-3-93 «Признаки дефектных и остродефектных рельсов» (за исключением п.п. 2.3.а и 2.4.а), а также если они имеют специфические повреждения, обуславливающие дефектность этих элементов согласно Каталогу дефектов и повреждений элементов стрелочных переводов.

Остродефектные элементы подлежат немедленной замене. При невозможности замены остродефектного элемента по стрелочному переводу ограничивается скорость движения поездов до значений, соответствующих категорий пути, при которой элемент не считается остродефектным.

Исключения составляют дефекты: ДО.20.2; ДСН.20.2; ДО.60.2; ДСН.60.2; ДО.65.2; ДСН.65.2; ДУН.65.2; ДС.20.2; ДУ.20.2; ДУ.22.2; ДС.50.1; ДС.60.1; ДС.60.2; ДК.14.2; ДК.24.2; ДК.54.2. Элементы стрелочных переводов с этими дефектами являются остродефектными независимо от скоростей движения. Порядок пропуска поездов по ним устанавливается таким же, как и по остродефектным рельсам пути вне стрелочного перевода. Пропуск поездов по лопнувшим остриям и остриям с поперечными трещинами подошвы во всех случаях запрещается.

Дефектные элементы заменяются в плановом порядке. До замены за ними устанавливается усиленное наблюдение. Вопрос об изменении скоростей движения по стрелочному переводу с дефектными элементами может быть решен начальником дистанции пути с учетом фактического состояния переводов и условий их эксплуатации.

Таблица 5.35

Нормы износа основных металлических частей стрелочных переводов, мм

Регламентируемый параметр	Тип стрелочного перевода	Главные пути при скорости движения, км/ч					Главные пути при скорости движения 40 км/ч и менее и приемо-отправочные пути	Станционные, подъездные и прочие пути
		121—140	101—120	81—100	61—80	41—60		
Вертикальный износ сборных и цельнолитых крестовин	Р65 и тяжелее	5	5	6	6	8	10	12
	Р50	—	5	6	6	8	10	12
	Р43 и легче	—	—	5	6	6	10	12
Вертикальный износ крестовин с непрерывной поверхностью катания	Р65	5	6	8	9	9	10	—
Вертикальный износ рамных рельсов и остряков	Р65 и тяжелее	5	6	8	9	9	10	12
	Р50	—	5	8	8	8	9	10
	Р43 и легче	—	—	5	6	6	8	10
Боковой износ рамных рельсов и остряков	Р65 и тяжелее	5	6	8	8	8	8	11
	Р50	—	6	8	8	8	8	11
	Р43 и легче	—	—	6	8	8	8	11
Боковой износ рамного рельса в острие острия	Р65 и тяжелее	5	6	6	6	6	6	6*
	Р50	—	6	6	6	6	6	6
	Р43 и легче	—	—	6	6	6	6	6

Примечание. Износ крестовин и остряков контролируется в местах, регламентируемых инструкцией по текущему содержанию пути, утверждаемой Главным управлением пути МПС.

*Для указанных градаций допустимый износ может быть увеличен до значений, допустимых вне пределов острия острия, при условии обеспечения выполнения требований к взаимному положению острия и рамного рельса, контролируемых шаблоном КОР.

Допускаемая величина износа рельсов соединительных путей стрелочных переводов такая же, как и для рельсов прилегающего пути, в который они уложены.

Указанные нормы износа должны служить основанием для назначения ремонта, смены частей стрелочных переводов и глухих пересечений или ограничения скорости движения.

Вертикальный износ рамного рельса контролируется в наиболее изношенном месте по оси его головки, а остряка — в наиболее изношенном месте по оси его головки в сечении, где ширина ее составляет 50 мм и более.

Вертикальный износ сердечника сборных и цельнолитых крестовин измеряется по середине поверхности его катания в сечении, где ширина сердечника на уровне измерения равна 40 мм (рис. 5.67, 5.68, *a*). Вертикальный износ усювиков сборных и цельнолитых крестовин измеряется на расстоянии 14 мм от

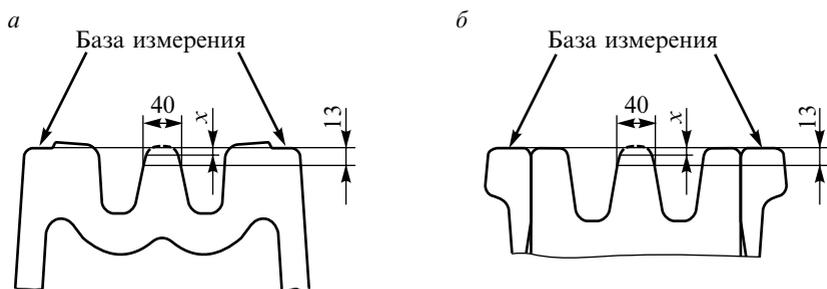


Рис. 5.67. Измерение вертикального износа x сердечника цельнолитой (*a*) и сборной (*б*) крестовины

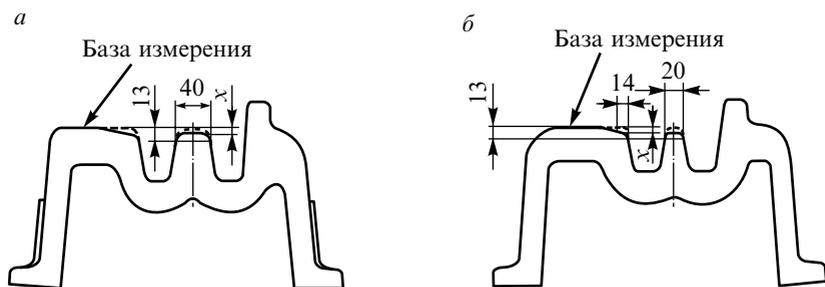


Рис. 5.68. Измерение вертикального износа x сердечника (*a*) и усювиков (*б*) цельнолитой тупой крестовины

боковой рабочей грани изнашиваемой части усовиков в сечении, где ширина сердечника на уровне измерения равна 20 мм (рис. 5.68, б; 5.69).

Для определения износа усовиков острых крестовин необходимо к измеренной величине понижения рабочей поверхности усовиков добавить 3 мм, учитывающие возвышение усовиков над сердечником.

Вертикальный износ подвижных сердечников острых и тупых крестовин измеряется посередине на поверхности катания в сечении, где ширина головки на уровне измерения составляет 50 мм (рис. 5.70).

Вертикальный износ усовиков острых и тупых крестовин с поворотным сердечником измеряется на расстоянии 14 мм от боковой рабочей грани усовика в сечении, где ширина головки сердечника на уровне измерения составляет 20 мм (рис. 5.71).

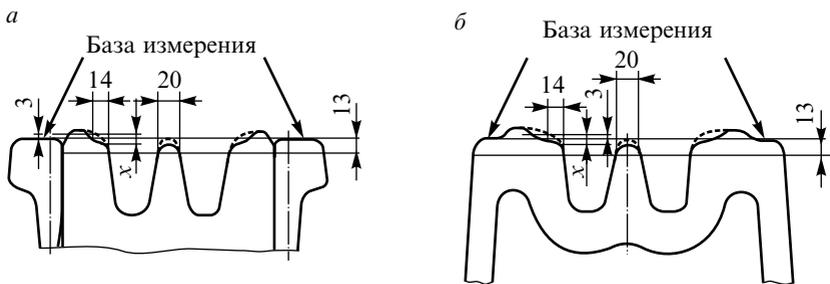


Рис. 5.69. Измерение вертикального износа x сердечника сборной (а) и цельнолитой (б) острых крестовин

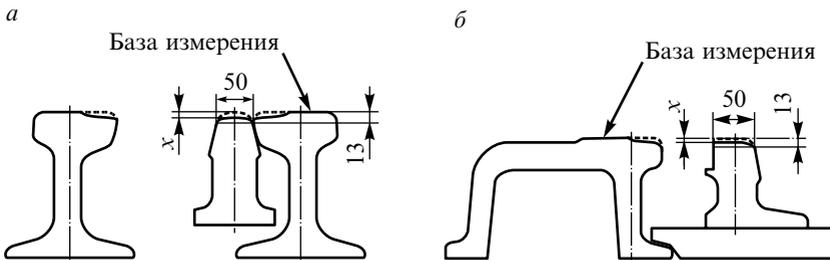


Рис. 5.70. Измерение вертикального износа x сердечника острой (а) и тупой (б) крестовин с поворотным сердечником

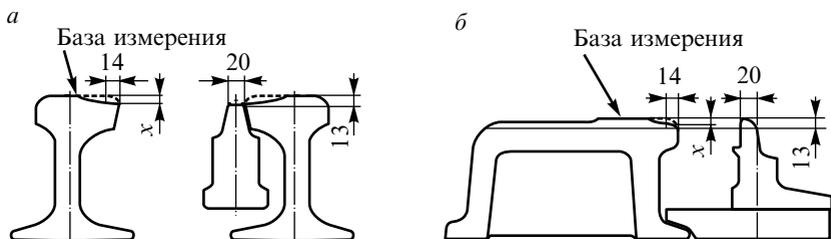


Рис. 5.71. Измерение вертикального износа x усювиков острой (а) и тупой (б) крестовин с поворотным сердечником

Боковой износ рамных рельсов контролируется у острия острых и в наиболее изношенном месте и определяется как разность новой и изношенной ширины головки на уровне 12 мм ниже поверхности катания головки.

Взаимные положения остриков и рамных рельсов контролируются шаблоном КОР («Контроль остриков и рамных рельсов»). Измерение производится в двух контрольных точках: в острие острика и на расстоянии 350 мм от него для стрелок марки 1/18, 200 мм — для обыкновенных и симметричных стрелок марки 1/11 и 1/9, 120 мм — для симметричных стрелок марки 1/6 и перекрестных переводов марки 1/9 с установкой шаблона КОР, как показано на рис. 5.72.

При наличии зазора между наклонной гранью шаблона и головкой рамного рельса должны быть приняты незамедлитель-

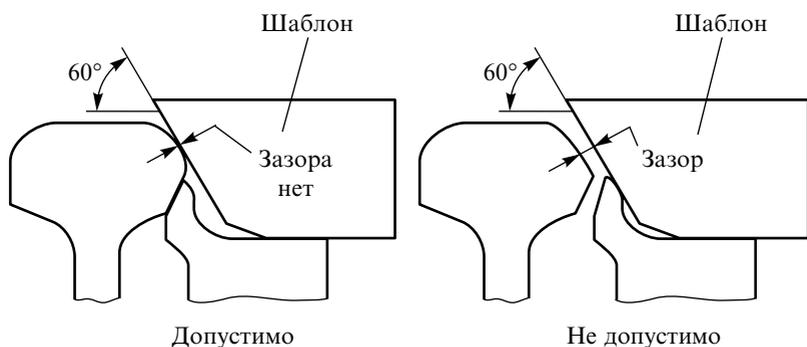


Рис. 5.72. Проверка шаблоном КОР взаимного положения остриков и рамных рельсов

ные меры по его устранению за счет обеспечения прилегания остряка к рамному рельсу и подушкам башмаков или исправления профиля остряка шлифовкой. Если указанные меры не обеспечивают ликвидацию зазора, должна быть произведена замена остряка и рамного рельса. Боковой износ остряка контролируется вне пределов боковой строжки и определяется как разность ширины новой и изношенной головок на уровне 13 мм ниже поверхности катания.

Ширина головки нового остряка с несимметричной головкой ОР65 равна 68,0 мм, ОР50 — 65,0 мм, с симметричной головкой ОР65 — 72,6 мм, ОР50 — 70,0 мм и ОР43 — 70,0 мм.

Согласно ПТЭ запрещается эксплуатировать стрелочные переводы и глухие пересечения, у которых допущена хотя бы одна из следующих неисправностей:

- разъединение стрелочных остряков и подвижных сердечников крестовин с тягами;

- отставание остряка от рамного рельса или подвижного сердечника крестовины от усовика на 4 мм и более, измеренное у остряка и сердечника тупой крестовины против первой тяги, и у сердечника острой крестовины — в острие сердечника при запертом положении;

- выкрашивание остряка или подвижного сердечника, при котором создается опасность набегания гребня, и во всех случаях выкрашивание на главных путях — 200 мм и более, на прочих станционных путях — 400 мм и более;

- понижение остряка против рамного рельса и подвижного сердечника крестовины против усовика на 2 мм и более, измеряемое в сечении, где ширина головки остряка или подвижного сердечника крестовины поверху составляет 50 мм и более;

- расстояние между рабочей гранью сердечника крестовины и рабочей гранью головки контррельса менее 1472 мм (рис. 5.73);

- расстояние между рабочими гранями головки контррельса и усовика более 1435 мм (см. рис. 5.73);

- излом остряка или рамного рельса;

- излом крестовины (сердечника, усовика или контррельса);

- разрыв контррельсового болта в одноболтовом или обоих болтов в двухболтовом вкладыше.

Ширина рельсовой колеи на стрелочных переводах не должна быть более 1546 мм и менее 1512 мм.

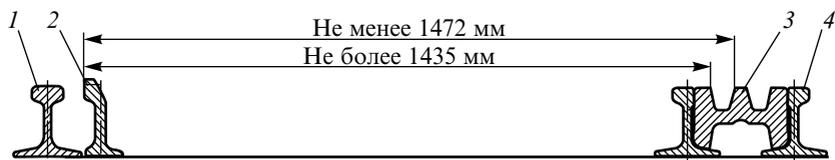


Рис. 5.73. Схема измерения расстояний между рабочими гранями контрорельса и усовика и рабочими гранями контрорельса и сердечника крестовины:
1 — путевой рельс; 2 — контрорельс; 3 — сердечник; 4 — усовик

Величина вертикального и горизонтального износов рельсов и других элементов стрелочных переводов, а также их дефектов в зависимости от установленных скоростей движения поездов не должна превышать значений, регламентированных в НТД/ЦП-1-3-93.

Острия и подвижные сердечники тупых крестовин, выкрошенные от острия до первой рабочей тяги на глубину более 3 мм на расстояние менее, указанного в п. 3.15 ПТЭ, должны быть зашлифованы. При шлифовке выкрашенной части острия придается форма с уклоном головки в поперечном направлении в сторону рабочей грани (рис. 5.74, а), а в продольном направлении — с понижением верха головки к острию острия. Подлежат шлифовке горизонтальные уступы от бокового износа на рабочей грани от острия до сечения головки 20 мм (рис. 5.74, б). При этом смещение фактического острия не должно выходить за первую тягу.

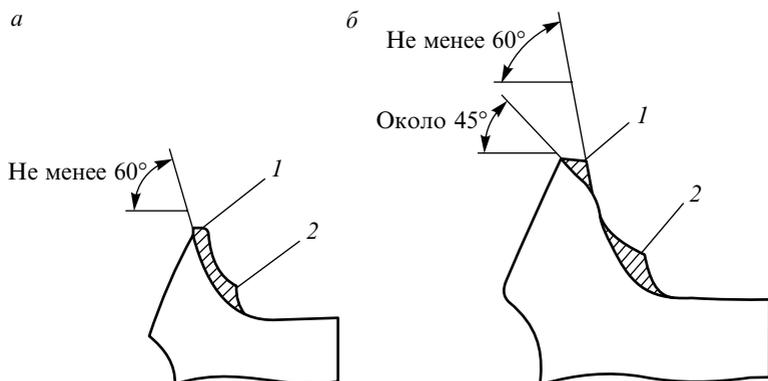


Рис. 5.74. Профиль зачистки выкрошенного острия:
а — до первой тяги; б — за первой тягой на участке до сечения острия 20 мм;
1 — выкрашивание головки; 2 — горизонтальный уступ

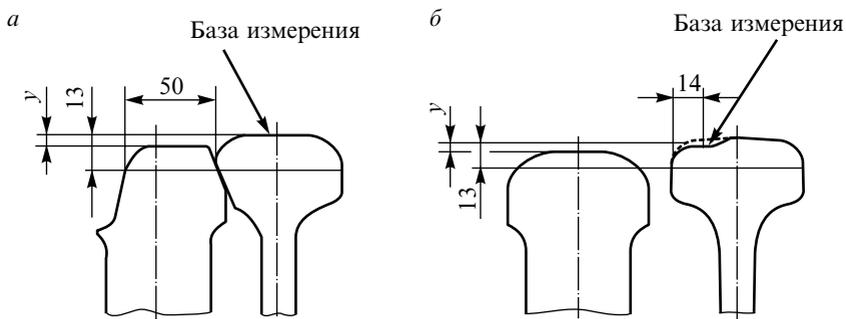


Рис. 5.75. Измерение понижения острья относительно рамного рельса y при равномерном (а) и неравномерном (б) вертикальном износе рамного рельса

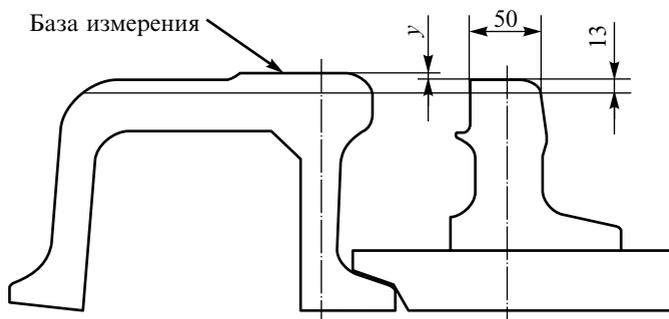


Рис. 5.76. Измерение понижения подвижного сердечника относительно усовика y в тупой крестовине с подвижным сердечником

Измерение понижения острья против рамного рельса показано на рис. 5.75; измерение понижения подвижного сердечника в тупых крестовинах относительно усовика приведено на рис. 5.76. При наличии зазора между подошвой подвижного сердечника (или острья) и подушкой его величина суммируется с размером y .

Зазоры в стыках на стрелочном переводе при монтаже должны соответствовать эпорным значениям. В эксплуатации стыковые зазоры не должны превышать 10 мм. Зазор в стыках поворотных острьяков и сердечников должен быть не менее 3 мм. Остальные зазоры в стрелочных переводах содержатся по нормам прилегающих к ним путей.

Ручные переводные механизмы, как правило, устанавливаются с правой стороны по ходу поезда в противоположном направлении. Они должны быть расположены так, чтобы переводной рычаг с балансиром находился перед фонарной стойкой со стороны острьяков.

Глава 6

УСТРОЙСТВО РЕЛЬСОВОЙ КОЛЕИ

Рельсовую колею образуют две геометрические линии, проходящие по внутренним граням головок уложенных в путь рельсов на уровне их контакта с гребнями колес подвижного состава. Условно считают, что эти линии проходят по внутренним (рабочим) граням головок рельсов на уровне, находящемся на 14 мм ниже их поверхности катания.

Основное требование при проектировании и устройстве рельсовой колеи — обеспечение безопасности движения поездов с установленными скоростями при минимальных значениях сил, возникающих при взаимодействии колеса и рельса. При проектировании рельсовой колеи главным является установление таких норм и допусков в содержании рельсовой колеи, которые обуславливают наименьший уровень силового взаимодействия пути и подвижного состава, снижают интенсивность накопления остаточных деформаций и расходы на содержание пути, уменьшают износ и повышают сроки службы его элементов.

Конструктивное оформление рельсовой колеи и ее размеры обусловлены особенностями ходовых частей подвижного состава. К ним относятся наличие реборд (гребней) у колес; глухая насадка колес на оси; параллельность осей жесткой базы экипажа; коничность колес; поперечные разбеги осей; наличие у экипажей поворотных тележек или осей.

Реборды или гребни необходимы для того, чтобы колеса не могли сойти с рельсов и направлялись в своем движении рельсами. Глухая насадка колес (неподвижное закрепление колес на оси) необходима для того, чтобы колесо не могло принять наклонное к вертикали положение. Расстояние между внутренними гранями колес называется насадкой T (рис. 6.1). Расстояние между край-

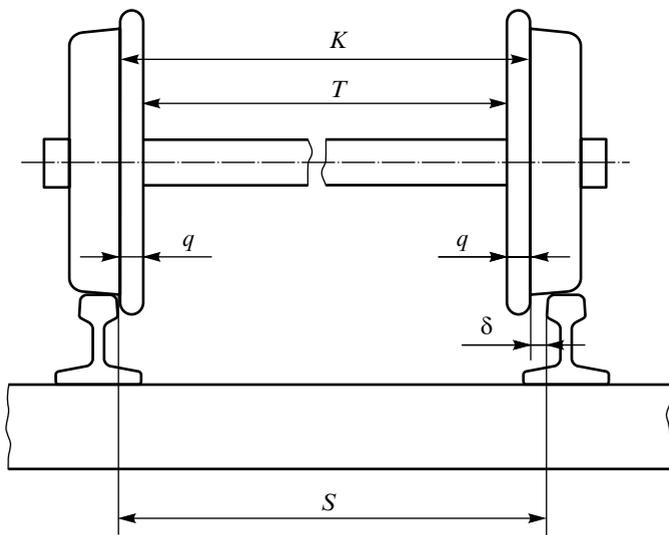


Рис. 6.1. Соотношение размеров колесной пары и рельсовой колеи

ними осями железнодорожного экипажа, остающимися при движении параллельными между собой, называется жесткой базой экипажа.

Расстояние между рабочими гранями гребней колес называется шириной колесной колеи K .

При расчетах взаимозависимости размеров колеи и колесных пар приходится учитывать также упругое отжатие рельсов и упругое изменение размера насадки колесных пар вследствие изгиба осей под нагрузкой. Изгиб вагонной, электровозной и тепловозной осей вызывает на расчетном уровне уменьшение ширины насадки, которая зависит от конструкции, размеров колесных пар и величины нагрузки.

Если поставить колесную пару на прямом участке пути на рельсы так, чтобы гребень одного колеса был прижат к рельсу, то между гребнем второго колеса и рабочей гранью другого рельса будет зазор δ (рис. 6.2). Так как существуют минимальные, нормальные и максимальные значения S , T , и q , то соответственно существуют и зазоры δ_{\min} , δ_0 , δ_{\max} . Подставляя различные T , q , μ , получим следующие значения δ (табл. 6.1). Зазор δ необходим для уменьшения сопротивления движению поездов и снижения износа рель-

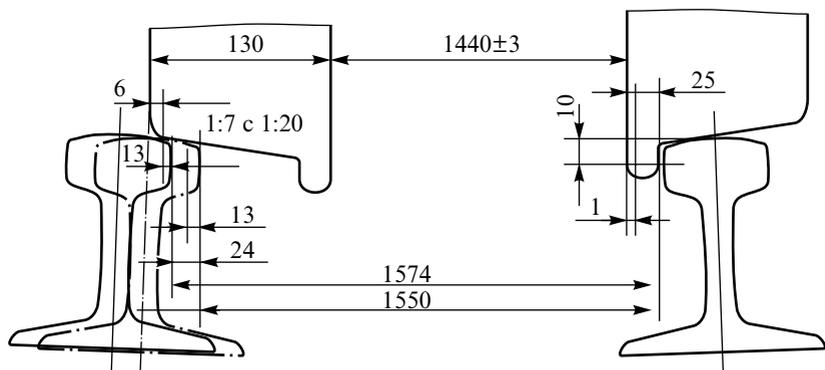


Рис. 6.2. Возможное положение колесной пары в пути при ширине колеи 1574 мм (сплошная линия) и 1550 мм (штриховая линия)

сов и колес, для предотвращения заклинивания экипажей при движении и вкатывания гребня колеса на головку рельса. При слишком больших размерах δ ухудшаются условия взаимодействия пути и подвижного состава; увеличивается угол удара при набегании колес в прямых и при входе в кривые участки пути; ухудшается комфортабельность езды (при больших значениях δ больше качка и влияние экипажей); быстрее появляются расстройтва пути; требуется больше затрат на его техническое обслуживание.

Зазоры между гребнями колес и рельсами могут изменяться не только из-за наличия допусков в содержании колесных пар и ширины колеи. В процессе движения гребни колес вызывают упругие отжатия рельсов, которые достигают до 2—4 мм. Величина отжатая зависит от типа рельса, состояния креплений и шпал, нагрузки на ось и скорости движения и т.п.

Таблица 6.1

Размеры колесных пар

Скорость движения поезда, км/ч	Колеса	$(q+\mu)$, мм	T , мм	K , мм	δ , мм
до 140	локомотивные	33/25	1443/1437	1509/1487	39/7
	вагонные	34/26	1443/1437	1511/1489	37/5
более 140	локомотивные	33/28	1443/1439	1509/1495	31/7
	вагонные	34/29	1443/1439	1511/1497	29/5

Примечание. В числителе — максимальные значения, в знаменателе — минимальные.

6.1. Устройство рельсовой колеи на прямых

Очертания рельсовых нитей в прямых участках пути определяются основными нормативами на устройство и содержание рельсовой колеи по направлению в плане, по ширине рельсовой колеи, положению рельсовых нитей по уровню, подуклонке рельсов.

Путь в плане должен соответствовать проектному положению, которое нормируется и оценивается, в зависимости от установленных скоростей движения поездов, по разности смежных стрел изгиба рельсовых нитей, измеряемых от середины хорды длиной 20 м. Допуски (разность смежных стрел от хорды 20 м) при текущем содержании пути в плане в прямых и кривых (а в переходных кривых — от равномерного роста стрел) не должны превышать: 10 мм (при скоростях 81—140/71—90 км/ч); 15 мм (61—80/61—70 км/ч); 20 мм (41—60 км/ч); 25 мм (16—40 км/ч); 30 мм (15 км/ч), здесь и далее: в числителе — скорость пассажирских, в знаменателе — грузовых поездов.

По направлению выравнивают одну рельсовую нить, называемую рихтовочной. Другую рельсовую нить устанавливают по шаблону в пределах допусков по ширине колеи.

Расстояние между внутренними рабочими гранями рельсов, измеренное ниже поверхности катания на 15 мм, называется шириной рельсовой колеи. При большом зазоре δ (см. рис. 6.1) колеса опираются на рельсы узкой полоской, что может вызвать проваливание колес внутрь колеи. Ширина колеи, при которой возможен провал колес внутрь колеи, определяется следующим образом.

$$\delta = S - (T + 2q + 2\mu) = S - K,$$

где: S — ширина рельсовой колеи в прямом участке пути, мм; T — насадка колес, мм; q — толщина гребня, мм; μ — утолщение гребня выше расчетной плоскости, равное для вагонных колес 1 мм, для локомотивных 0; K — ширина колесной колеи, мм.

На рис. 6.2 колесная пара показана в рельсовой колее таким образом, что 6-миллиметровая фаска на колесе совпадает с началом закругления головки рельса. Можно считать, что такое положение является началом проваливания колеса.

Для вагонной колесной пары проваливание может произойти при ширине колеи (все размеры в мм):

$$S = 25 + 1 + 1437 + 130 - 6 = 1574 \text{ мм,}$$

где: 25 — минимально допустимая толщина изношенного гребня; 1 — расстояние от нерабочей грани гребня на расчетном уровне до вертикали, от которой отсчитывается насадка; 1437 — минимальная величина насадки (разность между нормой и допуском на сужение 3 мм); 130 — полная ширина вагонного колеса; 6 — ширина фаски на наружной грани колеса; 13 — горизонтальное расстояние от начала закругления головки рельсов до ее рабочей грани.

Практически опасность схода может возникнуть при меньшей ширине колеи, когда колесо покатится по рельсу той своей частью, которая имеет коничность 1/7, а не 1/20. В этом случае возможно распирание рельсовой колеи.

Недопустимой считают такую ширину колеи, при которой точка перехода коничности поверхности катания колеса 1/20 в 1/7 совпадает с началом закругления головки рельса, т.е. ширину колеи, равную $1574 - 24 = 1550$ мм (штриховая линия на рис. 6.2).

Если учесть влияние изгиба осей на уменьшение насадки, а также упругое уширение колеи, то очевидно, что существующее запрещение допускать колею шириной более 1548 мм является вполне обоснованным.

Опасный предел ширины колеи по ее сужению определяется тем, что наиболее возможное расстояние между рабочими гранями гребней вагонных колес $K_{\max} = 1443 + 2 \times 33 + 2 \times 1 = 1511$ мм. Следовательно, заклинивание вагонной колесной пары в колее на прямых становится возможным при ширине колеи 1511 мм. Поэтому обоснованным является существующее запрещение допускать колею шириной менее 1512 мм.

В прямых участках пути колесные пары периодически набегают то на одну, то на другую рельсовую нить. Процесс виляния колес подвижного состава сопровождается возникновением сил трения скольжения и сил воздействия гребней на рельсы при набегании. Силы трения относительно невелики. Силы бокового воздействия гребней на рельсы в прямых участках могут достигать 30—40 кН и более. Эти силы зависят от скорости набегания колес на рельсы при вилянии, которая будет тем больше, чем чаще и больше размах (амплитуда) виляния. Вот почему желательно уменьшение зазора между гребнем колеса и рельсом.

Номинальная ширина рельсовой колеи на прямых и кривых участках, измеряемая на уровне 13 мм от поверхности катания колеса по рельсу, приведена в табл. 6.2.

Таблица 6.2

Номинальные размеры ширины колеи, мм		
План пути	Деревянные шпалы	Железобетонные шпалы
Колея 1520 мм		
Прямые и кривые радиусом 350 м и более	1520	1520
Кривые радиусом менее 350 м до 300 м (включительно)	1530	—
Кривые радиусом менее 300 м	1535	—
Колея 1524 мм		
Прямые и кривые радиусом более 650 м	1524	—
Кривые радиусом от 650 до 450 м	1530	—
Кривые радиусом от 449 до 350 м	1535	—
Кривые радиусом от 349 м и менее	1540	—

На участках сопряжения прямой с кривой, имеющих разные номинальные размеры ширины колеи, переход от одной ширины к другой осуществляется в пределах переходной кривой, а при ее отсутствии — на прямой с номинальным отводом 1 мм/м. Выбор допусков связан с условиями взаимодействия пути и подвижного состава, с интенсивностью и скоростью движения поездов. Допуски во многом определяют расходы по текущему содержанию пути.

Для ширины колеи 1520 мм предусматривается два вида допусков по ширине в зависимости от скорости движения поездов. Допускаемые отклонения от ширины колеи на прямых и кривых участках пути не должны превышать (+8; -4) мм, а на участках, где установлены скорости 50 км/ч и менее — (+10; -4) мм.

Верх головок рельсов обеих нитей пути на прямых участках должен быть в одном уровне. На прямых участках разрешается содержать путь по уровню с возвышением на 6 мм одной нити над другой. При этом длина такого прямого участка не должна быть менее 200 м, за исключением прямых участков, расположенных между смежными кривыми одного направления, на которых возвышение одной нити над другой может быть и при длине прямой менее 200 м. На прямых, расположенных на двухпутных участках

пути, как правило, повышается наружная нить; на однопутных участках повышение рельсовой нити устанавливается начальником дистанции пути в зависимости от местных условий (состояния земляного полотна, наличия односторонних пучин и др.). Допускаемые отклонения от этих норм составляют ± 6 мм. Если при этом сначала, например, левый рельс выше правого на 6 мм, а затем правый выше левого на 6 мм, то минимальное расстояние между такими превышениями должно быть не менее 20 м. При меньшем расстоянии образуется перекося пути.

К перекосям относятся резкие изменения положения рельсовых нитей по уровню в разные стороны при расстоянии между вершинами пик 20 м и менее. При наличии перекося даже в допускаемых пределах возможно обезгруживание одного из колес вагона, что в сочетании с большими боковыми силами может привести к сходу его с рельса.

На рис. 6.3 показана схема возможной разгрузки тележки при переходе через перекося, когда центры обоих колес задней и левого колеса передней колесных пар находятся в одной горизонтальной плоскости, а правое колесо передней колесной пары опустилось. При этом нагрузка на колесо от рессоры несколько уменьшается, т.е. происходит частичная разгрузка колеса. Если такая разгрузка совпадает с сильным боковым прижатием гребня к головке рельса, то колесо, вращаясь, может подняться на рельс, а затем сойти с него. Такое положение особенно опасно в кривых, где передние колеса идут с сильным боковым прижатием к упорной нити. Перекося тем опаснее, чем выше скорость движения.

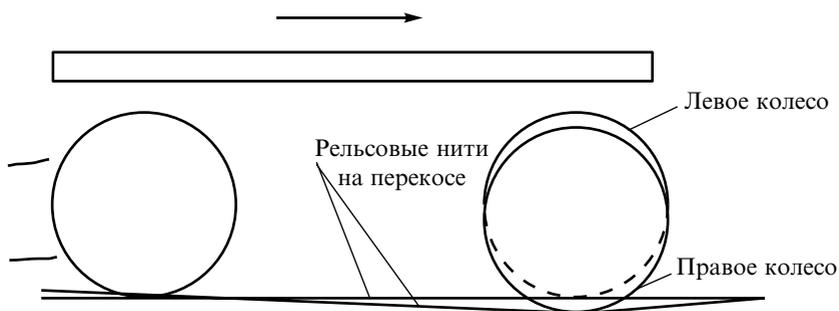


Рис. 6.3. Схема возможной разгрузки колеса на перекося

Возможны два принципиально различных вида отступлений от нормального положения рельсовых нитей по уровню: возвышение одной из рельсовых нитей над другой; перекос рельсовых нитей. В первом случае одна рельсовая нить расположена выше другой и в проекции на вертикальную плоскость обе нити параллельны. Оси колесных пар в вертикальной плоскости на таком отрезке пути остаются также параллельными друг другу. При перекосе рельсовые нити не параллельны в проекции на вертикальную плоскость; основными характеристиками перекоса являются его угол α и протяжение. При возвышении одной рельсовой нити на 6 мм экипаж немного наклонится и от этого наклона появится боковая сила, которая будет слегка прижимать колеса к пониженной нити и затруднять их вращение. Так как пониженная нить является рихтовочной, то прижимающееся к ней колесо будет двигаться более плавно.

На двухпутных линиях выше ставят бровочную нить, чтобы рихтовочную нитью стала более устойчивая междупутная нить. На однопутных линиях за рихтовочную местными условиями (состояния земляного полотна). На однопутных линиях через 3—5 лет (обычно при среднем ремонте) меняют рихтовочную нить, чтобы при перешивке пути не ослаблять одни и те же концы шпал.

Возвышение одной нити над другой на прямом участке должно заканчиваться не ближе 25 м от начала возвышения в кривой, если повышенная нить на прямой совпадает с нижней нитью кривой. Если на прямых участках с возвышением одной нити над другой расположено мостовое полотно на балласте, то на нем также должно быть сохранено это возвышение.

На мостах с ездой поверху с мостовыми брусьями возвышение допускается, если длина моста не более 25 м. На мостах большей длины с мостовыми брусьями, в тоннелях и на подходах к ним протяжением 25 м, а также на стрелочных переводах, расположенных на прямых участках, содержать путь с повышением одной нити над другой на 6 мм не допускается. Перечень прямых участков, где разрешается содержание одной нити на 6 мм выше другой, устанавливается приказом начальника дистанции пути с указанием километров, пикетов и повышенной нити. При этом номинальный уклон отвода по уровню от нормы 6 мм к нулевому положению не должен превышать 1 ‰.

Для лучшего опирания колеса, основная поверхность катания которого имеет уклон $1/20$, рельсы также ставят с подуклонкой $1/20$ по отношению к верхней постели шпал. В прямых участках пути подуклонка достигается укладкой рельсов на металлические клинчатые подкладки. При железобетонных шпалах подуклонка рельсов обеспечивается соответствующей формой верхней постели шпалы. Подуклонка рельсов в прямых и в наружной нити кривых участков пути должна быть не менее $1/60$ и не более $1/12$, а внутренней нити в кривых при возвышении наружного рельса свыше 85 мм — не менее $1/30$ и не более $1/12$.

Подуклонка существенно влияет на работу рельсов в пути. При переуклонке и разуклонке рельсов образуются сплывы металла на головке и появляются сначала краснота, а затем и продольные трещины в местах сопряжения головки с шейкой, что может служить причиной излома рельсов легких типов. Если изменение подуклонки происходит медленно и головка рельса «приработалась» к очертаниям колес подвижного состава, то разрешается подуклонку рельсов не исправлять. Исключения составляют лишь наружные нити кривых, где подуклонка менее $1/60$ не допускается.

6.2. Устройство рельсовой колеи в кривых

Железнодорожный путь на кривых участках пути имеет следующие особенности: уширение колеи при $R < 350$ м; возвышение наружного рельса над внутренним; переходные кривые; укороченные рельсы на внутренних рельсовых нитях звеньевого пути; увеличенные междупутные расстояния при наличии двух и более путей.

Эти особенности вызваны тем, что при движении экипажей в кривых появляются три вида поперечных горизонтальных сил:

— направляющая сила, возникающая при набегании гребня колеса направляющей оси на рельсовую нить, вызывающая износ реборд и боковой износ рельсов и создавая сопротивление движению;

— боковая сила, вызывающая горизонтальный изгиб и кручение рельсовых нитей, от воздействия которой в основном происходит изменение ширины колеи и динамическая разуклонка рельсов;

— рамная сила, которая передается от колесной пары на раму тележки и которая определяет поперечную устойчивость путевой решетки.

В кривых участках пути, начиная с определенного радиуса, приходится уширять колею, чтобы экипажи с длинной базой могли разместиться в ней (вписаться). Вписыванием подвижного состава в кривые называют установившееся при движении в кривой положение колесных пар экипажа относительно рабочих граней рельсовых нитей в результате взаимодействия между рельсовым путем и ходовыми частями подвижного состава. В зависимости от ширины колеи, радиуса кривой и длины жесткой базы экипажа вписывание может быть заклиненным, свободным или принудительным.

На рис. 6.4 показана схема вписывания двухосной тележки, движущейся в кривой. Допустим, что ширина колеи достаточно велика и наружное колесо первой оси прижато к наружной нити, а внутреннее колесо второй оси касается внутренней нити. При этом вторая ось устанавливается по направлению радиуса кривой. Двигаясь по кривой, тележка все время поворачивается, во-первых, вокруг центра кривой и, во-вторых, вокруг точки, которую называют центром поворота.

Вписывание двухосной тележки, при котором вторая (задняя) ось размещается радиально, а внутреннее ее колесо лишь касается

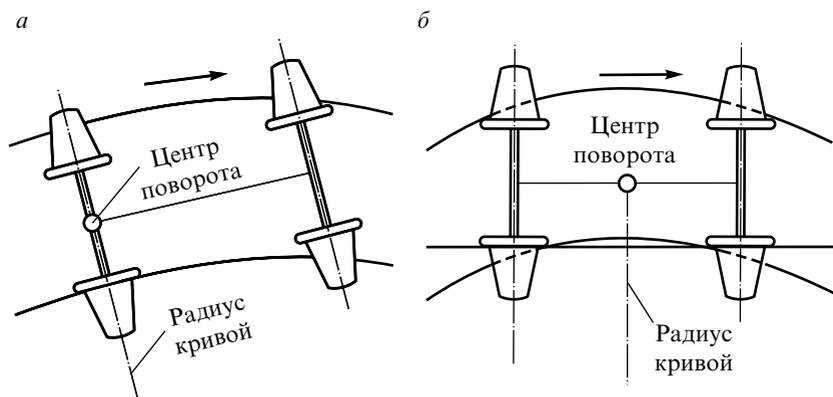


Рис. 6.4. Виды вписывания подвижного состава в кривые:
а — свободное; б — заклиненное

ся, но не нажимает на внутреннюю нить, называют свободным. Если постепенно увеличивать скорость движения тележки, то под влиянием центробежной силы ее «хвост» будет заносить в наружную сторону от кривой. При этом внутреннее колесо задней оси будет отходить от внутренней нити до тех пор, пока наружное колесо не прижмется к наружной нити. Центр поворота будет находиться посередине жесткой базы.

При уменьшении ширины колеи против необходимой для свободного вписывания внутреннее колесо задней оси будет оказывать давление на внутреннюю нить. Центр поворота при этом будет перемещаться от «хвоста» тележки к середине жесткой базы. Такое вписывание называют принудительным.

Таким образом, при движении в кривой тележки экипажа могут располагаться по трем схемам:

— свободная, когда они направляются первой осью по наружной рельсовой нити;

— хордовая, когда тележки направляются двумя осями по наружной рельсовой нити;

— перекосная, когда первая ось направляется по наружной рельсовой нити, а вторая ось — по внутренней.

Наиболее неблагоприятной во многих случаях считается перекосная установка тележки, когда возможно ее заклиненное положение.

При дальнейшем уменьшении ширины колеи тележка займет положение, показанное на рис. 6.4, б, называемое заклиненным вписыванием. Такое вписывание сопровождалось бы значительным увеличением сопротивления движению поездов, создавало огромные усилия на рельсы. В условиях эксплуатации железных дорог заклиненное вписывание не допускается.

Современные локомотивы, а также четырех- и восьмиосные вагоны имеют двух- и трехосные тележки с небольшой длиной базы. Каждая тележка может поворачиваться относительно другой. Такая конструкция ходовых частей намного упрощает вписывание подвижного состава в кривые.

Для облегчения вписывания длиннобазных локомотивов и вагонов принимают различные конструктивные меры: поперечные разбеги осей (для различных локомотивов поперечные разбеги осей колеблются от 2,5 до 25 мм), устройство бегунковых и поддерживающих осей (для паровозов) и др.

На железных дорогах Российской Федерации установлена следующая ширина рельсовой колеи на кривых участках пути, мм:

при радиусах 350 м и более	1520
при радиусах 349—300 м,	1530
в т.ч. на железобетонных шпалах	1520
при радиусах 299 м и менее	1535.

На участках железнодорожных линий и путях, где комплексная замена путевой решетки не производилась, допускается на прямых и кривых участках пути радиусом более 650 м номинальный размер ширины колеи 1524 мм.

При этом на более крутых кривых ширина колеи принимается, мм:

при радиусах 650—450 м	1530
при радиусах 449—350 м	1535
при радиусах 349 м и менее	1540.

На участках сопряжения прямой с кривой, имеющих разные номинальные размеры ширины колеи, переход от одной номинальной ширины к другой осуществляется в пределах переходной кривой с отводом 1 мм/м. Таким образом осуществляется уширение рельсовой колеи на кривых сравнительно малых радиусов, которые встречаются на железнодорожных линиях, не подвергшихся реконструкции, а также на стрелочных переводах, деповских и складских путях и на путях промышленных предприятий. Кривых радиусом менее 350 м на сети железных дорог сравнительно мало (1—2% протяжения кривых). Нормы ширины колеи в кривых и прямых участках пути практически унифицированы, т.е. приняты одинаковыми.

Допуски по ширине колеи в кривых те же, что и в прямых (в том числе и при скоростях движения менее 50 км/ч).

По направлению в плане на кривых участках пути рельсовые нити не должны иметь резких изменений стрел изгиба. Стрела изгиба F , мм, круговой кривой радиусом R , м, при длине измерительной хорды a , м, приближенно может быть определена по формуле:

$$F = 1000 a^2 / (8R).$$

Стрелы изгиба f , мм, в пределах переходных кривых, за исключением начала и конца их, определяют по формуле:

$$f = Fx / l,$$

где: x — расстояние от начала переходной кривой до точки, в которой определяют стрелу f , м; l — длина переходной кривой, м.

Отклонения в положении пути в плане на кривых допускаются не более указанных в табл. 6.3.

Таблица 6.3

Допускаемые отклонения пути в плане на кривых, мм

Показатель	Скорости движения, км/ч	
	до 120	121—200
Разность смежных стрел изгиба, измеренных от середины хорды длиной 20 м на круговых кривых радиусом, м:		
более 650	8	8
650—401	10	—
400 и менее	12	—
Отклонения от равномерного роста смежных стрел изгиба на переходной кривой при измерении от середины хорды длиной 20 м	10	6

Можно считать, что в прямых участках пути обе рельсовые нити загружены вертикальными силами одинаково. При движении железнодорожного экипажа по кривой появляется центробежная сила, направленная в наружную сторону от колеи. Эта сила создает дополнительное воздействие колес на наружную рельсовую нить, в связи с чем рельсы этой нити изнашиваются быстрее.

$$I = mv^2/R,$$

где: m — масса экипажа; v — скорость движения экипажа; R — радиус кривой.

Если в кривой установить обе рельсовые нити в одном уровне, то равнодействующая центробежной силы и силы веса будет отклоняться к наружному рельсу, перегружая его и соответственно разгружая внутренний рельс. Для снижения бокового воздействия на рельсы наружной рельсовой нити, уменьшения перегрузки рельсов наружной нити, обеспечения равномерности износа рельсов обеих нитей и устранения неприятных для пассажиров воздействий от толчков устраивают возвышение наружного рельса в кривой h (рис. 6.5). В этом случае экипаж на пути несколько наклоняется к горизонту: часть силы веса H будет направлена внутрь кривой, т.е. в сторону, противоположную действию центробежной силы. Таким образом, наклон экипажа приводит к уравновешиванию центробежной силы, что способствует

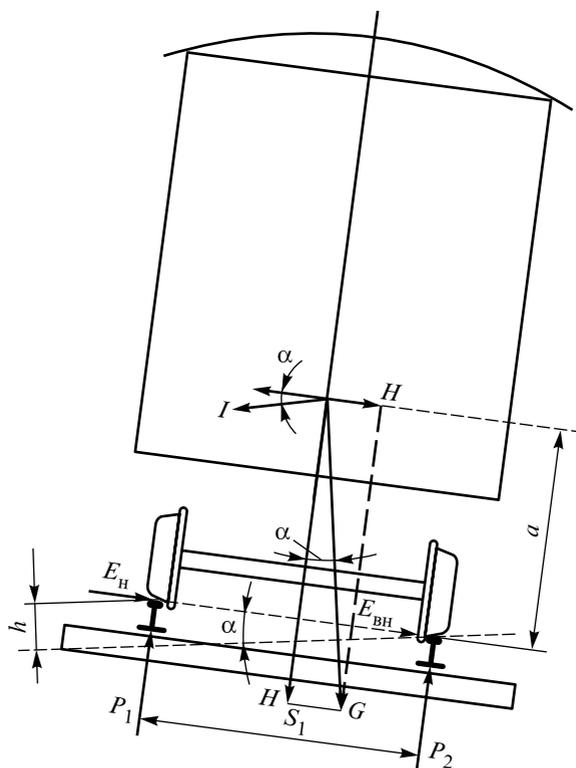


Рис. 6.5. Силы, действующие на единицу подвижного состава в кривой при возвышении наружного рельса

ет выравниванию воздействия сил на оба рельса. Из схемы, приведенной на рис. 6.5, видно, что $H/G = h/S_1$, поэтому:

$$H = Gh/S_1 = mgh/S_1,$$

где: h — возвышение наружного рельса, мм; S — расстояние между осями рельсов, $S_1 = 1,6$ м; a — высота центра тяжести единицы подвижного состава над уровнем головок рельсов.

Возвышение наружной нити должно быть таким, чтобы сила I и сила H были равны.

При равенстве сил I и H :

$$mv^2/R = mgh/S_1.$$

Решая эту зависимость относительно h , получим возвышение наружного рельса в кривой, при котором силы I и H равны:

$$h = S_1 v^2 / gR.$$

Подставляя значения $S_1 = 1,6$ м, $g = 9,81$ м/с² и выражая скорость v в км/ч, а радиус R в м, получим возвышение в мм:

$$h = \frac{1,6 \cdot 1000 \cdot (1000)^2 \cdot v^2}{9,81 \cdot 1000 \cdot (3600)^2 R \cdot 1000} = 12,5 \frac{v^2}{R}.$$

Трудности расчета возвышения наружного рельса в кривой связаны с необходимостью учета различия в скоростях движения различных поездов по заданной кривой. Если бы все поезда, проходящие по кривой, имели одинаковую скорость (как, например, на линиях метрополитенов), то задача определения возвышения полностью решалась бы по формуле $12,5v^2/R$. Но фактически по одной и той же кривой идут грузовые и пассажирские поезда разного веса с разными скоростями при одном и том же возвышении в конкретной кривой. Поэтому возвышением не удастся компенсировать полностью центробежную силу при проходе каждого поезда. Приходится устанавливать такое возвышение, при котором для части поездов $I > H$ и, следовательно, несколько перегружается наружный рельс, а при проходе других поездов $I < H$ и перегружается внутренний рельс.

В среднем обе рельсовые нити должны быть нагружены одинаково. Поэтому за определенный период $\sum H$ должна быть равна $\sum I$, а именно:

$$\sum G \frac{h}{S_1} = \sum \frac{G}{q} \frac{v^2}{R}.$$

Вынося постоянные величины за знаки сумм, получаем:

$$\frac{h}{S_1} \sum G = \frac{1}{qR} \sum Gv^2.$$

Следовательно, чтобы обеспечить условие $\sum I = \sum H$, необходимо возвышение, определяемое по формуле:

$$h = \frac{S_1}{qR} \frac{\sum Gv^2}{\sum G}.$$

Выражение $\frac{\sum Gv^2}{\sum G}$ представляет собой частное от деления сум-

мы произведений веса каждого грузового или пассажирского поезда и скорости его движения в квадрате на сумму весов всех поездов. Это частное представляет собой среднюю скорость, взвешенную по тоннажу, в квадрате — v_{cp}^2 . Тогда возвышение наружного рельса в кривой: $h_p = 12,5v_{cp}^2/R$.

Когда человек находится в вагоне, движущемся по кривой, он испытывает центробежное (или центростремительное) ускорение. Если ускорение велико, а действие его длительно, то это вызывает заметную утомляемость человека. Опытами установлено, что человеческий организм начинает ощущать ускорения, достигающие $0,8—0,4 \text{ м/с}^2$. На основании научных исследований норма непогашенного горизонтального ускорения принята $a_{нп} = 0,7 \text{ м/с}^2$. В сопряжениях обратных кривых при отсутствии переходных кривых величина $a_{нп}$ ограничивается до $0,4 \text{ м/с}^2$.

При принятом значении допускаемого непогашенного ускорения $a_{доп}$ возвышение наружного рельса по условиям обеспечения комфортабельности езды $h_{min} = 12,5v_{max}^2/R - 163a_{доп}$.

При $a_{доп} = 0,7 \text{ м/с}^2$ принимается $h_{min} = 12,5v_{max}^2/R - 115$.

Для окончательного значения возвышения наружного рельса в кривой принимают большее из двух, определенных по условию обеспечения равномерного износа рельсов обеих нитей, или по условию обеспечения комфортабельности езды.

Наибольшее возвышение h установлено 150 мм. Наибольшая допускаемая скорость в кривой при $a_{доп} = 0,7 \text{ м/с}^2$ может быть определена из следующего условия:

$$150 = 2,5 - v_{max}^2/R - 115, \text{ т.е. } v_{max} = 4,6\sqrt{R}.$$

Если при проверке возвышение наружного рельса в кривой h_{min} получается больше, чем h_p , то в зависимости от местных условий снижают скорость v_{max} либо увеличивают радиус кривой R .

Величина возвышения рельса в круговой кривой определяется начальником дистанции пути и утверждается начальником железной дороги.

Величина возвышения h , мм, определяется по формуле:

$$h = \frac{12,5V_{\text{прив}}^2}{R},$$

где: $V_{\text{прив}}$ — приведенная скорость поездопотока, км/ч; R — радиус кривой, м.

Приведенная скорость поездопотока

$$V_{\text{прив}} = \sqrt{\frac{\sum n_i Q_i V_{\text{icp}}^2}{\sum n_i Q_i}},$$

где: Q_i — масса поезда данного (i -го) вида (пассажирского, грузового грузеного и порожнего, пригородного), т брутто; n_i — суточное число поездов i -го вида; V_{icp} — средняя скорость движения поездов i -го вида на рассматриваемой кривой, определяемая по локомотивным скоростемерным лентам выборочно в различные периоды года (весной, летом, осенью, зимой — 5—6 лент), км/ч.

Величина возвышения проверяется по формуле:

$$h_{\text{min}} = 12,5 \frac{V_{\text{max пасс}}^2}{R} - 115,$$

где: h_{min} — минимальное расчетное возвышение наружного рельса, мм; $V_{\text{max пасс}}$ — максимальная допускаемая скорость пассажирских поездов, установленная приказом начальника железной дороги для данной кривой радиуса R , которая не должна превышать скорости, получаемой по тяговому расчету для ведущей серии локомотивов, км/ч; 115 — величина допускаемого максимального недовозвышения наружного рельса, рассчитанная из условия непревышения установленной нормы непогашенного ускорения для пассажирских поездов — $0,7 \text{ м/с}^2$.

Из полученных по указанным формулам величин возвышения принимается большая и округляется до значения, кратного 5.

В зависимости от конкретных условий работы пути в кривой (интенсивности износа по одной и другой нитям рельсов) полученная расчетом величина возвышения при необходимости может корректироваться в пределах нормативов непогашенных ускорений. Независимо от радиуса кривой возвышение наружного рельса с учетом допусков не должно превышать 150 мм.

В кривых, расположенных на участках рекуперативного торможения, рекомендуется для компенсации действия продольных сжимающих сил, увеличивать полученное расчетом возвышение

до 20 %, а на кривых, расположенных на руководящих подъемах (и близких к ним), для компенсации продольных растягивающих сил допускается уменьшать полученное расчетом возвышение до 15 %. При этом должны соблюдаться нормативы по предельным непогашенным ускорениям.

В целях сокращения расходов на содержание пути при проведении ремонтных работ величину возвышения наружного рельса в кривых рекомендуется устанавливать исходя из нормы непогашенного ускорения для грузовых поездов $a_{\text{нп}} = 0,3 \text{ м/с}^2$.

Отклонение от установленных норм положения рельсовых нитей в кривых по уровню допускаются, как и на прямых, не более 6 мм. Начальникам железных дорог предоставлено право изменять расчетное возвышение до 15 %.

При расположении кривой на главных и прямо-отправочных путях станции возвышения устраивают в зависимости от установленных на этих путях скоростей. На прямо-отправочных путях, на которых скорость движения поездов не превышает 25 км/ч, возвышение наружного рельса в кривых, как правило, не делают.

Непосредственное соединение прямой с круговой кривой может привести в точке их сопряжения к внезапному возникновению центробежной силы, проявляющейся при прохождении этой точки в резких боковых толчках. Поэтому между прямыми и кривыми участками пути устраивают переходные кривые, которые должны обеспечить плавный постепенный переход от прямой к кривой, не допускающий возникновения внезапных сил. Переходная кривая должна представлять собой пространственную кривую, у которой плавно изменяется кривизна как в плане, так и в профиле. Для упрощения расчета и разбивки переходных кривых обычно пространственную кривую заменяют кривой в одной плоскости — только в плане. Изменения (отвод) возвышения наружного рельса на протяжении переходной кривой принимают в виде наклонной линии (рис. 6.6). В начале переходной кривой НК ее радиус должен быть бесконечно большим, чтобы это начало сливалось с прямой. В конце переходной кривой НКК ее радиус должен быть равен радиусу примыкающей круговой кривой. На всем протяжении переходной кривой ее радиус должен непрерывно и плавно изменяться и, следовательно, должна изменяться кривизна. Указанным требованиям с практической точки зрения соответствует кубическая парабола.

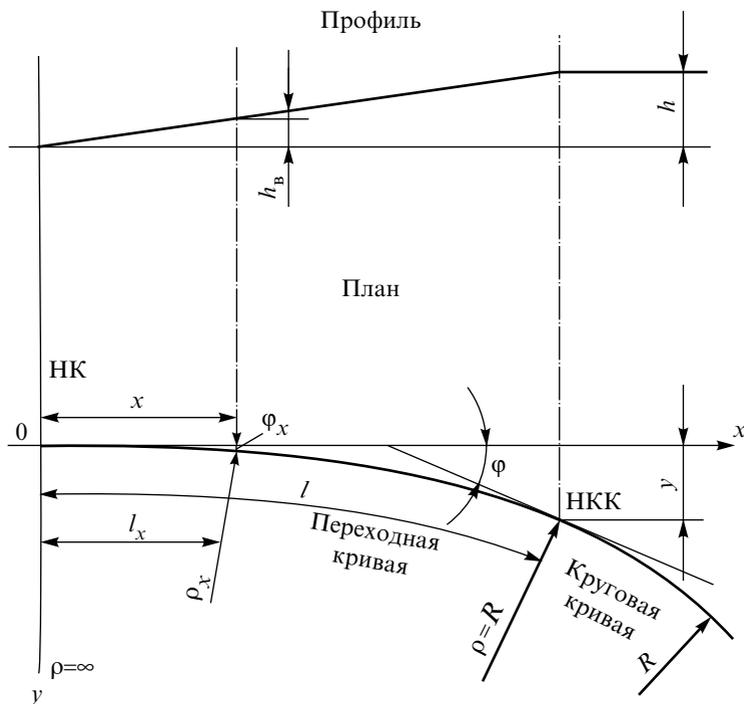


Рис. 6.6. Переходная кривая:
 НК — начало кривой; НКК — начало круговой кривой

Отводы возвышения наружного рельса кривой и кривизны при переходе от прямых к кривым, и наоборот, устраиваются на протяжении переходных кривых. Начало и конец отвода возвышения наружного рельса кривой и кривизны должны совпадать с точками **НПК** (начало переходной кривой) и **КПК** (конец переходной кривой).

В стесненных условиях допускается устройство отводов возвышения без переходных кривых: либо на протяжении прямой, либо по 50 % — на прямой и кривой (без соблюдения условия совпадения отводов возвышения и кривизны). При этом должны соблюдаться требования непревышения величины непогашенного ускорения $0,7 \text{ м/с}^2$ и скорости его изменения $0,6 \text{ м/с}^3$.

Длина переходной кривой определяется в зависимости от расчетной величины возвышения наружного рельса и от числа смеж-

ных главных путей; проверяется по неперевышению допустимого значения скорости изменения непогашенного ускорения $0,6 \text{ м/с}^3$ на длине отвода кривизны.

На однопутных линиях и для наружного пути двухпутных линий длина переходной кривой L_H определяется по формуле:

$$L_H = h/i,$$

где: h — расчетное возвышение наружного рельса в круговой кривой, мм; i — расчетный уклон отвода возвышения, мм/м.

Таблица 6.4

Рекомендуемые (при сплошной выправке переходных кривых и производстве ремонтных работ) и предельно допускаемые уклоны отводов возвышения наружного рельса в кривых

Уклоны отвода возвышения, мм/м		Установленная скорость движения поездов, км/ч
рекомендуемые	предельно допустимые	
0,5	0,7	140
0,8	1,0	120
0,9	1,2	110
1,0	1,4	100
1,2	1,6	90
1,4	1,7	85
1,6	1,9	80
1,8	2,1	75
1,9	2,3	70
2,0	2,5	65
2,1	2,7	60
2,3	2,9	55
2,5	3,0	50
2,7	3,1	40
3,0	3,2	25
	более 3,2	закрывается движение поездов

Для внутреннего пути двухпутной линии длина переходной кривой определяется по формуле:

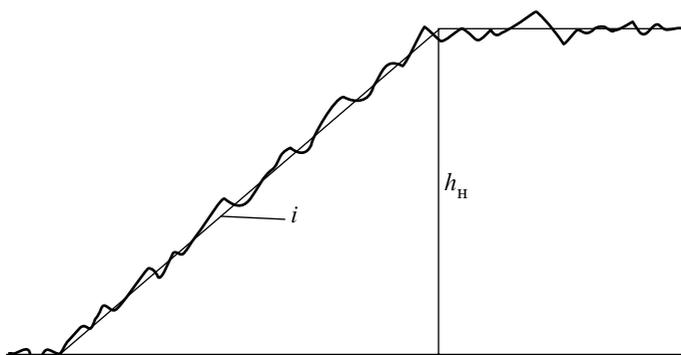
$$L_B = \sqrt{24Rd + L_H^2},$$

где: d — уширение междупутья в кривой, м; R — радиус кривой, м.

Длина переходной кривой не должна быть меньше 20 м.

Уклоны отводов возвышения наружного рельса в кривых, измеряемые по наклону средней линии на отводе уровня, должны быть одинаковыми по всей длине переходной кривой. При большой длине переходной кривой (более 60 м) допускается иметь разные уклоны отводов на отрезках переходной кривой длиной не менее 30 м, как показано на ленте путеизмерителя (рис. 6.7). При этом для установленных скоростей движения в обоих случаях наибольший уклон отвода не должен превышать величин, приведенных в табл. 6.4.

a



б

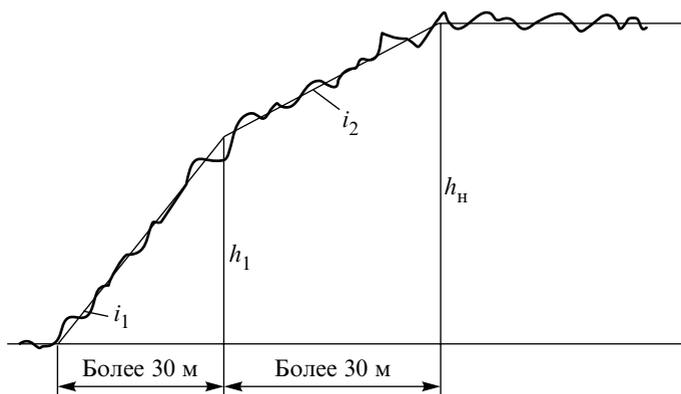


Рис. 6.7. Отводы возвышения наружного рельса кривой на ленте путеизмерителя:
a — номинальный отвод (*i*); *б* — допускаемый отвод (*i*₁, *i*₂) в процессе текущего содержания (при *V*=120 км/ч)

Между переходными кривыми смежных круговых кривых должны быть прямые вставки длиной не менее 50 м; в стесненных условиях допускается прямая вставка меньшей длины, но не менее 25 м при кривых одного направления; 15 м — при разносторонних кривых.

На близко расположенных кривых одного направления без переходных кривых отводы возвышения устраиваются только в том случае, если на протяжении прямой вставки, расположенной между концами кривых, укладываются длины обоих отводов и между их концами остается прямой участок длиной не менее 25 м (рис. 6.8). В случае недостаточной длины прямой вставки для соблюдения этого условия отвод делается более крутым, но не круче, чем допускаемый по табл. 6.4. Если же длина прямого участка оказывается менее 25 м, то возвышение делается на всем протяжении прямой между кривыми, устанавливается равным возвышению на кривых и делается переходным на длине прямой вставки.

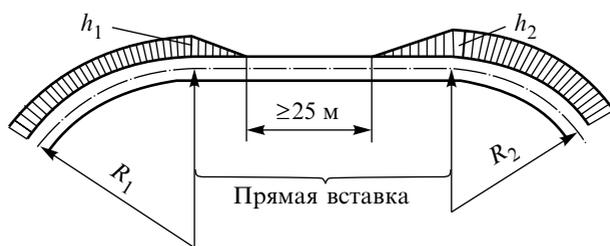


Рис. 6.8. Схема отводов возвышения наружной рельсовой нити при сопряжении кривых одного направления при достаточной длине прямой вставки между ними



Рис. 6.9. Схема отводов возвышения наружной рельсовой нити при сопряжении кривых одного направления при недостаточной длине прямой вставки между ними

ки при разных радиусах кривых (рис. 6.9). В таких случаях величина возвышения должна быть не более 115 мм (по условию непревышения непогашенного ускорения 0,7 м/с).

При отсутствии прямой вставки на двухрадиусной кривой одного направления отводы возвышения наружного рельса и уширения колеи делаются в переходной кривой или в пределах кривой большего радиуса (рис. 6.10). Переходные кривые можно не устраивать между примыкающими одна к другой круговыми кривыми одного направления, если разность их кривизны не превышает $2/4000$.

При разносторонних кривых без переходных кривых отвод возвышения делается на прямой вставке между ними. В этом случае между концами отводов возвышений наружных нитей кривых должен быть прямой участок длиной не менее 25 м, если есть возможность устройства отводов возвышения с уклоном не более 0,001. В случае несоблюдения этого условия допускается увеличение уклона до 0,003 при сохранении длины прямой вставки 25 м, и снижения установленной скорости в соответствии с табл. 6.4. При невозможности выполнения и этого условия допускается уменьшение прямого участка без возвышения до длины 15 м с устройством отводов уклоном 0,003, причем в начале круговой кривой возвышение должно составлять не менее половины величины полного возвышения (рис. 6.11).

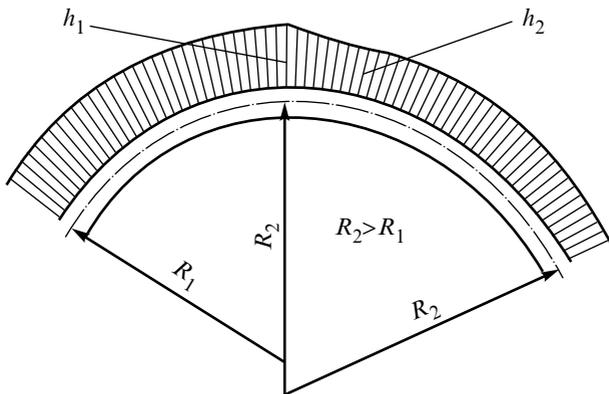


Рис. 6.10. Схема отводов возвышения наружной рельсовой нити (и уширения колеи) между смежными кривыми разных радиусов одного направления без прямой вставки

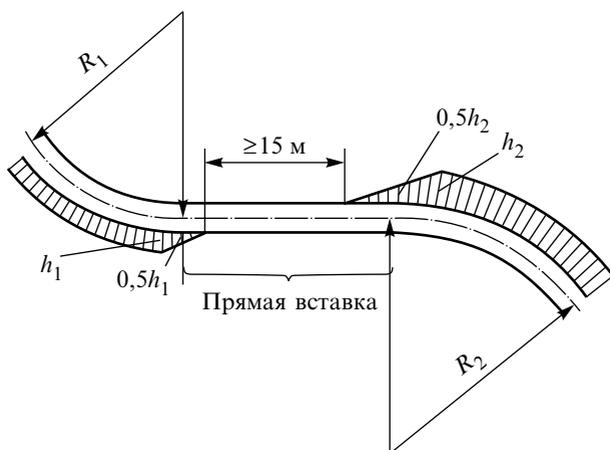


Рис 6.11. Схема отводов повышения наружной рельсовой нити при сопряжении смежных кривых разного направления при недостаточной длине прямой вставки между ними

Во всех случаях, когда между кривыми одного или разных направлений прямая вставка недостаточна, порядок устройства отводов повышения наружного рельса и уширения колеи устанавливается начальником службы пути.

Начало и конец каждой переходной кривой отмечаются на шейке рельса вертикальной полосой белой несмываемой краской и надписями: **НПК** — начало переходной кривой, **КПК** — конец переходной кривой.

По внутренней нити звеньевое пути в кривой укладывают укороченные рельсы для установления рельсовых стыков обеих рельсовых нитей по наугольнику. Внутренняя рельсовая нить в кривой короче наружной, так как ее радиус меньше радиуса наружной нити на расстояние S_1 между осями нитей. При укладке на внутренней нити кривой рельсов такой же длины, как и на наружной, стыки внутренней нити будут забегать вперед относительно стыков наружной нити.

Длина полной окружности (при угле поворота 360° , или 2π рад), очерченной радиусом $R_{вн}$, короче окружности, очерченной радиусом $R_{н}$, на величину $2\pi(R_{н} - R_{вн}) = 2\pi S_1$. Если круговая кривая составляет часть окружности и ей соответствует центральный угол φ , то, измеряя угол φ в радианах, получим, что в этом случае внут-

ренимая кривая короче наружной на величину $\varepsilon = \varphi S_1$. Если угол поворота выражен в градусах, то укорочение на протяжении круговой кривой определяется по формуле:

$$\varepsilon = \pi S_1 \frac{\alpha}{180}.$$

Таким образом, общее укорочение внутренней нити кривой по сравнению с наружной зависит от расстояния между осями рельсов S_1 и угла поворота линии и не зависит от радиуса. При одном и том же угле поворота одна кривая имеет больший радиус, чем другая. Общее укорочение внутренней нити в той и другой кривой одно и то же и равно e ; число укороченных рельсов в той и другой кривой одинаковое. Однако длины кривых при этом разные: кривая большего радиуса длиннее. Поэтому в кривой меньшего радиуса укороченные рельсы придется укладывать чаще, чем в кривой большего радиуса, т.е. порядок укладки укороченных рельсов зависит от радиуса кривой (рис. 6.12).

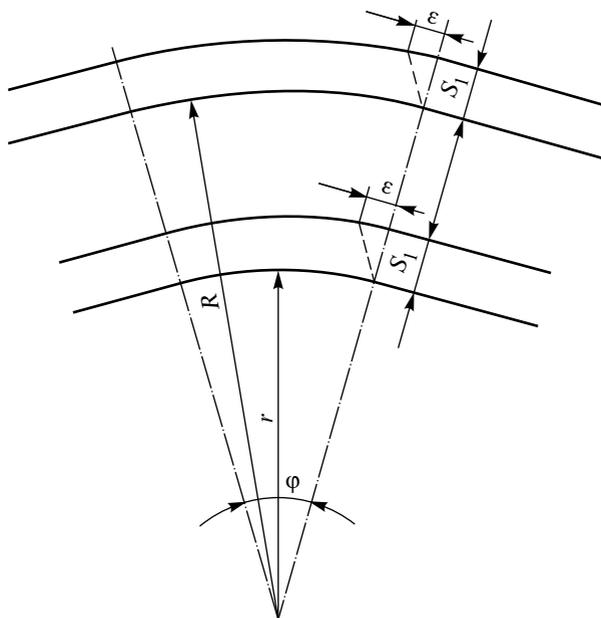


Рис. 6.12. Укорочение внутренней нити по сравнению с наружной при одном и том же угле поворота и разных радиусах кривых

Чтобы каждый стык на внутренней нити в пределах кривой расположить по наугольнику против соответствующего стыка наружной нити, нужно применять в различных кривых разное укорочение каждого рельса, что нецелесообразно. Приняты четыре типа укорочений рельсов: $K_1 = 40$ мм, $K_2 = 80$ мм и $K_3 = 120$ мм для рельсов длиной 12,5 м; $K_2 = 80$ мм и $K_4 = 160$ мм для рельсов длиной 25 м. Получающееся при этом несовпадение стыков допускают на величину, не превышающую половины укорочения K . При принятом стандартном укорочении число укороченных рельсов на кривой $N_y = \epsilon_c / K$.

Для переходной кривой $\varphi_0 = l_0^2 / 2C$, для круговой кривой $\varphi = l_{кр} / R$. Таким образом, полное укорочение на переходной кривой $\epsilon_{пк} = S_1 l_0 / 2C$ и на круговой кривой $\epsilon_{кр} = S_1 l_{кр} / R$, тогда длина круговой кривой:

$$l_{кр} = \frac{\pi R}{180} (\beta - 2\varphi_0).$$

Суммарное укорочение на двух переходных кривых и на одной круговой кривой определяется так:

$$\epsilon_c = 2\epsilon_{пк} + \epsilon_{кр} = S_1 \left(\frac{l_0^2}{C} - \frac{l_{кр}}{R} \right).$$

Обычно применяется следующий порядок расчета и размещения укороченных рельсов на кривой: устанавливают положение первого стыка относительно начала переходной кривой; определяют общее число звеньев в кривой $N = (2l_0 + l_{кр}) / l_{ст}$ (где $l_{ст}$ — длина стандартного рельса); определяют суммарное укорочение ϵ_c и число укороченных рельсов, укладываемых в кривую; составляют таблицу для определения порядка укладки укороченных рельсов.

Забег (отставание) стыков внутренней нити относительно наружной:

$$Z_i = Z_{i-1} + \epsilon - K,$$

где: Z_i — забег в рассматриваемом стыке; Z_{i-1} — забег в предыдущем стыке со знаком плюс или минус; ϵ — расчетное укорочение рельса или части его на рассматриваемом элементе пути; K — стандартное укорочение рельса, принятое для расчета и укладки.

Если сумма $Z_{i-1} + \epsilon$ не превышает половины стандартного укорочения, то укладывают нормальный рельс. При сумме $Z_{i-1} + \epsilon$, составляющей более половины стандартного укорочения, укладывают укороченный рельс.

Глава 7

СРЕДСТВА ТЕКУЩЕГО СОДЕРЖАНИЯ И РЕМОНТОВ ПУТИ

При текущем содержании пути и ремонтах наряду с машинами тяжелого типа применяются различные средства малой механизации и путевой инструмент, которые используются в тех случаях, когда невозможно или экономически нецелесообразно применять высокопроизводительные машины непрерывного действия из-за малых объемов работ, вследствие локальности их расположения или большой разбросанности, а также для выполнения отдельных работ с рельсами, шпалами, балластом и другое. Путевой инструмент имеет рабочие органы различного назначения, позволяющие выполнять сверление стыковых отверстий в рельсах, их резку, шлифовку и другое, завинчивание и отвинчивание гаек, забивку и выдергивание костылей, регулировку зазоров в стыках, подъемку и сдвиг рельсо-шпальной решетки, уплотнение балласта и другие работы.

Механизированный инструмент может иметь электрический, гидравлический, пневматический привод, а также получать энергию от двигателей внутреннего сгорания.

7.1. Электрический инструмент

Достоинства электрического инструмента определяются высоким КПД электродвигателя, невысокой стоимостью электроэнергии, надежностью работы при отрицательных температурах воздуха и др. К недостаткам относятся, например, большая масса, необходимость принимать меры по защите работающих от электрического тока.

Все электрические инструменты имеют принципиально одинаковую конструктивную схему: корпус или станок, асинхронный электродвигатель трехфазного тока, редуктор и рабочий орган (в некоторых инструментах вал двигателя соединен непосредственно с рабочим органом без редуктора), устройство для включения и выключения инструмента, кабель для соединения с источником питания. Корпус электродвигателя с целью уменьшения массы является частью корпуса электроинструмента, что позволяет также упростить передачу вращения от двигателя к рабочему органу.

7.1.1. Электрошпалоподбойки

Для уплотнения балласта под шпалами при текущем содержании пути применяют электрические вибрационные шпалоподбойки (ЭВПШ) при устранении толчков, просадок, перекосов, замене шпал и на заключительном этапе ремонтов пути. Уплотнение балласта происходит за счет максимальной передачи энергии колебаний подбивочному полотну, погруженному в балласт ниже постели шпалы на 5 см. Вибрация подбивочного полотна создается возмущающей силой дебаланса, насаженного на вал электродвигателя, находящегося в корпусе вибратора, который соединен с рамкой и рукояткой через резино-металлические и резиновый амортизатор для снижения до минимума вибрационной нагрузки на руки монтера пути. На рис. 7.1 представлено принципиальное устройство электрошпалоподбойки типа ЭШП-9М. В табл. 7.1 даны технические характеристики основных типов шпалоподбоек.

Таблица 7.1.

Технические характеристики шпалоподбоек

Характеристики	Тип шпалоподбойки				
	ЭШП-7	ЭШП-9Г	ЭШП-9М2	ЭШП-9М3	ЭШП-8
Напряжение тока, В	220	220	220	220	220
Частота тока, Гц	50	50	50	50	200
Мощность двигателя, кВт	0,25	0,37	0,37	0,37	0,4
Габаритные размеры, м	0,98×0,2× ×0,62	1,2×0,2×0,575			
Масса, кг	20,5	19,8	18,5	18,5	16,5

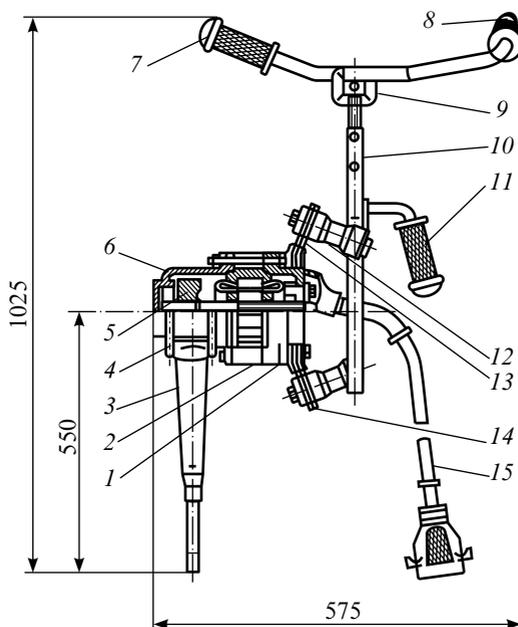


Рис. 7.1. Электрошпалоподбойка ЭШП-9М:

1 — верхняя крышка; 2 — статор; 3 — подбивочное полотно; 4 — стремянка; 5 — дебаланс; 6 — корпус вибратора; 7, 8, 11 — рукоятки нижняя и верхняя для переноски; 9 — амортизатор рукоятки; 10 — рамка; 12 — амортизаторы; 13, 14 — ремень; 15 — кабель

7.1.2. Рельсорезные станки

Для поперечной резки рельсов при подготовке их к одиночной замене, при заготовке рельсовых рубок, сборке новых или старогодных стрелочных переводов, вырезке дефектного места в рельсовых плетях непосредственно в пути и т.д. предназначены рельсорезные станки.

Ножовочные станки (тип РМ-3, РМ5ГМ) хорошо себя зарекомендовали при резании незакаленных рельсов.

Устройство ножовочного рельсорезного станка РМ5ГМ показано на схеме рис. 7.2. Станок приводится в действие от мотора редуктора — червячного редуктора со встроенным асинхронным двигателем. На вал червячного колеса насажен кривошип, соединенный через шатун с пильной рамой, имеющей ножовочное по-

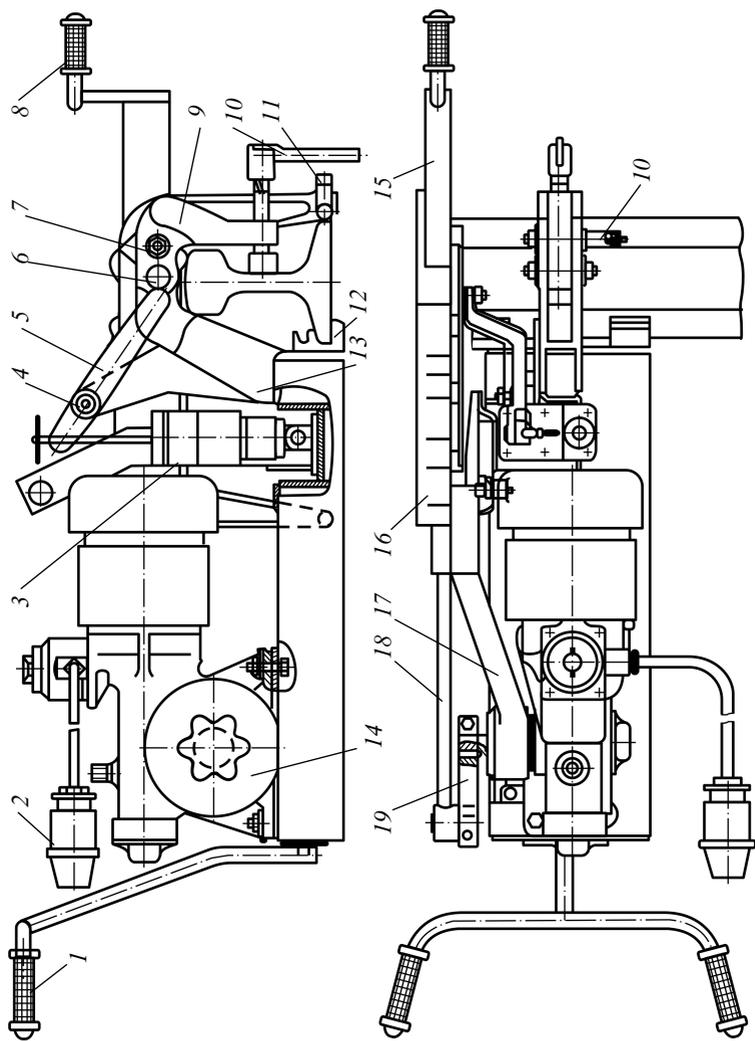


Рис. 7.2. Рельсорезный станок РМ5ГМ.

1, 8 — рукоятки; 2 — кабельная вилка; 3 — гидроцилиндр; 4, 6 — оси; 5 — рычаг; 7 — штырь; 9 — откидной упор; 10 — ручка зажима; 11 — болт натяжения; 12 — упор; 13 — кронштейн; 14 — мотор-редуктор; 15 — направляющая призма; 16 — пыльная рама; 17 — проводок; 18 — шатун; 19 — кривошип

лотно. Во время резания пильный механизм совершает возвратно-поступательные движения. Вертикальное перемещение пильного механизма с ножовочным полотном обеспечивается вдоль стойки с помощью гидроцилиндра. При работе станок закрепляется за головку рельса кронштейном, между ребрами которого установлен откидной упор с фиксирующим штырем и зажимным винтом. К источнику электроэнергии трехфазного тока станок подключается кабельной вилкой с четырехжильным кабелем (четвертая жила — заземляющая). По окончании резания пильный механизм при транспортировке станка удерживается на стойке фиксатором.

Используются и более эффективные станки (тип РМК, РА2, РР80) с абразивными отрезными кругами, предназначенными для резания любых рельсов, в первую очередь объемно-закаленных.

Абразивно-отрезной станок (рис. 7.3) состоит из корпуса с двигателем внутреннего сгорания (или трехфазного асинхронного) и

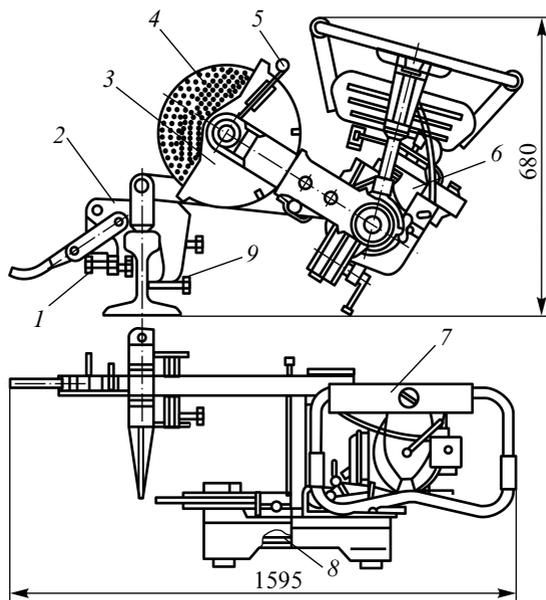


Рис. 7.3. Рельсрезной абразивно-отрезной станок РМК:

1 — винт для крепления захвата на рельсе; 2 — эксцентриковый захват; 3 — защитный кожух; 4 — режущий абразивный диск; 5 — фиксатор положения кожуха; 6 — двигатель; 7 — бензобак; 8 — приводные ремни; 9 — регулировочный винт захвата

направляющей рамы с абразивным режущим диском (отрезным кругом). Абразивный диск приводится во вращение двигателем через ременную передачу (станок РМК) или центробежную фрикционную муфту, которая включает диск в работу только после достижения двигателем определенного числа оборотов. Направляющая рама станка выполнена в виде установочной опоры с рельсовым захватом в форме скобы, зажимным винтом и поворотной двухзвенной шарнирной направляющей.

Рычаг второго звена оканчивается осью, на которой фиксируются собственно абразивно-отрезное устройство. Перед установкой станка на рельс в пути шпальный ящик в зоне резания освобождается от балласта на глубину свободного выхода абразивного круга.

Для защиты ног оператора от искр раскаленного металла и абразивных частиц круга на корпусе редуктора закреплен кожух (искроотсекатель). Резание рельса рекомендуется выполнять в следующей последовательности: сначала прорезают с боковой грани головку и шейку рельса до момента касания абразивным диском подошвы рельса; затем, не выводя вращающийся диск из имеющегося уже пропила, его подводят к боковой грани подошвы рельса и прорезают настолько, насколько позволяет диаметр круга. На третьем этапе при неработающем двигателе производят переустановку на 180° отрезного устройства и направляющей рамы станка на другую сторону рельса и при запущенном двигателе заканчивают резание рельса.

Используемые типы рельсорезных станков и их характеристики приведены в табл. 7.2.

Таблица 7.2.

Технические характеристики рельсорезных станков

Показатель	РМК	РР80	РА2	РМ5ГМ
1	2	3	4	5
Отличительные особенности станка	Абразивно-отрезной с выбором предпочтительной схемы резания	Абразивно-отрезной с выбором предпочтительной схемы резания	Абразивно-отрезной с жесткой схемой резания	Ножевой с избирательным гидропржимом
Рельсы, для которых предназначен станок	Всех типов, включая объемнозакаленные	Всех типов, включая объемнозакаленные	Всех типов, включая объемнозакаленные	Всех типов, кроме объемнозакаленных

Окончание табл. 7.2.

1	2	3	4	5
Инструмент	Отрезной круг диаметром 300×3×32 мм	Отрезной круг диаметром 400×4×32 мм	Отрезной круг диаметром 400×4×32 мм	Ножевое полотно 400 и 450 мм
Стойкость инструмента, количество резов	4	4	3	5
Время резания рельса Р65, мин	5	2	1	11
Номинальная частота вращения шпинделя, об/мин	3830	3870	3820	
Тип приводного двигателя	Внутреннего сгорания «Урал 2Т Электрон»	Внутреннего сгорания «Stihl TS 760»	Трехфазный асинхронный электродвигатель 4А100L2У3 (220/380 В, 50 Гц)	Трехфазный асинхронный электродвигатель (220 В, 50 Гц)
Мощность, кВт	3,7 после 25 ч приработки в эксплуатации	4,8 после 5—15 заправок бака	5,5	1,5
Габаритные размеры станка, м	0,83×0,62×0,68	0,74×0,735×0,515	1,06×0,6×1,03 (без тележки)	1,47×0,5×0,46 (без тележки)
Масса, кг	35	31	83	90

7.1.3. Рельсоверлильные станки

Сверление болтовых отверстий в шейках ходовых рельсов и контррельсов, под упорные болты стрелочных переводов, при постановке штепсельных и обводных соединителей и т.д. выполняют с помощью рельсоверлильных станков, оснащенных различными съемными инструментами.

Рельсоверлильный станок получает энергию от электродвигателя через редуктор, который вращает шпиндель. Основной режущий инструмент — сверла, а на станках нового поколения — также фаскосъемники и раскатники в настраиваемых по их длине в

шпинделе быстросъемных переходных втулках. Могут использоваться сверла со сменными многогранными твердосплавными пластинами, специальные сверла с твердосплавной пластиной или стандартные сверла из быстрорежущей стали.

Принципиальное устройство рельсосверлильного станка на примере РСМ1М представлено на рис 7.4. Станок состоит из рамы с винтовым зажимным устройством и мотор-редуктора. Рама представляет собой сварную конструкцию из двух продольных швеллеров, на которых установлено зажимное устройство, закрепляющее станок за подошву рельса. В зависимости от ширины подошвы рельсов зажим устанавливают в одно из трех отверстий рамы. Мотор-редуктор имеет встроенный электродвигатель с выключателем и редуктор, обеспечивающий вращение шпинделя и рабочую подачу сверла. После ускоренного подвода сверла к рельсу рабочая подача осуществляется при сверлении автоматически.

На рис. 7.5 и 7.6 показан рельсосверлильный станок 1024В с верхним и нижним захватом рельсов.

Отличительные особенности современных рельсосверлильных станков приведены в табл. 7.2.

С целью повышения выносливости рельсов в зоне стыков до 15 % за счет уменьшения концентрации напряжений на кромках стыковых отверстий современные рельсосверлильные станки обеспечивают упрочнение отверстий за счет двустороннего снятия фасок и раскатки внутренней поверхности с использованием фаскосъемников и раскатников.

Фаскосъемник — режущий инструмент для одновременного снятия фасок с двух сторон болтового отверстия с использованием стандартных зенковок (рис. 7.7), либо специальный — с резцом, на котором прикреплены режущие пластины из твердого сплава (рис 7.8).

Наиболее эффективными и широко практически применяемыми являются рельсовые раскатники (рис 7.9) с деформирующими телами в виде твердых шариков, расположенных в полумесяце сепараторе. Работа раскатника происходит в полуавтоматическом режиме следующим образом: при вращательно-поступательном движении шпинделя раскатник шариками упрочняет поверхность отверстия. После окончания раскатки он автоматически возвращается в исходное положение.

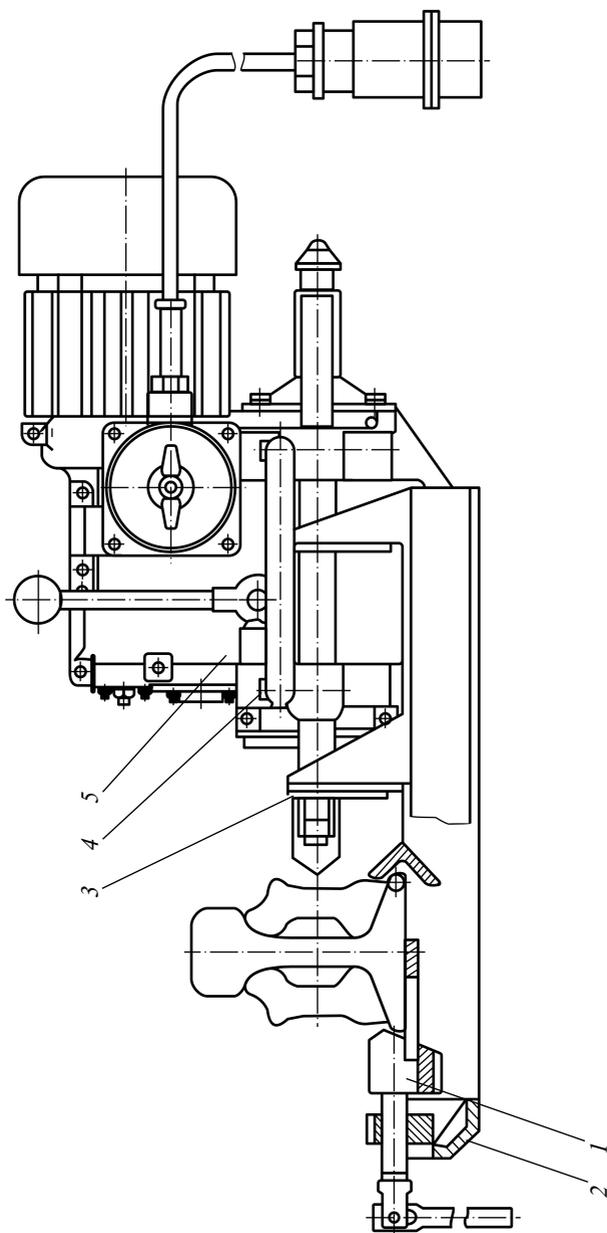


Рис. 7.4. Рельсосоверлильный станок РСМ1М:
 1 — зажимное устройство; 2 — рама; 3 — шайба-упор; 4 — болт кулачкового зажима; 5 — мотор-редуктор

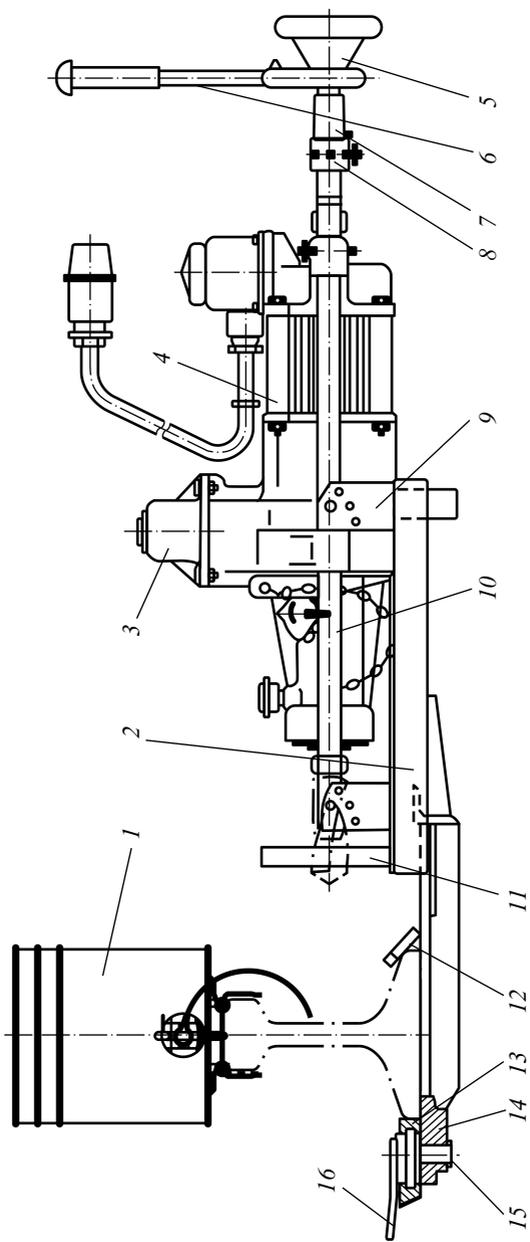


Рис. 7.5. Рельсостерляльный станок 1024В:

1 — бачок для охлаждающей жидкости; 2 — рама; 3 — редуктор; 4 — электродвигатель; 5 — рукоятка-маховичек; 6 — трещоточный ключ; 7 — винт подачи; 8 — траверса-гайка; 9 — стойка; 10 — направляющая штанга; 11 — ручка; 12 — неподвижный упор; 13 — съемный упор; 14 — литая колодка; 15 — эксцентрик; 16 — рукоятка

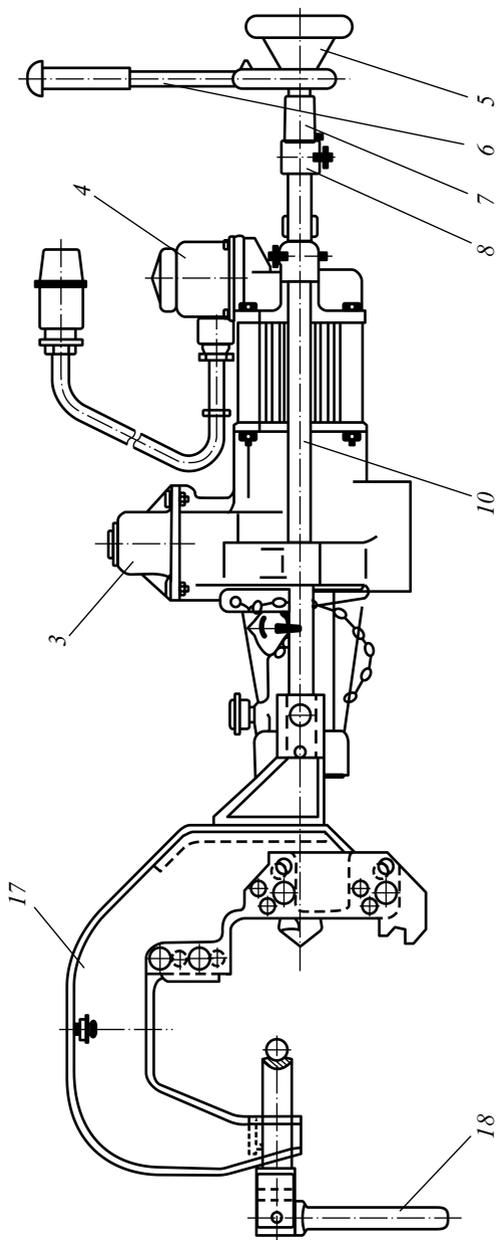


Рис. 7.6. Рельсоверильный станок 1024В с верхним захватом:
 17 — верхний захват; 18 — рукоятка (позиции 1—16 см. на рис. 7.5)

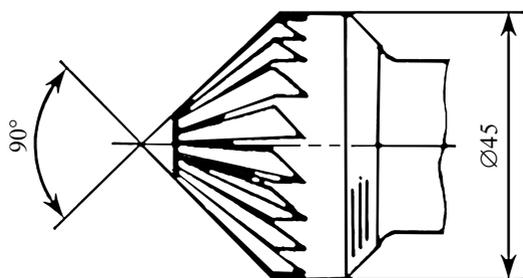


Рис. 7.7. Зенковка

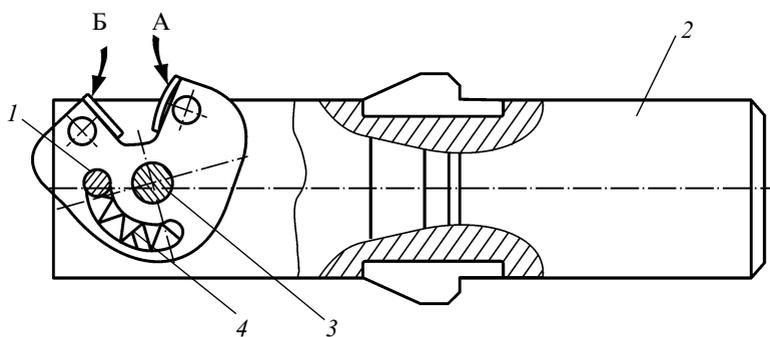


Рис. 7.8. Рельсовый фаскосъемник:

А, Б — режущие пластины из твердого сплава; 1 — фиксатор; 2 — оправка; 3 — ось; 4 — пружина сжатия

Для снятия фасок в болтовых отверстиях объемнозакаленных и незакаленных рельсов, лежащих в пути или подготавливаемых к укладке, выполняемой как отдельная работа, используются также специальные устройства. Фаскосъемные станки ФС2 (с электродвигателем) и ФС1 (с ручным приводом). Станок ФС1 позволяет снимать фаску зенковкой сначала с одной стороны болтового отверстия, затем — с другой. На ручном станке ФС1 обе фаски снимаются одновременно с двух сторон болтового отверстия. Режущими инструментами портативного устройства ФС1 (рис. 7.10) служат две конические зенковки, поворачивающиеся и перемещающиеся навстречу одна другой с помощью ручного привода. Технические характеристики станков приведены в табл. 7.3.

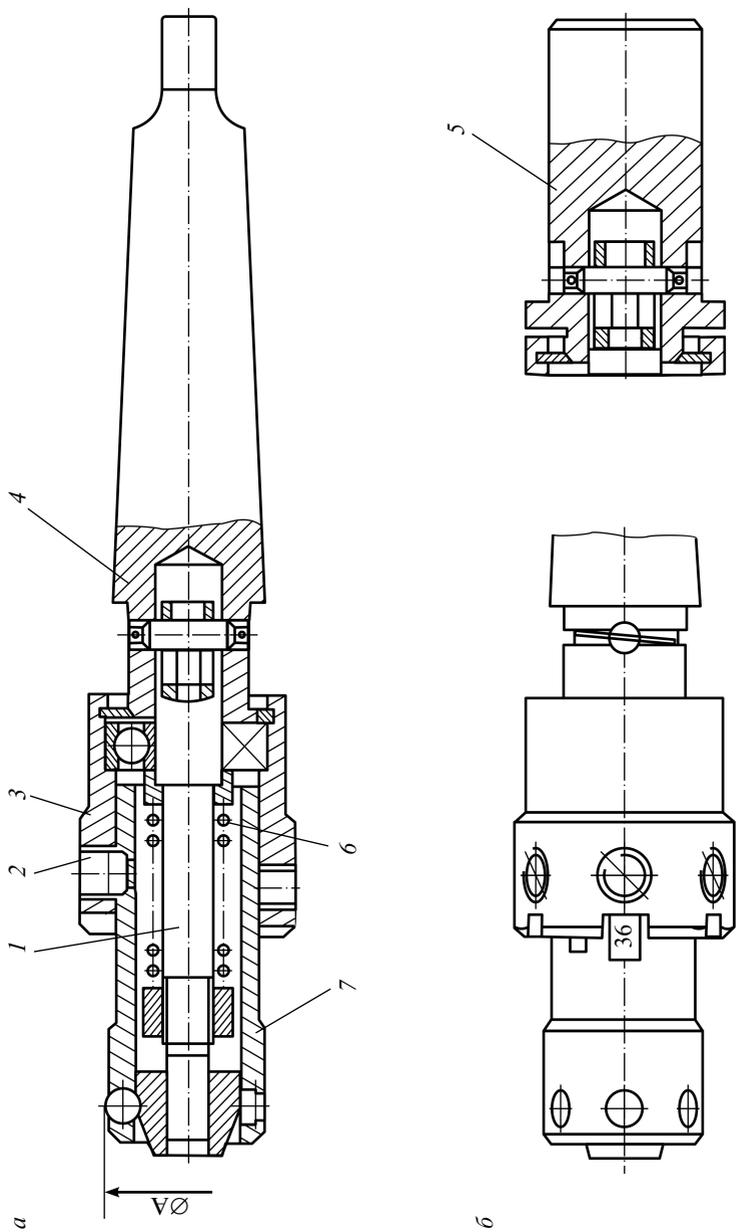


Рис. 7.9. Рельсовый раскатник:

a — разрез; *б* — внешний вид; 1 — внешний вид; 2 — цилиндр; 3 — винт; 4 — втулка в сборе; 5 — конический хвостовик; 6 — цилиндрический хвостовик; 7 — пружина; 36 — корпус сепаратора

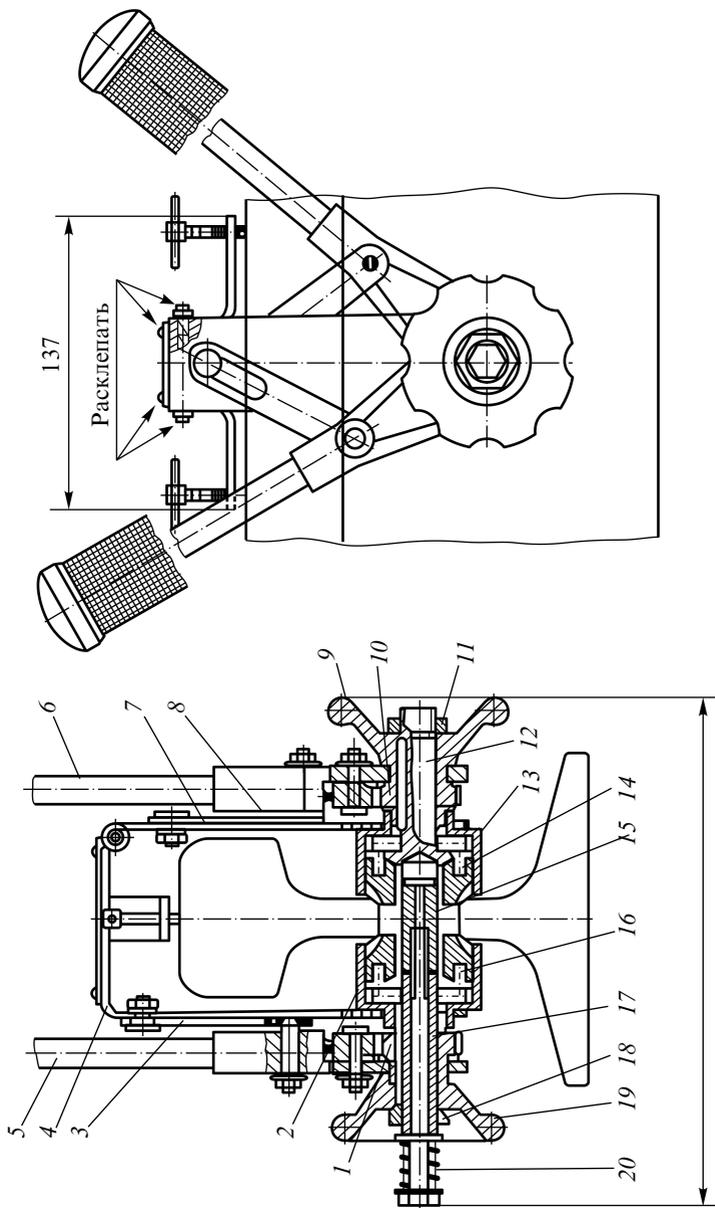


Рис. 7.10. Устройство для снятия фасок ФС1:

1, 10 — храповые колеса; 2, 13 — ограничители; 3, 7 — рычаги; 4 — кронштейн; 5 — левая ручка; 6 — правая ручка; 8 — откидная планка; 9, 19 — маховики; 11, 18 — гайки; 12 — правая оправа; 14 — правая зенковка; 15 — винт; 16 — левая зенковка; 17 — левая оправа; 20 — пружина

Таблица 7.3.

Технические характеристики фаскосъемных станков

Техническая характеристика	Тип станка	
	ФС2	ФС1
Тип обрабатываемых рельсов	P75, P65, P50	P75, P65, P50
Мощность электродвигателя, кВт	0,4	Ручной привод
Режущий инструмент	Зенковка со сменными стандартными многогранными твердосплавными режущими пластинами	Две конические зенковки из инструментальной стали
Число пластин на одну зенковку	3	4
Размер снимаемой фаски, мм	(1,5—2,0)×45	(1,5—2,0)×45
Время снятия фаски, с	5	60
Масса, кг	15	5

7.1.4. Рельсошлифовальные станки

Для снятия наката и заусенцев с острияков, крестовин, рельсов и для шлифовки рельсов и других элементов после наплавки применяют рельсошлифовальные станки. Кроме того, с помощью ручных рельсошлифовальных станков производится зачистка рельсов в зоне приварки рельсовых соединителей, а также заточка инструмента различного назначения. Технические характеристики рельсошлифовальных станков приведены в табл. 7.4.

Простейшей является рельсошлифовалка МРШ-3 (рис. 7.11), состоящая из асинхронного электродвигателя и шлифовального абразивного круга, закрепленного напрямую без редуктора на удлиненном валу ротора двигателя зажимными шайбами и гайкой. Для безопасности работ шлифовальный круг защищен кожухом.

Сборные и цельнолитые крестовины, наплавленные концы рельсов шлифуют станком 2152. Его используют также для создания правильного продольного и поперечного профилей при отделочных работах после наплавки, снимают боковой накат металла на рельсах всех типов и деталях стрелочных переводов. Станок состоит из копирного устройства, приставки с перека-

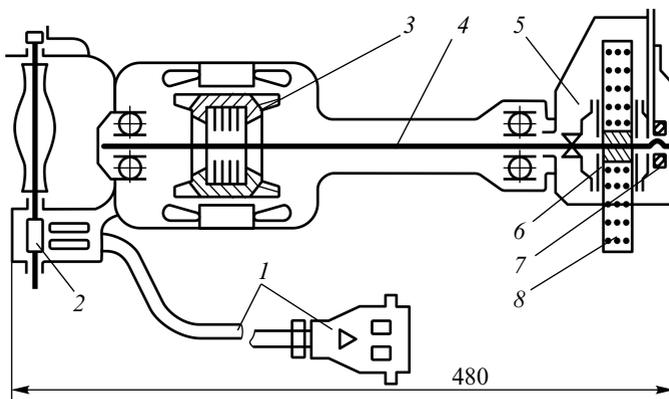


Рис. 7.11. Рельсошлифовальный станок МРШ-3:
 1 — кабель с вилкой; 2 — двухполюсный выключатель; 3 — электродвигатель;
 4 — вал редуктора электродвигателя; 5 — защитный кожух; 6 — зажимная
 шайба; 7 — корончатая гайка; 8 — шлифовальный круг

точными роликами, тележки и шлифовальной головки (рис. 7.12). Копирное устройство имеет линейки и комплект из 4-х клешневых захватов с крепежными болтами. Тележка станка представляет

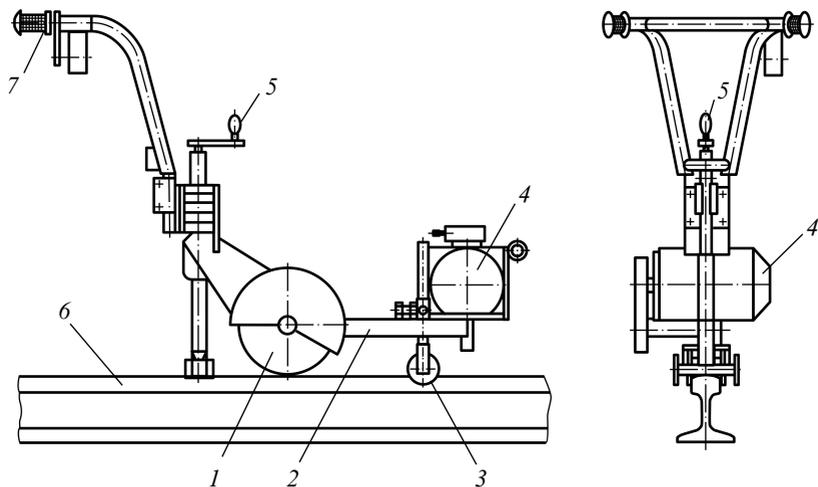


Рис. 7.12. Станок для шлифовки наплавленных концов рельсов:
 1 — шлифовальный круг; 2 — основание; 3 — перекаточный ролик; 4 — при-
 водной электродвигатель; 5 — рукоятка включения; 6 — рельс; 7 — ручки для
 переноски станка

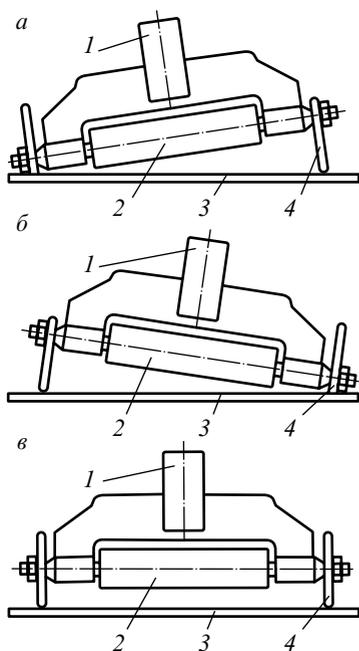


Рис. 7.13. Положения ползуна с роликом при снятии бокового наката с элементов крестовины (а, б) и при шлифовке крестовины (в):

1 — ползун; 2 — поперечный ролик; 3 — площадка механизма установки уклонов; 4 — прямоугольный эксцентрик

Также для сверления отверстий в деревянных шпалах применяется универсальный инструмент — сверлошлифовалка СШ 1 (рис. 7.15). Она состоит из приводного электродвигателя, корпуса в сборе, шлифовального круга, съемных деталей его крепления и ограждения. Редуктор имеет две пары зубчатых колес, установленных на валу электродвигателя, промежуточном валу и на шпинделе. При шлифовании абразивный круг получает вращение непосредственно от вала двигателя, а при сверлении — через колеса промежуточного вала.

собой сварную конструкцию с роликами, ручками для переноски станка и рукояткой для ее перекачивания. Шлифовальная головка, состоящая из электродвигателя и шлифовального круга, опирается на площадку механизма установки. Необходимый наклон при снятии боковых накатов обеспечивается закреплением на поперечной планке механизма ограничения врезания двух прямоугольных эксцентриков (рис. 7.13). К источнику электроэнергии станок подключается кабелем с кабельной вилкой.

Станок СЧР (рис. 7.14) предназначен для удаления роликовыми кассетами волнообразного износа зашлифовкой коротких 3—25 см неровностей — рифлей (дефект 49). Его модификацией без роликовых кассет является станок СЧРА, предназначенный для устранения дефектов на поверхности катания рельсов в зоне сварки, наплавки, исправленного стыка, микротрещин, наклепов, бокового износа.

Для зачистки наплавленных концов рельсов, крестовин и острижков стрелочных переводов, а также

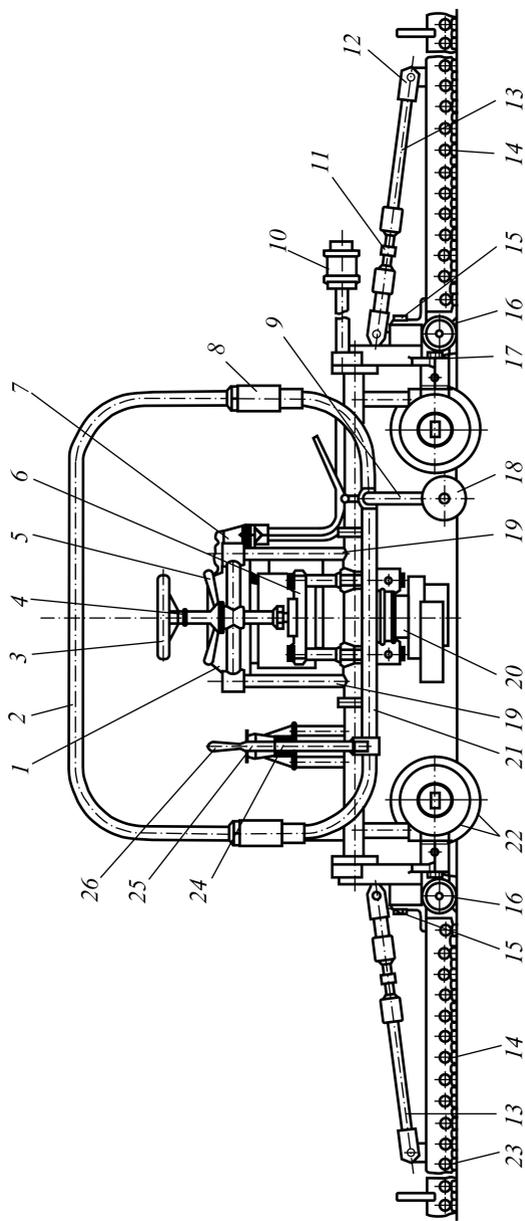


Рис. 7.14. Рельсошлифовальный станок СЧР:

1 — приводной электродвигатель; 2 — рукоятка; 3 — маховик; 4 — винт; 5 — гайка; 6, 13, 20, 21 — стяжки; 7 — выключатель; 8 — амортизатор; 9 — дополнительная опора; 10 — кабельная вилка; 11 — винтовая стяжка; 12 — палец; 14 — ролики; 15 — болт; 16 — опорный ролик; 17 — роликовая опора; 18 — ролик дополнительной опоры; 19, 24 — направляющие; 22 — малый и большой ограничивающие ролики; 23 — роликовая кассета; 25 — фиксатор; 26 — эксцентриковый зажим

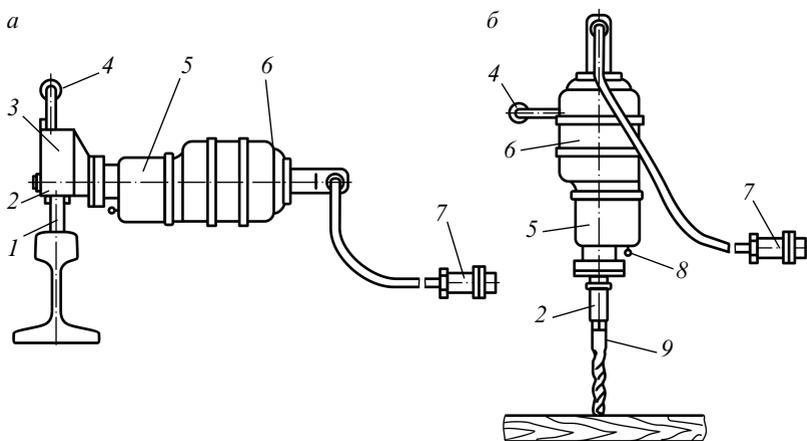


Рис. 7.15. Положение сверлошлифовалки СШ1 при шлифовании головки рельса (а) и при сверлении шпалы (б):

1 — шлифовальный круг; 2 — шпиндель; 3 — кожух; 4 — рукоятка; 5 — редуктор; 6 — электродвигатель; 7 — кабельная вилка; 8 — переключатель скоростей; 9 — сверло

Таблица 7.4

Технические характеристики рельсошлифовальных станков

Характеристики	Тип рельсошлифовального станка				
	МРШ-3	2152	СЧР	СЧРА	СШ 1
Приводной электродвигатель	Трехфазный асинхронный (220 В, 50 Гц)				
Мощность двигателя, кВт	0,4	1,7	1,7	1,7	0,5
Максимальный диаметр абразивного круга, мм	200	250	150	150	150
Максимальный диаметр сверла, мм	—	—	—	—	23
Габаритные размеры, м	0,48×0,247× ×0,214	1,475×1,015× ×1,78	2,4×1,76× ×0,87	1,12×1,76× ×0,87	0,51×0,208× ×0,235
Масса, кг	11,5	58	95	65	10

Абразивный инструмент рельсошлифовальных станков — шлифовальные круги состоят из мелких абразивных зерен, соединенных между собой цементирующим составом (связкой). Наиболее распространенной является керамическая связка, а для отрезных кругов — вулканитовая или бакелитовая. Состав цементирующего вещества определяет твердость круга, под которой понимают не твердость абразивных зерен, а сопротивляемость связки вырыванию зерен с поверхности круга. Различают абразивный инструмент мягкий (градаций М1, М2, М3), средней мягкости (СМ1, СМ2), средний (С1, С2), средней твердости (СТ1, СТ2, СТ3), твердый (Т1, Т2), весьма твердый (ВТ1, ВТ2) и чрезвычайно твердый (ЧТ1, ЧТ2). Режущие свойства абразивного инструмента в основном определяются зернистостью абразивного материала. Применяются шлифовальные зерна со следующими номерами зернистости: 10, 12, 14, 16, 20, 24, 30, 36, 46, 54, 60, 70, 80 и 90.

В рельсошлифовальных станках применяется абразивный инструмент зернистостью 14 и твердостью СТ2 (станки СЧР и СЧРА) и СТ3 (МРШ-3, РМК, РА2, РР80, СШ 1).

7.1.5. Электрогаечные ключи и шурупверты

Для завинчивания и отвинчивания гаек стыковых, клеммных и закладных болтов и шурупов при текущем содержании и всех видах ремонтов путей, применяются электрогаечные ключи и шурупверты — технические характеристики даны в табл. 7.5 и табл. 7.6.

Таблица 7.5

Технические характеристики электрогаечных ключей и шурупверта

Технические характеристики	Тип инструмента		
	ЭК1М	КПУ	ШВ2М
1	2	3	4
Тип двигателя	Приводной трехфазный асинхронный (220 В, 50 Гц)		
Мощность электродвигателя, кВт	0,64	0,64	1,7
Частота вращения, об/мин: — головки ключа — шпинделя при завертывании или отвертывании — шпинделя при сверлении	660	560	45; 250 980
Число ударов за 1 мин	1320	1320	

Окончание табл. 7.5

1	2	3	4
Время завинчивания и отвинчивания гаек, с	До 4	До 4	До 4
Время заворачивания шурупов в шпалы из мягких хвойных пород дерева, с			5
Время сверления отверстий в деревянных шпалах, с			2—4
Крутящий момент на гайке болта, Нм: — стыкового — клеммного — закладного	600	600 200 150	
Габаритные размеры, м	0,67×0,6× ×0,8	0,81×0,65× ×0,82	1,17×1,17× ×0,66
Масса, кг	27	27	63

Таблица 7.6

Технические характеристики шурупогаечных ключей

Технические характеристики	Тип шурупогаечного ключа		
	КШГ1	КШГ1А	КШГ1Б
1	2	3	4
Тип двигателя	Трехфазный асинхронный (220 В, 50 Гц)	Бензиновый	
Номинальная мощность, кВт	3,0	5,6	6,6
Максимальный вращательный момент Нм при передаче: — быстроходной — тихоходной	250 1100	250 1100	250 1100
Номинальная частота вращения вала при максимальном вращающем моменте, об/мин	1500	3200	2400
Номинальная частота вращения шпинделя при передаче, об/мин: — быстроходной — тихоходной	100 20	150 60	160 32,5

Окончание табл. 7.6

1	2	3	4
Время завинчивания гаек, с не более:			
— клеммных болтов	5	5	5
— закладных болтов	6	6	6
Время завертывания путевых шурупов в шпалы из хвойных пород не более, с	8	8	8
Пределы изменения крутящего момента, Нм	0...1100		
Габаритные размеры, м	1,7×0,61× ×0,84	1,79×0,6× ×0,8	1,74×0,6× ×0,8
Масса, кг	110	110	110

Электрогаечный ключ ЭК1М предназначен для завинчивания и отвинчивания гаек стыковых болтов (рис. 7.16). Ключ укомплектован мотор-редуктором с преобразователем на тележке с устройством для принудительного прижима стыкового болта. Мотор-редуктор состоит из электродвигателя и редуктора, связанных с разъемными корпусами. На корпусе закреплены две рукоятки для удержания инструмента во время работы, а также ручка для перемещения и удержания его при перемещении по рельсу.

Путевой универсальный ключ КПУ (рис. 7.17) помимо стыковых болтов закручивает и откручивает гайки клеммных и закладных болтов всех типов рельсов, а также используется для сверления отверстий в деревянных шпалах. Ключ имеет тележку для перевозки во время работы по рельсу и рукоятки, получает питание от мотор-редуктора. Подвеска выполнена в виде шарнирного параллелограмма, образованного колонкой, надетой на вертикальную стойку тележки, рамкой и соединяющими стойку с рамкой верхней и нижней поперечинами. Рукоятки для управления ключом присоединены к рамке через амортизаторы. Мотор-редуктор включает в себя электродвигатель, конический редуктор и ударно-вращательный механизм, предназначенный для преобразования непрерывного вращения вала двигателя в крутильные удары.

Ключ имеет сменные головки — одну для завинчивания гаек клеммных и закладных болтов, другую — для стыковых болтов

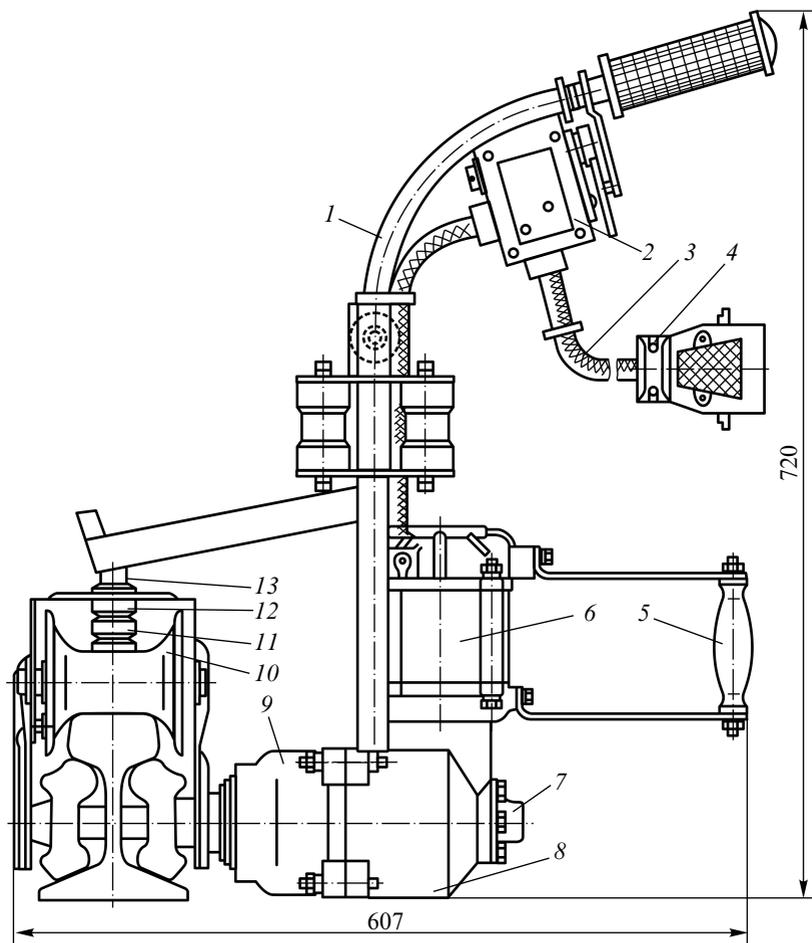
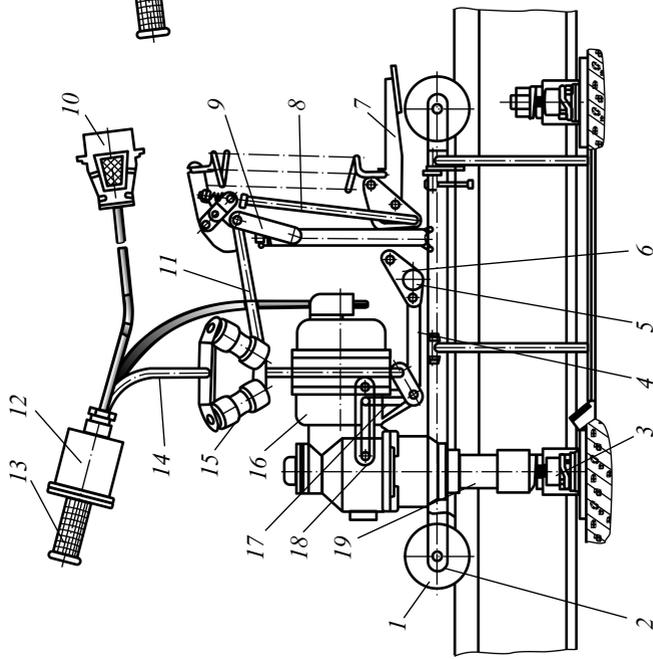


Рис. 7.16. Электрогаечный ключ ЭКИМ:

1 — рукоятка; 2 — переключатель; 3 — соединительный кабель; 4 — кабельная вилка; 5 — ручка; 6 — электродвигатель; 7 — крышка; 8 — корпус редуктора; 9 — корпус преобразователя; 10 — каток; 11, 12 — переходные втулки; 13 — вилка

М24 и М22. Для сверления шпал в головку ключа вставляется и фиксируется шпindel в котором устанавливают сверла диаметром 12,5 мм — под костыльные отверстия с глубиной сверления 115 мм; диаметром 14,5 мм — для отверстий под шурупы с глубиной сверления 140 мм.

a



б

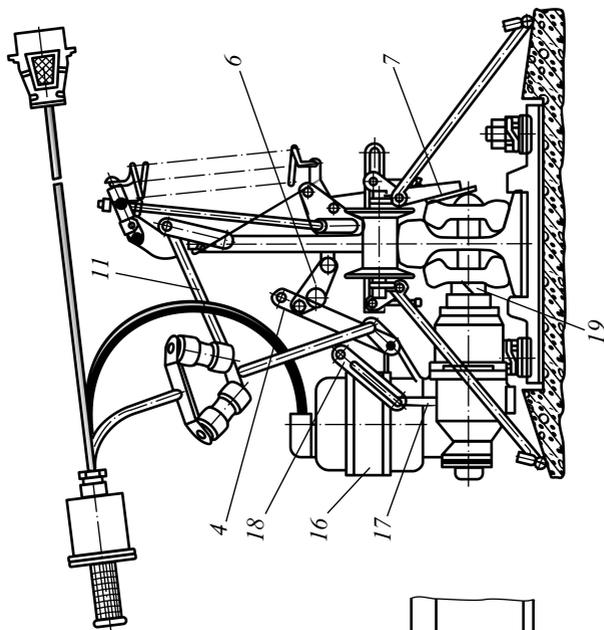


Рис. 7.17. Положение ключа КПУ при работе с клеммными (*a*) и стыковыми (*б*) болтами:

- 1 — ролики; 2 — рама; 3 — клеммный болт; 4, 18 — планки; 5 — фиксатор; 6, 7 — рычаги; 8 — колонка; 9 — вилка;
- 10 — кабельная вилка; 11 — поперечина; 12 — переключатель; 13 — ручка; 14 — рукоятки; 15 — амортизаторы;
- 16 — корпус электродвигателя; 17 — винтовой замок; 19 — головка ключа

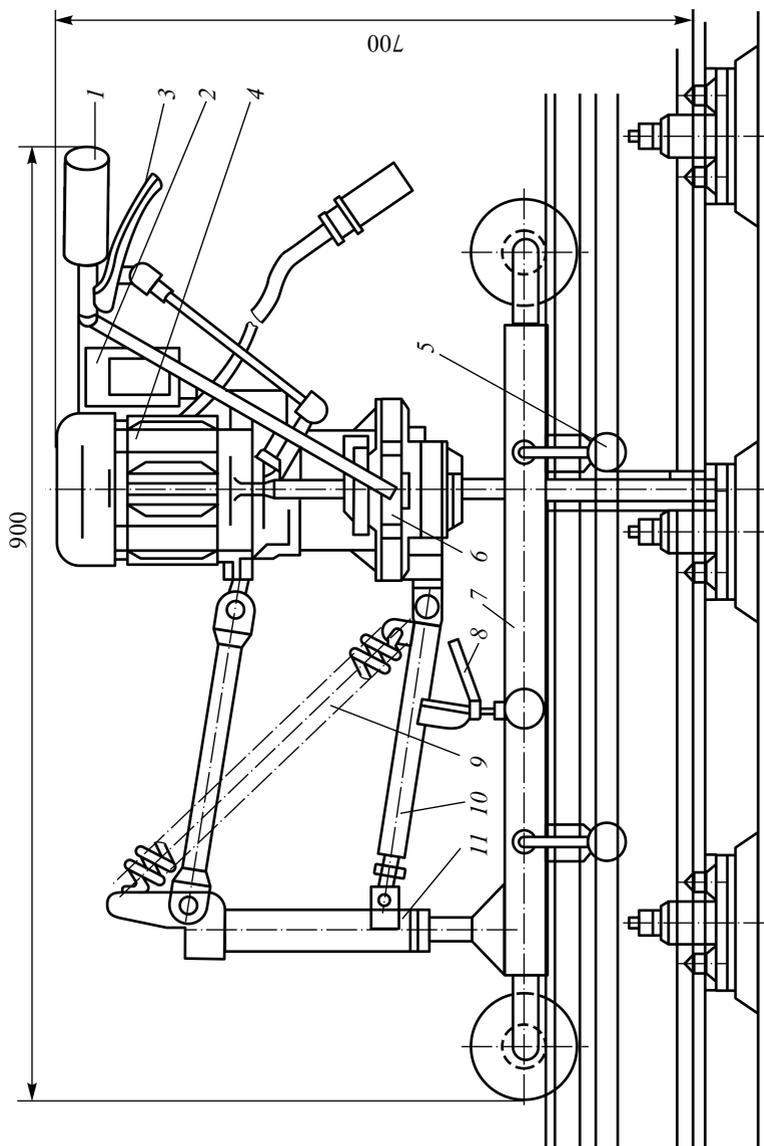


Рис. 7.18. Шуроловерт ШВ-2М:

1 — рукоятка; 2 — переключатель; 3 — рычаг переключения скорости; 4 — электродвигатель; 5 — предохранительный ролик; 6 — редуктор; 7 — тележка; 8 — фиксатор; 9 — пружина; 10 — тяга; 11 — колонка

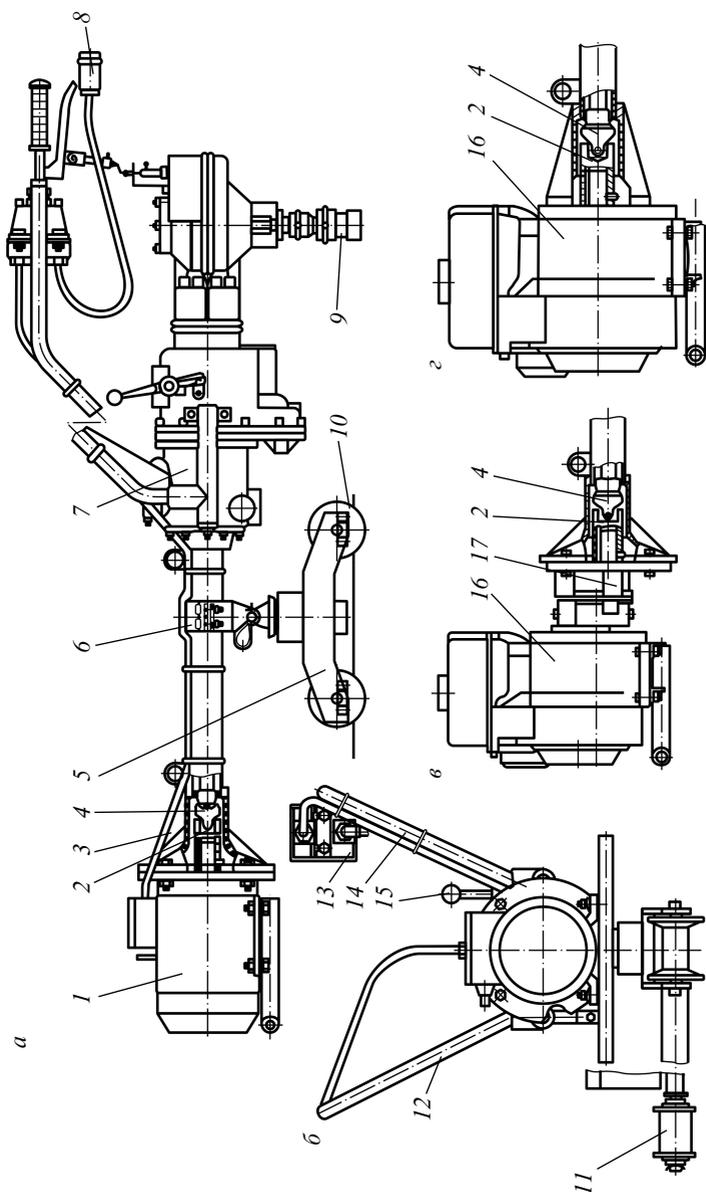


Рис. 7.19. Шурупогонный ключ:

a — вид сбоку (КШГ 1); *б* — вид спереди (КШГ 1); *в* — привод (КШГ 1А); *г* — привод (КШГ 1Б); 1 — электродвигатель; 2 — шарнирная муфта; 3 — кабель; 4 — шлицевой вал; 5 — тележка; 6 — скоба; 7 — механизм управления; 8 — кабельная вилка; 9 — сменный ключ; 10 — ролик; 11 — выносная опора; 12, 14 — правая и левая рукоятки; 13 — выключатель; 15 — ручка переключения передач; 16 — двигатель внутреннего сгорания; 17 — редуктор

Шурупогайковерт ШВ2М (рис. 7.18) предназначен для завертывания и отвертывания шурупов рельсовых скреплений, гаек клеммных и закладных болтов, а также для сверления отверстий под шурупы и костыли в деревянных шпалах. Шурупогайковерт имеет привод от электродвигателя, зубчатую коробку передач, параллелограмную подвеску с пружиной и тележку. На правой рукоятке размещен переключатель, обеспечивающий включение и реверсирование двигателя. Различные операции выполняются с использованием сменных наконечников.

Шурупогачный ключ по своему назначению и области применения аналогичен шурупогайковерту. Ключ выпускается в различных модификациях: КШГ 1 (рис 7.19) с электродвигателем, КШГ1А и КШГ1Б — с двигателем внутреннего сгорания.

Ключ смонтирован на тележке с роликами для перемещения его по рельсу, причем третий опорный ролик располагается на второй рельсовой нитке для обеспечения большей устойчивости ключа на пути и для разгрузки рук оператора.

7.1.6. Электрокостылезабивщики и электрогидравлические костылевыдергиватели

Электрокостылезабивщики и электрогидравлические костылевыдергиватели предназначены для забивки и выдергивания костылей на пути и стрелочных переводах с деревянными шпалами. Они также широко применяются при работах по сборке и разборке рельсошпальной решетки на производственных базах путевых машинных станций. Технические характеристики — в табл. 7.7.

Электропневматический костылезабивщик ЭПКЗ (рис. 7.20) состоит из электродвигателя, конического редуктора, кривошипно-шатунного механизма, подвижного цилиндра со свободно движущимся поршнем — бойком и узла амортизаторов (резиновые кольца, разъемные втулки, пружина). Электродвигатель через пару конических зубчатых колес и коленчатый вал сообщает поршню возвратно-поступательное движение.

В процессе движения поршня вверх между подвижным цилиндром и свободно движущимся бойком возникает разряжение, заставляющее боек двигаться за цилиндром. При ходе цилиндра вниз происходит встречное движение его с бойком, что приводит к сжатию воздуха, соответственного возрастания давления и остановке

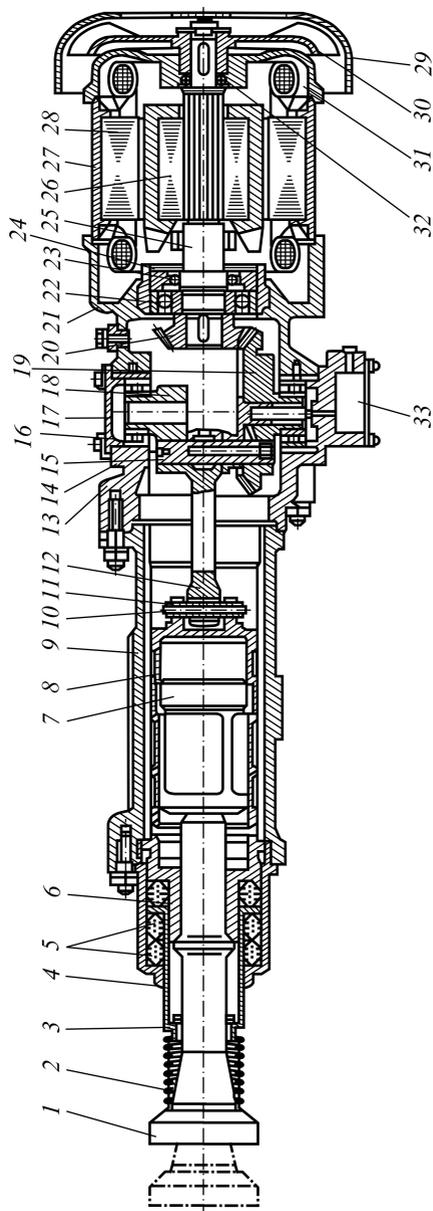


Рис. 7.20. Электропневматический костьлезабивщик ЭПКЗ:

1 — стержень; 2 — пружина; 3 — втулка; 4 — фланец; 5 — резиновые амортизаторы; 6 — направляющая втулка; 7 — боек; 8 — поршень; 9 — ствол; 10 — поршневой палец; 11 — втулка шатуна; 12 — шатун; 13 — нижний корпус; 14 — игольчатый подшипник; 15 — палец кривошипа; 16, 22, 32 — шариковые подшипники; 17 — крышка; 18 — щека; 19, 20 — конические зубчатые колеса; 21 — корпус; 23 — сальник; 24 — кольцо; 25 — вал электродвигателя; 26 — пакет ротора; 27 — пакет статора; 28 — корпус статора; 29 — кожух; 30 — вентилятор; 31 — крышка электродвигателя; 33 — масленка

бойка. После этого момента боек резко с ускорением движется вниз, нанося удар по наконечнику инструмента. Такой компрессионно-вакуумный механизм обеспечивает эффективную и высокопроизводительную забивку костылей.

Электрогидравлический костылевыдергиватель КВД1 предназначен для выдергивания костылей из деревянных шпал и брусьев при разборке старогодных звеньев рельсошпальной решетки и стрелочных переводов на производственных

базах путевых машинных станций (ПМС). Костылевыдергиватель (рис. 7.21) состоит из встроенного электродвигателя с выключателем, гидравлической системы, механизма захвата костыля и механизма управления.

Электрический двигатель приводит в действие плунжерный насос, который, перекачивая масло, создает в цилиндре распорное усилие, достаточное для выдергивания костыля из шпалы.

Для выдергивания костыля после установки на него инструмента резким нажатием на ручку костылевыдергивателя разводят губки клещевого захвата. После прекращения нажатия губки клещей сходятся и захватывают головку костыля. Механизм переводится в рабочий режим, обеспечивающий выдергивание костыля.

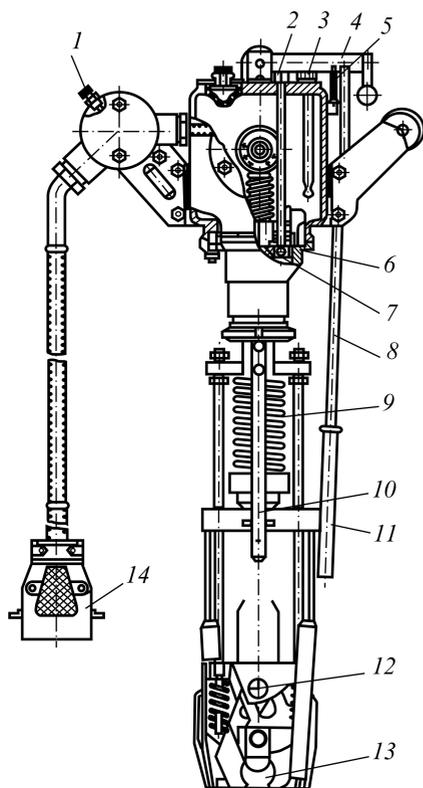


Рис. 7.21. Электрогидравлический костылевыдергиватель КВД1:

1 — заземляющий винт коробки; 2 — толкатель; 3 — масломер; 4 — рукоятка; 5, 7, 9, 10 — пружины; 6 — шарик; 8 — тяга; 11 — трубка; 12 — палец; 13 — клещевой захват; 14 — кабельная вилка

Таблица 7.7

Технические характеристики станков для работы с костылями

Технические характеристики	Костылезабивщики		Костылевыдергиватель КВД1
	Трехфазный, асинхронный 220В, 50 Гц	Трехфазный, асинхронный 220В, 200 Гц	
Тип двигателя	Трехфазный, асинхронный 220В, 50 Гц	Трехфазный, асинхронный 220В, 200 Гц	Трехфазный, асинхронный 220В, 50 Гц
Мощность приводного двигателя, кВт	0,75	1,2	0,4
Энергия удара, Дж	21	24,5	—
Время забивки костыля, с	3—5	3—4	—
Время выдергивания костыля длиной 160 мм, с	—	—	5
Габаритные размеры, м	0,917×0,415×0,24		0,31×0,435×0,795
Масса, кг	24	24	20

7.2. Гидравлический путевой инструмент

Для производства работ по выправке пути в продольном профиле с устранением просадок, перекосов, сопровождаемых подъемкой рельсошпальной решетки, а также при замене отдельных элементов промежуточных креплений используется гидравлический домкрат. Для выправки пути рихтовкой в плане применяются рихтовщики, для производства работ по регулировке и разгонке стыковых зазоров и по устранению угона пути — разгонщики, а для разрядки температурных напряжений в рельсовых плетях бесстыкового пути и ввода их в расчетный температурный интервал используются гидравлические натяжители.

7.2.1. Домкраты

Гидравлический инструмент имеет резервуар для масла, цилиндр со штоком, предохранительный клапан, устройство для пе-

Технические характеристики путевых гидравлических домкратов

Показатель	Тип домкрата								
	ПДР-8	ДП-10 (ДП-10-01)	ДПП-10 (ДПП-10/ /200)	ДПП-10- 200	ПГ-10-200	ПГ-9-15Р	ДПП-18	ДГ-25	ДГ-50
Грузоподъемность, кН	80	196/98 (157/98)	98 (78,4)	98	98	146/108	177/147	245	490
Максимальная высота подъема, м	0,2	0,2	0,265 (0,45)	0,2	0,3	0,2	0,15	0,15	0,1
Усилие на рукоятке насоса, Н	250	118	147	147	147	147	147	-	-
Масса, кг	19,9	22 (24)	16,5 (24,5)	21	23	21,8	26	23	58
Габаритные размеры, м	0,3×0,21× ×0,58	0,375×0,2× ×0,36 (0,375× ×0,2×0,3)	0,36×0,19× ×0,315 (0,38×0,22× 0,35)	0,3×0,2× ×0,6	0,42×0,19× ×0,54	0,45×0,19× ×0,23	0,38×0,19× ×0,29	0,23×0,14× ×0,3	0,34×0,2× ×0,26
Особенности	Лапа, рихтовочный хомут	Опорный торец поршня	Три подъемные опорные лапы, торец цилиндра	Лапа, рихтовочный хомут	Две подъемно-рихтовочные лапы	Две лапы, опорный торец цилиндра	Две лапы, опорный торец цилиндра	Опорный торец цилиндра	Опорный торец поршня

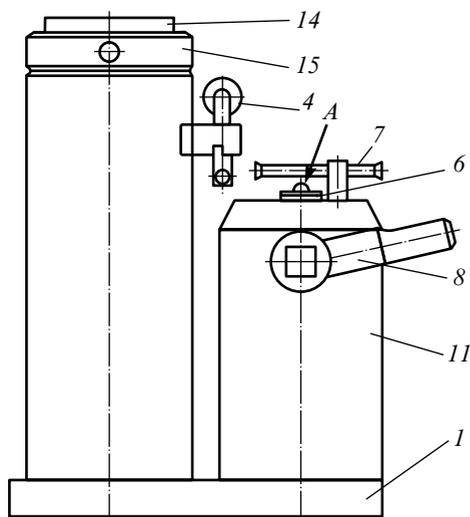


Рис. 7.24. Домкрат ДГ-25:
14 — поршень; 15 — контргайка (остальные позиции см. на рис. 7.23)

репуска масла из цилиндра в резервуар, опорное устройство и рабочий орган. Принцип действия путевых гидравлических инструментов заключается в перекачивании из резервуара в гидроцилиндр масла, в результате чего избыточное давление действует на поршень, который вместе с рабочим органом перемещается в цилиндре и создает подъемное или распорное усилие.

В инструменте с ручным приводом давление в гидросистеме создается плунжерным насосом. В механизированных инструментах

используются более сложные насосы с приводом от бензинового двигателя.

Гидравлические домкраты с ручным приводом выполняются в двух вариантах:

— в одноблочной компоновке: домкраты ПДР-8 (рис. 7.22), ДГП-10-200 (рис. 7.23), ПГ-10-200;

— в двухблочной компоновочной схеме с отдельными блоками ручного гидронасоса и цилиндра с поршнем: домкраты ДП-10, ДПГ-10, ДПГ-10/200, ДПГ-18, ДПГ-25 (рис. 7.24), ПГ-9-15Р.

В табл. 7.8 приведены основные технические данные современных гидравлических домкратов с ручным приводом.

7.2.2. Рихтовщики

Гидравлические рихтовщики подразделяются на рихтовщики с ручным приводом и моторные. Основные технические характеристики рихтовщиков приведены в табл. 7.9 и табл. 7.10.

Рихтовщики с ручным приводом имеют общую компоновку с исполнительным органом в виде гидравлического

толкателя, опорной системой и гидравлическим насосом, расположенным сбоку гидроцилиндра. Сдвигка пути производится упором гидравлического толкателя — штока с подвижным цилиндром (гидравлического прибора) в подошву или головку рельса.

В зависимости от типа верхнего строения пути число гидравлических приборов в одном комплекте составляет от 3 до 9, каждый из которых устанавливается в шахматном порядке под обе рельсовые нити через 2—3 шпальных ящика. При этом большее число приборов устанавливается на той рельсовой нити, в сторону которой будет производиться сдвигка пути. Сдвигка при рабочем давлении в гидросистеме 25,5 МПа выполняется за 60—90 с.

Наиболее распространенными рихтовщиками с ручным приводом являются ГР-12Б (рис. 7.25), ГР-12В (рис. 7.26), ГР-12М (рис. 7.27) и ГР-14.

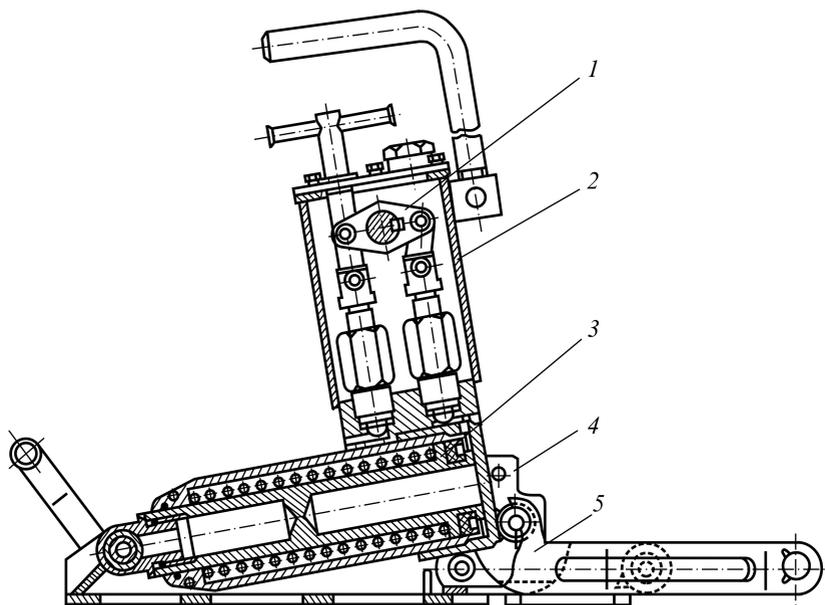


Рис. 7.25. Гидравлический рихтовщик ГР-12Б:

1 — коромысло насоса; 2 — корпус резервуара для масла; 3 — гидроцилиндр;
4 — трехступенчатый рельсовый захват; 5 — опорное устройство

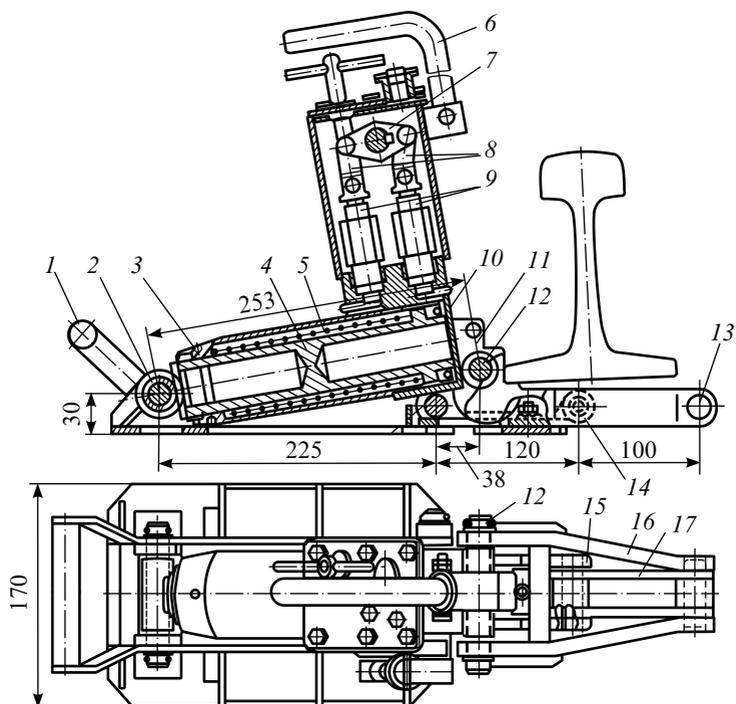


Рис. 7.26. Гидравлический ручной рихтовщик ГР-12В:
 1, 6 — рукояти; 2, 12, 13, 14 — шарниры; 3 — цилиндр; 4 — поршень; 5 — возвратная пружина; 7 — коромысло насоса; 8 — шатуны; 9 — двухплунжерный гидравлический насос; 10 — стакан корпуса; 11 — упорная гребенка; 15 — средняя опора; 16 — коромысло; 17 — сошник

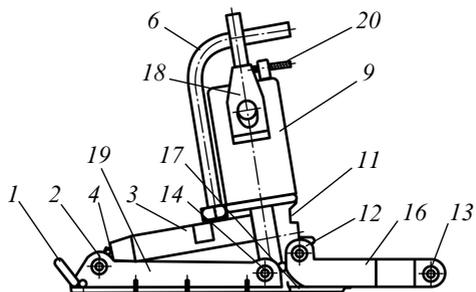


Рис. 7.27. Гидравлический ручной рихтовщик ГР-12М:
 18 — съемная рабочая рукоять; 19 — рычаг секции (задняя опора); 20 — рукоятка перепускного клапана (остальные позиции см. на рис. 7.26)

Технические характеристики гидравлических рихтовщиков с ручным приводом

Показатель	Тип рихтовщика				
	ГР-12Б	ГР-12В	ГР-12М	ГР-14	РГ-1646
Распорная сила, кН	58,8	58,8	58,8	58,8	58,8
Ход штока, м	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
Усилие на рукояти насоса, кН	177	177	147	147	-
Масса, кг	14	16	16,5	16	20
Габаритные размеры, м	0,55×0,17××0,4	0,55×0,17××0,4	0,53×0,17××0,355	0,55×0,17××0,4	0,52×0,17××0,32

Моторные рихтовщики выполняют поперечную сдвижку рельсошпальной решетки при рихтовке пути несколькими (каждый четырьмя) гидроцилиндрами. Они имеют одинаковую компоновку и состоят из насосной станции и соединенных с ней шлангами высокого давления гидроцилиндров.

Основным типом рихтовщика с моторным приводом является РГУ-1 и его модификации (рис. 7.28). Исполнительный орган рих-

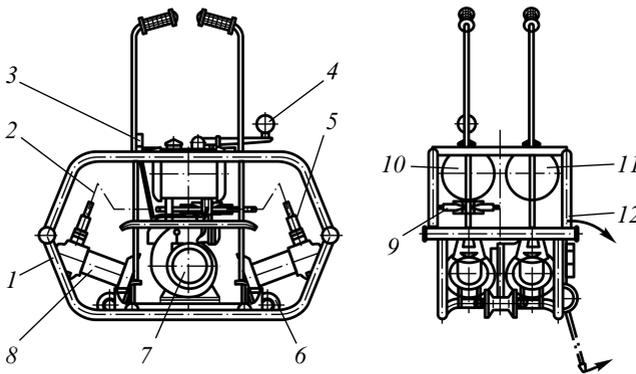


Рис. 7.28. Гидравлический моторный рихтовщик РГУ-1М:
 1 — трубчатая рама; 2 — шланги; 3 — ручка газа; 4 — рукоятка спускового клапана; 5 — штуцер; 6 — двухребордчатый ролик; 7 — бензодвигатель; 8 — цилиндр; 9 — распределительный патрубок; 10 — масляный бак; 11 — бензиновый бак; 12 — поддерживающая опора

товщика — моторнонасосная станция (рис 7.29), размещенная на сварной трубчатой раме с двумя двухребордчатыми роликами для перемещения по рельсу, состоит из двигателя внутреннего сгорания (ДВС) с ручкой регулирования частоты вращения коленчатого

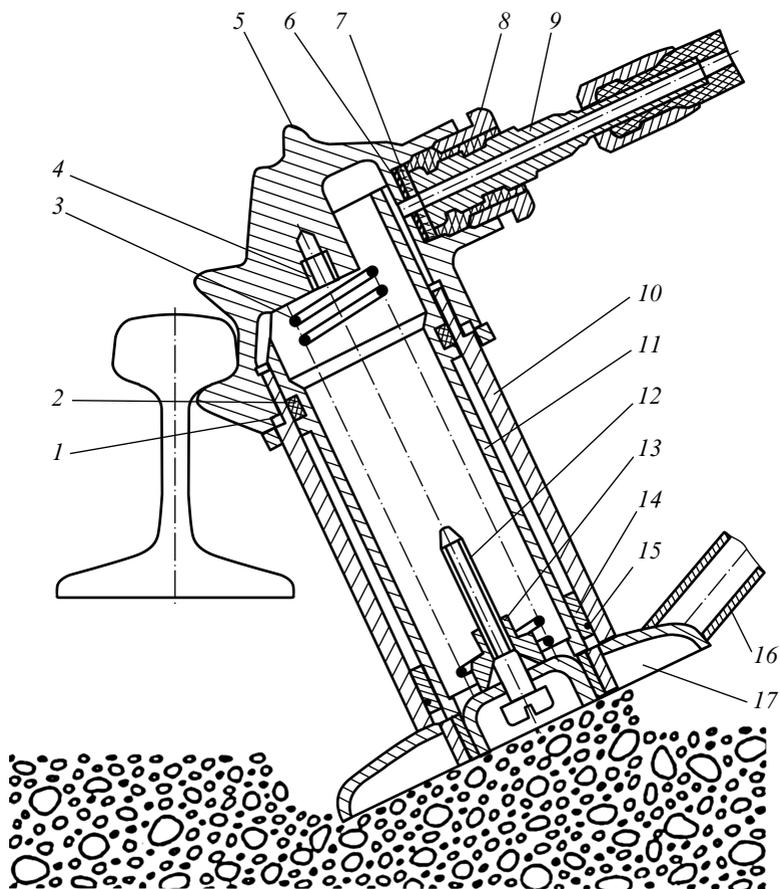


Рис. 7.29. Исполнительный орган моторного рихтовщика РГУ-1М:
 1, 2, 7 — уплотнительные кольца; 3 — возвратная пружина; 4 — держатель возвратной пружины; 5 — крышка; 6 — шайба; 8 — втулка; 9 — штуцер; 10 — цилиндр; 11 — шток; 12 — натяжной болт; 13 — нижний держатель; 14 — упорная втулка; 15 — крепежное кольцо; 16 — рукоятка; 17 — опора

го вала (ручка газа), редуктора и гидронасоса. Каждый из четырех рабочих гидротолкателей при рихтовке наклонно устанавливают в шпальном ящике и упирают в головку или подошву рельса. Сдвигку рельсошпальной решетки производят после создания во всех цилиндрах необходимого давления, развивающего общее усилие до 240 кН. После сдвигки пути уменьшают обороты двигателя и сбрасывают давление, а затем рихтовщик перемещают по рельсу к следующему месту и цикл повторяется (его длительность составляет 60—120 с).

Таблица 7.10

Технические характеристики гидравлических моторных рихтовщиков

Технические характеристики	Тип рихтовщика			
	РГУ-1, РГУ-2	РГУ-1М	РГУ-1М-ДМ	РГУ-1МЕ
Тип приводного двигателя	ДВС	ДВС, либо электродвигатель	ДВС	Электродвигатель
Мощность приводного двигателя, кВт	2,9	2,94	3,7	1,7
Число гидроцилиндров толкателей	4	4	4	4
Распорное усилие на одном гидроцилиндре, кН	49	58,8	58,8	58,8
Габаритные размеры, м	0,92×0,54××0,84	0,92×0,48××0,87	0,96×0,81××0,92	0,92×0,48××0,87
Масса, кг	80	80	110	80

7.2.3. Разгонщики и натяжители

Гидравлические разгоночные приборы имеют одинаковую компоновку и состоят из двух корпусов с возвратными пружинами, распорных гидроцилиндров со штоками, резервуара с гидropriводом, пары клиновых рельсовых зажимов и опорных откидных роликов.

Наиболее распространенным является гидравлический разгонщик РН-01А (рис. 7.30) — улучшенная модификация разгонщика РН-01. Действие прибора основано на том, что смежные

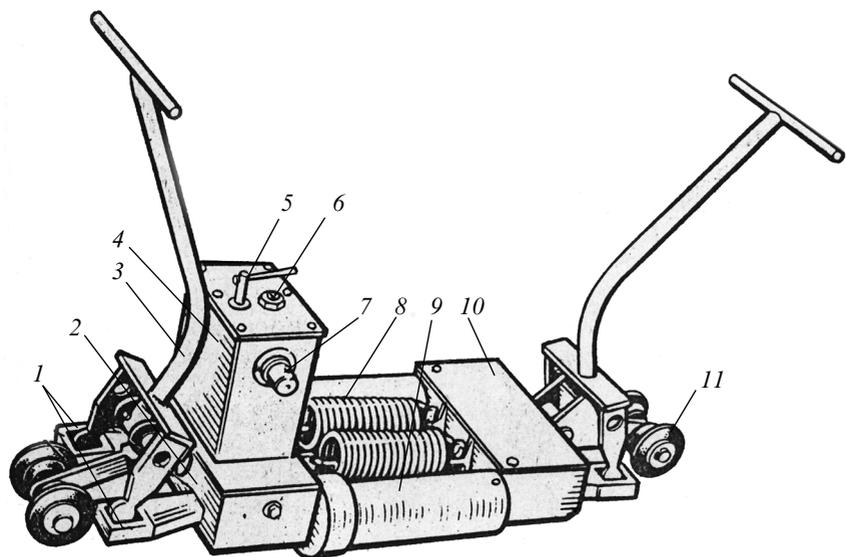


Рис. 7.30. Гидравлический разгонный прибор РН-01А:

1 — зажимные клинья; 2 — корпус для размещения механизмов прибора; 3 — ручка прибора; 4 — резервуар для масла с гидроприводом; 5 — спусковой вентиль; 6 — пробка с сапуном; 7 — привод насоса; 8 — возвратная пружина; 9 — цилиндр; 10 — инструментальный ящик; 11 — ролик для транспортировки

рельсовые концы в стыке раздвигаются парными клиньями, обжимающими боковые грани головки рельса. Клинозажимное устройство между корпусами в свою очередь раздвигается распорными цилиндрами, в которые масло подается двумя плунжерными насосами. Насосы приводятся в действие съёмными рабочими рукоятками. С помощью разгонщика РН-01А можно одновременно смещать без ослабления стыковых болтов плеть из четырех двадцатипятиметровых рельсов, а при ослабленных костылях — из шести рельсов. Разгонщик РН-02 представляет собой упрощенный вариант РН-01А с одним плунжерным насосом и роликами на одном корпусе.

Легкий разгонщик РЛ-12 (рис. 7.31) по устройству аналогичен РН-01А, но обеспечивает меньшие (в 2 с лишним раза) распорное усилие и величину раздвижки рельсов в стыке в 1,5 раза.

Характеристики других типов двухкорпусных разгонщиков Р-25 (рис. 7.32), РН-04 также представлены в табл. 7.11.

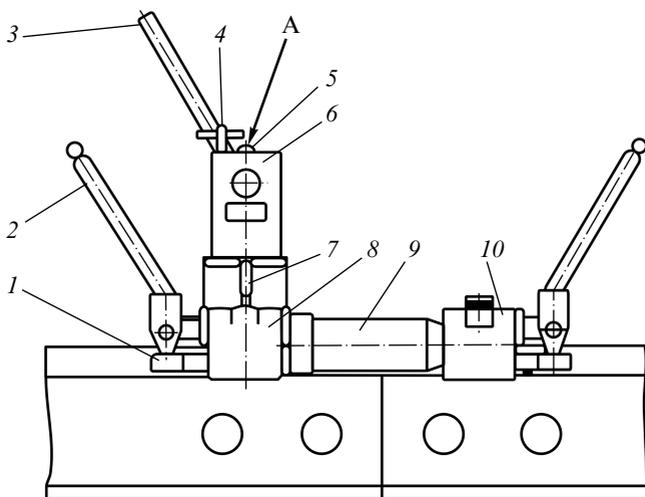


Рис. 7.31. Легкий разгонщик РЛ-12:

1 — клин; 2 — рукоять для переноски и установки; 3 — рабочая рукоять насоса; 4 — вороток спускного клапана; 5 — пробка для заливки масла; 6 — бакчок; 7 — аварийный клапан; 8 — корпус; 9 — гидроцилиндр; 10 — корпус;
 А — срезать перед вводом в эксплуатацию

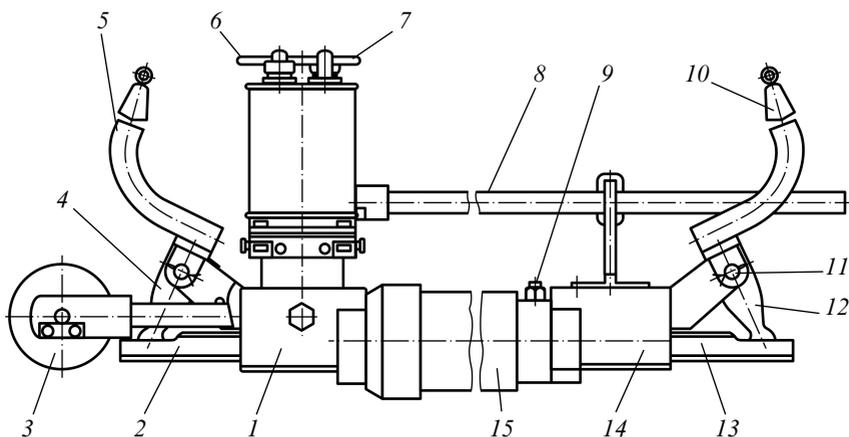


Рис. 7.32. Разгонщик Р-25:

1, 14 — корпуса разгонщика; 2, 13 — клинья; 3 — ролик; 4, 12 — поводки; 5, 10 — рукоятки; 6, 7 — спускные клапаны; 8 — съемная рукоять привода насоса; 9 — заглушка; 11 — ось; 15 — корпус цилиндра

Технические характеристики гидравлических разгонщиков

Показатель	Тип разгонщика			
	РН-01А	РН-04	РЛ-12	Р-25
Распорное усилие, кН	250	255	117,7	245
Величина раздвижки, м:				
без перехвата	0,15	0,1	0,1	0,1
с перехватом	0,3	—	—	0,2
Усилие на рукоятке привода насоса, Н	180	147	147	118
Масса, кг	78	60	36	70
Габаритные размеры, м	1×0,32×0,35	0,8×0,28×0,56	0,6×0,25×0,33	1,2×0,39×0,6
Работают с разгонщиком, чел.	21	41	11	41

Гидравлические натяжители состоят из рамы с рельсовыми зажимами, пары гидроцилиндров и ручного или моторного гидронасоса с приводом от электродвигателя или двигателя внутреннего сгорания.

Наиболее распространенными являются гидравлические натяжители УНГ-75 (рис. 7.33) и СПН-100-500 (рис. 7.34).

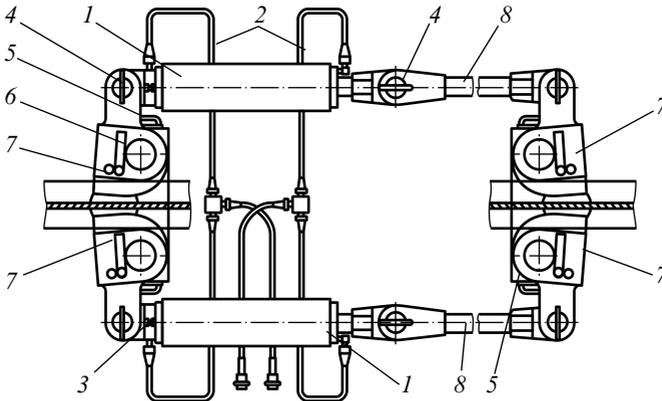


Рис. 7.33. Натяжитель УНГ-75 (вид сверху):

1 — гидроцилиндр; 2 — шланг высокого давления; 3 — устройство для вытеснения воздуха; 4 — чека; 5 — опорная балка; 6 — фиксатор; 7 — эксцентриково-клиновые зажимы; 8 — дополнительная тяга

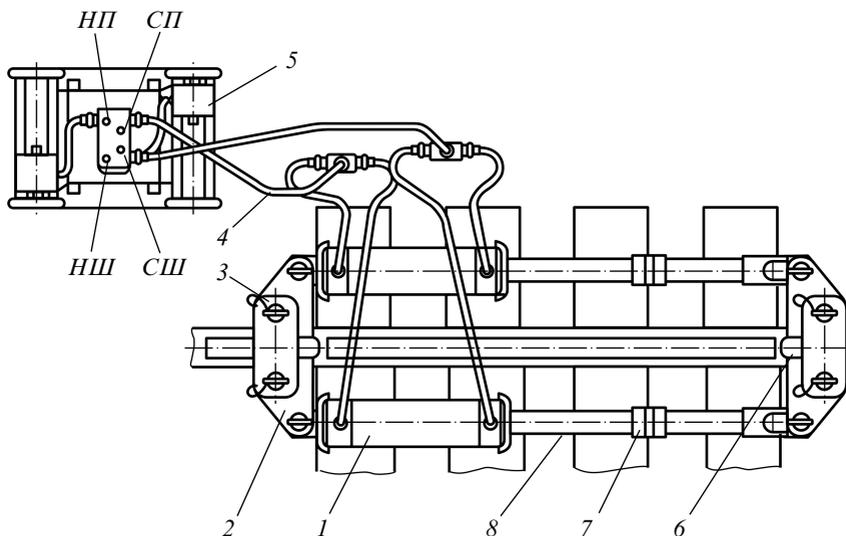


Рис. 7.34. Натяжитель СПН-100-500 (вид сверху) и гидравлическая станция СГР1-8:

1 — гидроцилиндр; 2 — захват; 3 — плита; 4 — шланг высокого давления; 5 — гидравлическая станция; 6 — пружина; 7 — соединительные устройства; 8 — удлинительные тяги; НП, НШ, СШ, СП — вентили (клапаны)

Первый из них представляет собой устройство, состоящее из двух рабочих гидроцилиндров, четырех эксцентриково-клиновых зажимов, двух дополнительных тяг и шлангов высокого давления, а также двух опорных балок.

Эксцентриково-клиновые зажимы смонтированы на балках, устанавливаемых под подошву рельса. Режим работы на подтягивание и раздвижку рельса устанавливается переключением ручки гидрораспределителя. Раздвижка плетей происходит при подаче рабочей жидкости в поршневую камеру гидроцилиндра, а подтягивание плети — при подаче в штоковую полость. Натяжитель СПН-100-500 приводится в действие от гидравлической станции включением соответствующих вентилей.

Глава 8

ТЕКУЩЕЕ СОДЕРЖАНИЕ ПУТИ

Основными задачами текущего содержания пути являются:

— обеспечение технического состояния пути, его сооружений и устройств в соответствии с требованиями Правил технической эксплуатации железных дорог Российской Федерации (ЦРБ-756), Инструкции по текущему содержанию железнодорожного пути (ЦП-774) и других документов, гарантирующего безопасное движение поездов с заданными размерами и установленными скоростями;

— постоянный надзор и контроль за состоянием пути, его сооружений и устройств в соответствии с регламентированными видами, порядком и сроками проверок с использованием необходимых инструментальных и технических средств;

— анализ и оценка технического состояния пути и качества его содержания;

— выполнение по результатам контроля и оценки состояния пути неотложных и первоочередных работ, обеспечивающих безопасность движения поездов по результатам контроля и оценки состояния пути;

— планирование и выполнение планово-предупредительных работ, устранение неисправностей пути и обеспечение длительных сроков службы всех элементов.

8.1. Система контроля состояния пути

Система контроля технического состояния включает в себя:

— визуальные осмотры пути отдельными должностными лицами с использованием инструментальных средств локального контроля для первичных измерений инструментальных средств локаль-

ного контроля (путевые шаблоны, тележки, профилографы и др.) с целью определения параметров пути и его конструктивных элементов, в том числе износа; а также осмотры пути из кабины машиниста или наружные наблюдения за работой пути под проходящим подвижным составом;

— комиссионные осмотры совместно с работниками станции и электромехаником СЦБ, как правило, весной и осенью, с инструментальной проверкой отдельных параметров пути;

— проверки с целью сплошного контроля с использованием путеизмерительных и дефектоскопных вагонов, тележек, автоматрис и др.

При осмотрах и проверках в процессе контроля определяют состояние верхнего строения пути и его элементов (рельсы, шпалы, крепления, стрелочные переводы, балластный слой), а также земляного полотна и его сооружений, путевых устройств. Результат проверок — выявление причин неисправностей, определение видов и объемов работ по их устранению, сроков выполнения.

8.1.1. Проверки и осмотр пути

Виды, порядок и сроки осмотров и проверок пути, стрелочных переводов и сооружений, проводимых бригадиром пути в соответствии с инструкциями ЦП-774 (по текущему содержанию) и ЦП-483 (по эксплуатации железнодорожных переездов МПС России) указаны в табл. 8.1.

Таблица 8.1

Виды, порядок и сроки осмотров и проверок пути, стрелочных переводов и сооружений бригадиром пути

Виды и порядок осмотра и проверок	Сроки осмотра и проверок по классам пути			Книга записи результатов проверок
	1, 2 и 3	4	5	
1	2	3	4	5
1. Осмотр всех путей и стрелочных переводов, в том числе переводных механизмов и стрелочной арматуры, с проверкой колеи по шаблону и уровню, осмотр всех сооружений, земляного полотна, путевых устройств. Одна из таких проверок проводится совместно с дорожным мастером.	не реже 2 раз в месяц	не реже 1 раза в месяц	не реже 1 раза в месяц	Формы ПУ-28, ПУ-29, ПУ-30

Продолжение табл. 8.1

1	2	3	4	5
Участки с просроченным усиленным капитальным и средним ремонтом с удовлетворительной и ниже оценкой пути по показаниям путеизмерительного вагона, а также участки с рельсами Р50 и легче	4 раза в месяц	4 раза в месяц	не реже 1 раза в месяц	то же
2. То же, что и в п.1 — в периоды дождей, пропуска весенних и ливневых вод, роста и осадки пучин, особенно низких и высоких температур воздуха, а также на участках с ограниченными скоростями движения поездов по состоянию пути	устанавливаются начальником дистанции пути	устанавливаются начальником дистанции пути	устанавливаются начальником дистанции пути	то же
3. Проверяет стрелочные переводы по ординатам и износу металлических частей	не реже 1 раза в 2 месяца	не реже 1 раза в квартал	не реже 1 раза в месяц	то же
4. Сопровождает дефектоскопные и путеизмерительные тележки (автомотрису) в пределах линейного отделения с совмещением обязанностей по пунктам 1 и 2	В дни прохода тележек и автотрис	В дни прохода тележек и автотрис	В дни прохода тележек и автотрис	то же
5. Проверяет состояние электрических рельсовых цепей, в том числе исправность изоляции изолирующих стыков, стяжных полос, сержек и др.	1 раз в месяц	1 раз в месяц	1 раз в месяц	то же
6. Совместно с электромехаником СЦБ измеряет переводные усилия электроприводов на острия стрелки и подвижный сердечник крестовины при работе электродвигателя на фрикцию	1 раз в квартал	2 раза в год	2 раза в год	ШУ-64
7. Совместно с электромехаником СЦБ проверяет состояние рабочей тяги подвижного сердечника крестовины (с ее снятием или методом дефектоскопии) на выявление усталостных трещин (кроме рабочих тяг крестовин с внешним замыкателем)	2 раза в год	2 раза в год	2 раза в год	ШУ-2 ДУ-46

1	2	3	4	5
8. Совместно с электромехаником СЦБ или механизированной горки проверяет: стрелки на невозможность замыкания и плюсовом и минусовом положениях при закладке между острием и рамным рельсом (подвижным сердечником и усовиком) шаблона толщиной 4 мм;	2 раза в месяц, а также после устранения наката и после перешивки колеи	2 раза в месяц, а также после устранения наката и после перешивки колеи	2 раза в месяц, а также после устранения наката и после перешивки колеи	то же
автоматическую переводимость стрелки;	1 раз в квартал	1 раз в квартал	1 раз в квартал	то же
ширину колеи на входе и выходе замедлителей на сортировочной горке	то же	то же	то же	то же
9. Проверяет изолирующие стыки с металлическими накладками с их разборкой и заменой поврежденной и изношенных изолирующих деталей. При этом изолирующие стыки с композитными накладками разбираются и проверяются на предмет выявления в накладках эксплуатационных повреждений; при обнаружении таких повреждений накладки заменяются	1 раз в 2 года	1 раз в 3 года	1 раз в 3 года	В журнал специальной формы (приложение 3, ЦПТ-82)

При наружных осмотрах выявляется целостность элементов верхнего строения пути, земляного полотна, сооружений, путевых устройств и переездов, а также отсутствие загромождений на пути. При этом прежде всего должно быть обращено внимание на провисание рельсов; наличие резких просадок, углов и извилин в плане; слитных зазоров в стыках, угрожающих выбросом пути; растянутых зазоров, приводящих к срезу стыковых болтов; просвет между подошвой рельса и балластом. Проверяется также наличие трещин и изломов в рельсах, уровень затяжки стыковых, клеммных и закладных болтов, достаточность и работоспособность противоугонов, костылей; плавность отводов при росте и осадке пучин; отсутствие просадок, выплесков; оценивается и фиксируется по

дефектности состояние подкладок, наспальных и подрельсовых прокладок, исправность рельсовых соединителей и изолирующих стыков.

Особенно тщательно проверяется состояние пути на участках, подлежащих ремонту, на которых могут возникнуть грубые неисправности, угрожающие безопасности движения.

Рельсовая колея осматривается, в том числе с помощью бинокля, на предмет выявления местных неровностей пути в профиле и плане, требующих устранения (в профиле — просмотр сбоку по поверхности головок рельсовых нитей впереди находящегося участка пути; в плане — по внутренней боковой грани головки рельса: в прямых — по рихтовочной нити; в кривых — по наружной).

Проверка ширины рельсовой колеи и уровня производится по ходу осмотра выборочно шаблоном ЦУП. При осмотре и проверке рельсовой колеи особое внимание уделяется переходным кривым и кривым малого радиуса.

Рельсы осматриваются на предмет их целостности, наличия в них трещин, вертикальных и горизонтальных ступенек в стыках, седловин (в том числе в местах сварки), пробуксовок, волнообразного износа, бокового износа головки в кривых, изогнутости концов и других видимых дефектов. При этом при необходимости величины обнаруженных отступлений от норм содержания и дефекты определяются с помощью ручных измерительных средств.

Стыковые зазоры осматриваются сплошь и измеряются выборочно — при периодическом осмотре пути; сплошь — дорожным мастером в установленные Инструкцией по текущему содержанию пути ЦП-774 сроки и при комиссионных осмотрах. При этом обнаруженные в стыках чрезмерно растянутые, а в летний период нулевые зазоры, должны быть отрегулированы.

При осмотре скреплений выявляются (выборочно) число неработающих и отсутствующих противоугонов на звеньевом пути с деревянными шпалами (в том числе отошедших от шпал или опирающихся в металлические подкладки); наличие наддернутых костылей; пучинных карточек на деревянных шпалах; незакрепленных, а также изогнутых и отсутствующих клеммных и закладных болтов; изломанных или отсутствующих пружинных шайб; выдавленных из-под подкладок и не-

годных резиновых прокладок при скреплении типа КБ на железобетонных шпалах и др.

Степень закрепления болтов проверяется выборочно путем остукивания их молоточком (шатающийся при ударе болт считается слабо закрепленным).

При осмотре деревянных шпал выявляются кусты и общее число негодных шпал.

При осмотре балластной призмы определяют места с недостаточными поперечными ее размерами, неполным заполнением балластом шпальных ящиков, недостаточными размерами плеч за торцами шпал, выплесками и другими отступлениями.

Рельсовые цепи и изолирующие стыки осматриваются на предмет выявления оторвавшихся рельсовых соединителей; наличия загрязнителей под подошвой рельса, нарушающих нормальное прохождение тока по рельсам, а также изношенных или изломавшихся изолирующих деталей скреплений в изолирующих стыках и на закладных болтах, изломанных тарельчатых шайб и др.

При осмотре километрового запаса рельсов проверяется их число, тип и величина износа на соответствие лежащим в пути рельсам, правильность маркировки.

На стрелочных переводах осматриваются и проверяются прямолинейность по контррельсовой нити прямого направления и плавность кривизны переводной кривой (визуально или, при необходимости, по ординатам); плотность прилегания остряка к рамному рельсу, упорным накладкам, опорным подушкам; взаимное положение остряка и рамного рельса (понижение, укрытие); выкрашивание остряка, износ и дефектность металлических частей, состояние скреплений, рельсовых цепей, водоотводов. Выявляются кусты негодных переводных брусьев (деревянных). Осматривается балластная призма на наличие загрязненности и несоблюдение размеров.

При осмотре закрестовинных кривых проверяется их состояние на предмет отсутствия грубых отступлений в плане и профиле, достаточной прочности прикрепления рельсов к шпалам, отсутствия отбоев наружной нити кривой (при деревянных шпалах), бокового износа рельсов.

Выборочные измерения ширины колеи и уровня при осмотрах и проверках пути производятся путевым шаблоном ЦУП. При осмотре и проверке стрелочных переводов дополнительно применяют шаблон КОР, щуп толщиной 4 мм для проверки стрелок на замыкание; штангенциркуль.

Дополнительные осмотры на участках звеньевого и бесстыкового пути производятся при особо высоких температурах воздуха в летнее время с целью выявления сдвижек пути, углов в плане и своевременного принятия мер по предотвращению выбросов пути. При этом особое внимание уделяется местам с недостаточным сопротивлением поперечному сдвигу пути, участкам с рельсовыми плетями, закрепленными при температуре ниже оптимального интервала. При особо низких температурах воздуха (ниже $-30\text{ }^{\circ}\text{C}$) обращается внимание на величину стыковых зазоров в первую очередь в зонах уравнильных рельсов, и на целостность колеи.

При осмотре и проверке пути с локомотива или задней площадки поезда обращается внимание на плавность движения и общее состояние пути (разбросанность материалов верхнего строения, наличие на пути растительности, нарушение состояния водосточных и др.). Полоса отвода осматривается на предмет захламленности порубочными остатками, материалами верхнего строения пути, наличия и исправности снегозащитных устройств (зимой) и ограждений на пути от попадания скота.

Необходимо знать приемы выявления наиболее опасных неисправностей пути и признаки их зарождения.

На всем протяжении с целью обеспечения стабильного положения пути должно быть обеспечено плотное опирание шпал на балласт. При несвоевременном выполнении работ по выправке пути с подбивкой шпал вследствие накопления остаточных деформаций в балласте, прежде всего в зоне стыков (в том числе сварных), появляются отрясенные шпалы. Признаком отрясенности шпал является провисание рельса над плоскостью всей прокладки, сопровождающееся наддергиванием основных костылей, повышенными динамическими воздействиями подвижного состава с потайными толчками, ведущее к образованию просадок, углов в плане, а при загрязненном балласте — к появлению выплесков.

На участках бесстыкового пути с высокой грузонапряженностью достаточно часто под средней частью подошвы рельса на же-

лезобетонных шпалах происходит излом подкладок (рис. 8.1). Такие изломы создают опасность выкола подошвы рельса из-за кромочного опирания ее на изломанную подкладку. В кривых излом трех подкладок КБ-65 подряд над наружной нитью вызывает упругое отжатие головки рельса под поездом до 5—8 мм. При несвоевременной замене изломанных подкладок происходит интенсивное расстройство промежуточных креплений на соседних шпалах и уширение колеи.

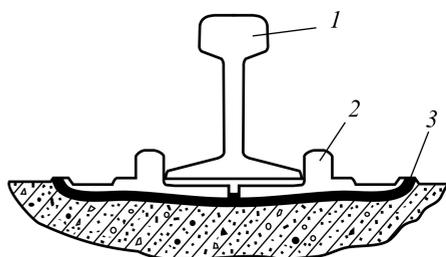


Рис. 8.1. Кромочное опирание подошвы рельса после излома подкладки:
 1 — рельс; 2 — сломанная подкладка;
 3 — резиновая прокладка

В свою очередь состояние креплений определяет, особенно в кривых, стабильность рельсовой колеи. Несмотря на то, что стабильность рельсовой колеи на железобетонных шпалах выше, чем на деревянных, тем не менее из-за большей боковой жесткости крепления КБ в кривых радиусом менее 600 м происходит постоянное разрушение резиновых прокладок в местах их контакта с наружной кромкой прокладки (рис. 8.2). Особенно интенсивно такой процесс идет по наружным нитям кривых, где подкладки после разрушения резины упираются в бетон шпалы и скалывают его.

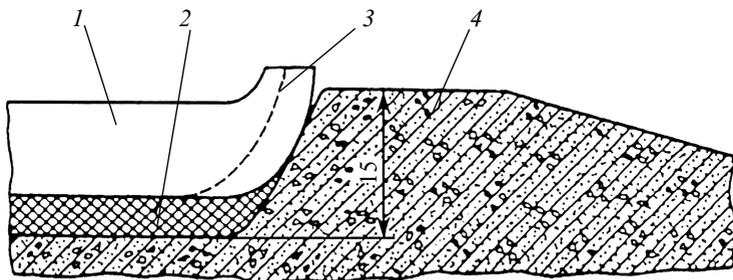


Рис. 8.2. Срез резиновой нащальной прокладки:
 1 — подкладка; 2 — нащальная прокладка; 3 — положение прокладки до ее среза; 4 — шпала

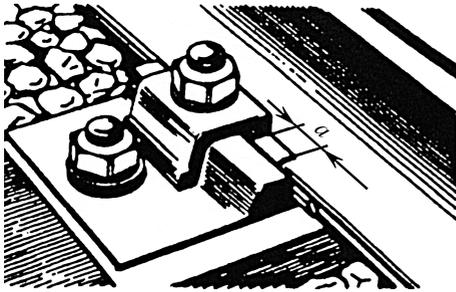


Рис. 8.3. След на подошве рельса от клеммы в результате сдвижки плети:
a — величина сдвижки

Признаками угона пути являются натирывы вдоль верхней грани подошвы рельса от клемм в результате сдвижки плети (рис. 8.3). Причинами угона являются продольные силы в рельсах от воздействия колес подвижного состава, когда промежуточные скрепления не обеспечивают достаточную связь подошвы с основанием (болты не закреплены), и силы трения на контакте колесо-рельс от торможения направлены в сторону движения.

На двухпутных участках угон пути, как правило, совпадает с направлением движения поездов, а на однопутных — с направлением преимущественного грузопотока. Угон пути в сочетании с продольными температурными силами, действующими в рельсах, может стать причиной потери устойчивости — выброса бесстыкового пути с искривлением рельсошпальной решетки в вертикальной и горизонтальной плоскости.

В зимний период в кривых участках пути с деревянными шпалами создается опасность образования напрессовки снега на подкладке под подошвой рельса. Определяющим образование напрессовки является локальное, вначале на 2—3-х шпалах, уширение колеи, наледи из-за выхода подошвы рельса из реборд подкладок (рис. 8.4).

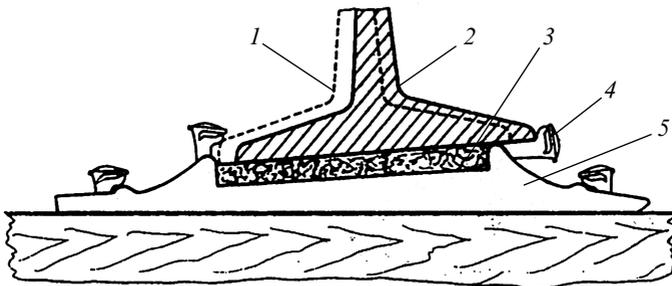


Рис. 8.4. Выход подошвы рельса из реборд подкладок из-за наледи на подкладках:
1 — первоначальное положение рельса; *2* — положение рельса при уширении колеи; *3* — налесь; *4* — отогнутый основной костыль; *5* — подкладка

Образование напесовки снега на подкладках с наледями наиболее вероятно на участках, где осенью не были выполнены работы по подбивке отрясенных шпал, по ликвидации потайных толчков, просядок и провисов рельсов. Начальными признаками образования напесовки и наледей, а также отбоя рельсовой нити могут служить следующие признаки: взбугривание плотно слежавшегося снега с внешней стороны рельса и образование с внутренней трещин; отрясение около рельса снега, льда, грязи, иногда с измельчением до порошкообразного состояния; местная разуклонка рельсов с уширением колеи по сравнению с соседними участками на 2—3 мм; наличие угла в плане.

Систематический осмотр земляного полотна, его укрепительных, защитных и водоотводных устройств осуществляется обходчиками железнодорожных путей и искусственных сооружений, бригадами пути, бригадами специализированных бригад по земляному полотну. Лица, осуществляющие систематический надзор, обязаны следить за исправным состоянием земляного полотна, укрепительных, защитных и водоотводных сооружений, выявлять все дефекты, своевременно организуя выполнение необходимых работ по поддержанию сооружений в исправности. Осмотру подвергаются все элементы земляного полотна, укрепительные, защитные и водоотводные сооружения. Особое внимание должно быть уделено специальным сооружениям: дренажам, штольням, водобойным колодцам, перепадам, быстротокам, улавливающим и подпорным стенам, берегоукрепительным сооружениям.

Порядок осмотра и наблюдений за неустойчивыми участками земляного полотна, подверженными обвалам, оползням, размывам и другим деформациям, угрожающим безопасному движению поездов, должен устанавливаться для каждого участка специальной местной инструкцией. Для таких мест начальник дистанции пути назначает более частые сроки осмотра, вплоть до непрерывного наблюдения.

Текущие осмотры земляного полотна и его сооружений производятся дорожными мастерами, мастерами по земляному полотну и старшими дорожными мастерами с привлечением бригадиров пути и бригадиров специализированных бригад по земляному полотну. При проведении текущих осмотров выявляются места с нарушениями водоотводных сооружений, поврежде-

ниями укрепительных и защитных устройств, трещины и разрывы на обочинах, откосах, а также другие дефекты и деформации. Осмотры, проводимые в периоды подготовки к пропуску весенних и ливневых вод, должны выявлять наличие выпусков из дренажей, канав и русел водопропускных труб, своевременность вскрытий от снега, а также выполнение плана мероприятий по водоборьбе. К текущему осмотру относятся также наблюдения за работой дренажных сооружений и обеспечение пропуски ливневых и паводковых вод.

Сроки проведения текущих осмотров земляного полотна и состав участников осмотра увязываются со сроками проведения натурных осмотров пути.

Периодические осмотры земляного полотна, его укрепительных, защитных и водоотводных сооружений проводятся начальником дистанции пути, его заместителем по инженерным сооружениям или главным инженером дистанции пути совместно с дорожными мастерами и мастерами по земляному полотну в сроки, устанавливаемые службой пути железной дороги в зависимости от состояния земляного полотна, но не реже двух раз в год: весной — после таяния снега и осенью — до начала периода дождей.

При периодическом осмотре производится детальная проверка общего состояния земляного полотна, укрепительных, защитных и водоотводных сооружений с осуществлением в случае необходимости инструментальных и других измерений. При этом выявляются дефекты, устанавливаются причины возникающих расстройств, составляется перечень необходимых профилактических и ремонтных работ с указанием сроков их выполнения, проверяется полнота и качество ранее выполненных работ, даются указания о порядке дальнейшего надзора и установления наблюдений.

В ходе проведения периодических осмотров необходимо обследовать участки, прилегающие к полосе отвода, где имеются возведенные (или возводимые) постройки, автомобильные дороги, плотины, пруды, отстойники промышленных вод, открытые котлованы, которые могут нарушить нормальный сток весенних и ливневых вод, вызвать подпор воды у искусственных сооружений и размыв земляного полотна.

Бригадиры пути и другие лица, назначаемые для осмотра пути, при проведении осмотров поездов, в т.ч. совместно с электроме-

ханиками и электромонтерами должны по кругу своих обязанностей проверять состояние проезжей части, желобов, настилов; состояние и действие автоматики на переездах; видимости огней заградительных и переездных светофоров; действие заградительной сигнализации; устройств заграждения на переезде и т.д. в соответствии с требованиями и периодичностью, установленными Инструкцией по эксплуатации железнодорожных переездов и Инструкцией по техническому обслуживанию устройств сигнализации, централизации и блокировки. При обнаружении неисправностей должны приниматься меры по их устранению.

Книга приема и сдачи дежурств и осмотра устройств на переезде должна проверяться при каждой проверке содержания и обслуживания переезда бригадиром пути — не реже четырех раз в месяц, а также при каждом посещении переезда. О результатах проверки и данных распоряжениях должны быть сделаны записи в указанной книге.

8.2. Технические средства контроля пути

На контроле состояния пути основывается его общая диагностика, включающая в себя, кроме визуальных осмотров, следующее:

- измерения геометрических параметров рельсовой колеи;
- измерения износа элементов верхнего строения, прежде всего рельсов и металлических частей стрелочных переводов; фактических величин стыковых зазоров, выборочно — уровня затяжки стыковых и промежуточных креплений;
- дефектоскопию рельсов;
- проведение различных инструментальных и геодезических измерений для определения признаков проявления деформаций и повреждений земляного полотна.

Использование в совокупности всех диагностических средств направлено на выполнение задач мониторинга состояния пути, как единой системы — от методов наблюдений до метода управления надежностью на основе:

- выявления и контроля за устранением неисправностей, угрожающих безопасному движению поездов;
- оценки параметров устройства пути с анализом степени отклонения от проектных значений;

- определения участков, требующих проведения конкретного вида оздоровительных работ;
- прогнозирования изменения состояния пути во времени;
- оценки качества выполнения работ и т.д.

Качество решения задач мониторинга зависит в том числе от достоверности исходной информации, обеспечиваемой бригадиром, фиксируемой им в процессе осмотров и измерений на пути.

8.2.1. Рельсовая дефектоскопия

8.2.1.1. Классификация дефектов рельсов

Рельсы являются основным и наиболее дорогостоящим элементом верхнего строения пути. В процессе эксплуатации железнодорожного пути в рельсах под воздействием подвижного состава, природных и других факторов образуются дефекты и повреждения в большей или меньшей степени, угрожающие безопасности движения поездов. Выявление дефектов в рельсах производится средствами дефектоскопии с использованием неразрушающих магнитных (индукционных) и ультразвуковых методов контроля.

Дефектоскопирование рельсов начинается еще при оценке их качества изготовления на рельсопрокатных заводах, затем в эксплуатационных условиях — в пути, а также на рельсосварочных предприятиях, производящих сварку новых, ремонт и сварку старогонных рельсов.

Дефектоскопирование рельсов направлено на своевременное обнаружение прежде всего внутренних скрытых дефектов и обеспечивает возможности своевременной замены дефектных. Учет выхода рельсов в дефектные, последующие результаты статистического анализа дефектоскопирования позволяют определить распределение дефектов по видам и причинам их образования в зависимости от эксплуатационных условий и качества металла; позволяют разрабатывать мероприятия, направленные на повышение прочностных характеристик и качества изготовления рельсов, продление сроков службы и повышение общей надежности пути, а также на совершенствование дефектоскопных средств.

Виды дефектов рельсов, причины их появления, способы выявления, указания по эксплуатации представлены в «Нормативно-технической документации НТД/ЦП 2002», которая в настоящее

время проходит апробацию на железных дорогах. По степени дефектности и опасности для движения поездов по опытной документации, также как и по НТД-93, рельсы подразделяются на остродефектные (ОД) и дефектные (Д). Но последние в свою очередь по НТД/ЦП 2002 классифицируются в зависимости от степени развития каждого дефекта на типоразмеры с учетом класса и категории путей (см. ниже).

Остродефектный рельс — рельс, представляющий прямую угрозу безопасности движения из-за возможного потенциального его разрушения по дефекту под поездом или схода колес с рельса из-за его повреждений. Остродефектный рельс после его обнаружения подлежит немедленной замене на новый или старогодный из покิโลметрового запаса. При преждевременном образовании дефекта в рельсе, ранее гарантийного заводского срока службы или пропущенного тоннажа, предъявляется рекламация металлургическому комбинату — изготовителю рельсов. При преждевременном образовании дефекта в зоне сварных стыков в соответствии с гарантийными обязательствами предъявляется рекламация производителю сварочных работ — рельсосварочному поезду.

Дефектные рельсы — рельсы, у которых в процессе эксплуатации произошло постепенное снижение служебных свойств, но еще обеспечивается безопасный пропуск поездов, хотя в ряде случаев уже требуется введение ограничения скоростей движения.

В табл. 8.2 по НТД/ЦП 2002 приведена классификация дефектов с их кодовым обозначением и схематическим изображением.

Все виды дефектов рельсов в классификации кодированы трехзначным числом. Использована следующая структура кодового обозначения:

— *первая цифра* кода определяет тип дефекта рельсов и место его определения по элементам сечения рельса (головка, шейка, подошва);

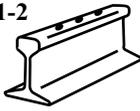
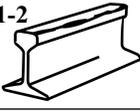
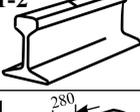
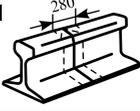
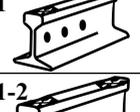
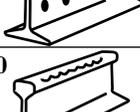
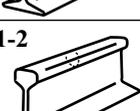
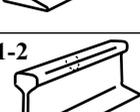
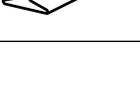
— *вторая цифра* определяет вид дефекта рельсов с учетом основной причины его зарождения и развития;

— *третья цифра* указывает на место расположения дефекта по длине рельса.

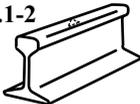
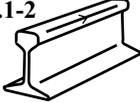
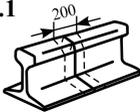
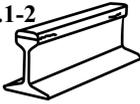
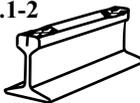
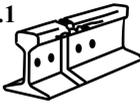
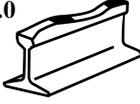
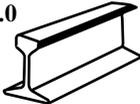
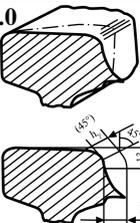
Первые две цифры кода дефектов рельсов отделяются от третьей цифры точкой.

Таблица 8.2

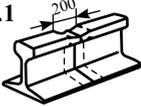
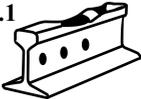
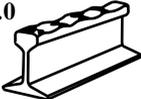
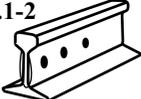
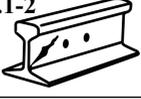
Классификация дефектов рельсов

Наименование дефекта	Расположение дефекта по длине рельсов	Кодовое обозначение	Схематическое изображение дефекта
1	2	3	4
Отслоение и выкрашивание металла на поверхности катания головки	В стыке Вне стыка	10.1 10.2	10.1-2 
Выкрашивание металла на боковой рабочей выкружке головки	В стыке Вне стыка	11.1 11.2	11.1-2 
Местная выработка, смятие и выкрашивание металла в местах пробуксовки и торможения	В стыке Вне стыка	14.1 14.2	14.1-2 
Выкрашивание металла на поверхности катания в зоне сварного стыка	В сварном стыке	16.1	16.1 
Отслоение и выкрашивание металла в стыке при отсутствии наплавки	В стыке	17.1	17.1 
Выкрашивание наплавленного слоя на поверхности катания головки рельса	В стыке Вне стыка	18.1 18.2	18.1-2 
Поверхностные дефекты на головке рельса, делающие его контроленепригодным	По всей длине рельса	19.0	19.0 
Поперечные трещины в головке в виде светлых или темных пятен, вызванные внутренними пороками (флокенами, газовыми пузырями и др.)	В стыке Вне стыка	20.1 20.2	20.1-2 
Поперечные трещины в головке в виде светлых или темных пятен вследствие недостаточной контактно-усталостной прочности металла	В стыке Вне стыка	21.1 21.2	21.1-2 

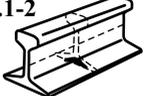
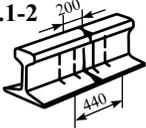
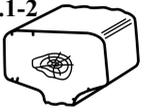
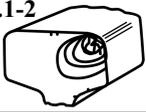
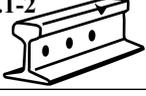
Продолжение табл. 8.2

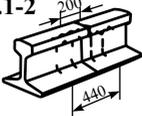
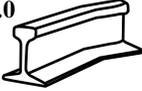
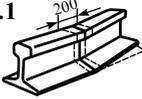
1	2	3	4
Поперечные трещины в головке вследствие буксования, юза, прохода колес с ползунами или выбоинами	В стыке Вне стыка	24.1 24.2	24.1-2 
Поперечные трещины в головке вследствие ударов по рельсу (инструментом, рельсом о рельс) и других механических повреждений	В стыке Вне стыка	25.1 25.2	25.1-2 
Поперечные трещины в головке из-за нарушений технологии сварки рельсов	В сварном стыке	26.1	26.1 
Горизонтальные продольные трещины в головке	В стыке Вне стыка	30.1 30.2	30.1-2 
Вертикальные продольные трещины в головке	В стыке Вне стыка	31.1 31.2	31.1-2 
Трещины в головке в месте приварки рельсовых соединителей	В стыке	38.1	38.1 
Волнообразная деформация головки рельса (длинные волны)	По всей длине рельса	40.0	40.0 
Смятие и вертикальный износ головки рельса	По всей длине рельса	41.0	41.0 
Боковой износ головки рельсов	По всей длине рельса	44.0	44.0 

Продолжение табл. 8.2

1	2	3	4
Смятие головки в зоне сварного стыка	В сварном стыке	46.1	46.1 
Смятие головки в виде седловины в зоне болтового стыка	В стыке	47.1	47.1 
Короткие (3,25 см) волнообразные неровности на головке рельсов — рифли	По всей длине рельса	49.0	49.0 
Расслоение шейки	В стыке Вне стыка	50.1 50.2	50.1-2 
Продольные трещины и выколы из-за них в местах перехода головки в шейку	В стыке Вне стыка	52.1 52.2	52.1-2 
Трещины в шейке от болтовых и других отверстий в рельсах	В стыке Вне стыка	53.1 53.2	53.1-2 
Трещины в шейке от маркировочных знаков, ударов по шейке и других механических повреждений и выколы из-за них	В стыке Вне стыка	55.1 55.2	55.1-2 
Трещины в шейке в зоне сварного стыка	В сварном стыке	56.1	56.1 
Коррозия шейки рельсов	По всей длине рельса	59.0	59.0 
Волосовины в подошве, трещины, выколы части подошвы и изломы из-за этих дефектов	В стыке Вне стыка	60.1 60.2	60.1-2 

Продолжение табл. 8.2

1	2	3	4
Поперечные коррозионно-усталостные трещины в подошве рельсов	В стыке Вне стыка	61.1 61.2	61.1-2 
Местные выработки подошвы рельсов в местах контакта с элементами креплений	В стыке Вне стыка	64.1 64.2	64.1-2 
Трещины и выколы подошвы из-за ударов и других механических повреждений	В стыке Вне стыка	65.1 65.2	65.1-2 
Трещины в подошве в зоне сварки рельсов	В сварном стыке Вне сварного стыка	66.1 66.2	66.1-2 
Коррозия подошвы рельсов	По всей длине рельса	69.0	69.0 
Поперечные изломы рельсов из-за поперечных усталостных трещин, вызванных внутренними пороками металлургического происхождения	В стыке Вне стыка	70.1 70.2	70.1-2 
Поперечные изломы рельсов из-за образования и развития поперечных трещин контактной усталости	В стыке Вне стыка	71.1 71.2	71.1-2 
Изломы рельсов из-за образования и развития трещин в шейке от болтовых и других отверстий	В стыке Вне стыка	73.1 73.2	73.1-2 
Поперечные изломы рельсов из-за образования поперечных трещин вследствие буксования, юза, прохода колес с ползунами или выбоинами	В стыке Вне стыка	74.1 74.2	74.1-2 
Поперечные изломы рельсов вследствие ударов по рельсу и других механических повреждений	В стыке Вне стыка	75.1 75.2	75.1-2 

1	2	3	4
Поперечные изломы рельсов в зоне их сварки	В сварном стыке	76.1	76.1-2 
	Вне сварного стыка	76.2	
Поперечные изломы рельсов из-за образования коррозионно-усталостных трещин в подошве или шейке	В стыке	79.1	79.1-2 
	Вне стыка	79.2	
Изгибы рельсов при выгрузке с подвижного состава, ударах по рельсу и т.п.	По всей длине рельса	85.0	85.0 
Нарушение прямолинейности рельсов, допущенное при сварке	В сварном стыке	86.1	86.1 
Другие, кроме перечисленных выше, дефекты и повреждения рельсов, оставленных в пути, опасность эксплуатации которых может быть оценена по ближайшему типоразмеру дефекта	В стыке	98.1	98.1-2
	Вне стыка	98.2	
Другие, кроме перечисленных выше, изломы и повреждения рельсов, изъятых из пути, опасность эксплуатации которых может быть оценена по ближайшему типоразмеру дефекта	В стыке	99.1	99.1-2
	Вне стыка	99.2	

Тип дефекта и место его появления по элементам сечения рельса (головка, шейка, подошва) определяются цифрами (первый знак):

1 — выкрашивания и отслоение металла на поверхности катания головки рельса;

2 — поперечные трещины в головке рельса;

3 — продольные трещины в головке рельса;

4 — пластические деформации (смятие), вертикальный, боковой и неравномерный износ головки рельса (длинные волны и короткие рифлы);

5 — дефекты и повреждения шейки рельса;

- 6 — дефекты и повреждения подошвы рельса;
- 7 — изломы рельса по всему сечению;
- 8 — изломы рельса в вертикальной и горизонтальной плоскостях;
- 9 — прочие дефекты и повреждения рельса.

Вид дефекта рельсов, определяемый основной причиной его зарождения и развития (второй знак), обозначается цифрой:

0 — дефекты, связанные с отступлениями от технологии производства рельсов;

1 — дефекты, зависящие от металлургического качества рельсовой стали (например, от местных скоплений неметаллических включений, вытянутых вдоль направления прокатки в виде дорожек-строчек) и недостаточной прочности рельсового металла;

2 — дефекты, связанные с некачественной обработкой торцов и с недостатками исполнения профиля рельсов;

3 — дефекты, связанные с нарушением требований инструкций по текущему содержанию железнодорожного пути, а также с нарушением в технологии обработки болтовых отверстий рельсов металлургическими комбинатами, линейными подразделениями и промышленными предприятиями путевого хозяйства дорог;

4 — дефекты, связанные с усиленным специфическим воздействием подвижного состава на рельсы (буксование, юз, ползуны и др.), в том числе из-за нарушения режимов вождения поездов или из-за недостатков в содержании подвижного состава;

5 — дефекты рельсов, полученные в результате механических воздействий на рельсы (удар инструментом, рельса о рельс и т.п.);

6 — дефекты в зоне сварных стыков, связанные с недостатками и нарушениями технологии сварки рельсов;

7 — дефекты, связанные с особенностями работы рельсов в стыках;

8 — дефекты, связанные с недостатками и нарушениями технологии наплавки рельсов и приварки рельсовых соединителей;

9 — дефекты, вызванные коррозией.

Появление дефекта рельса часто бывает следствием нескольких причин. Так, недостатки в содержании пути ускоряют развитие заводских дефектов. В связи с этим при определении разновидности дефекта должна быть выявлена основная причина, с которой связано его появление и развитие.

Цифровое обозначение места расположения дефекта (третья цифра в номере дефекта) следующее:

0 — по всей длине рельса;

1 — в стыке: в болтовом стыке на расстоянии менее 750 мм от торца рельса; в сварном стыке — на расстоянии 200 мм симметрично по 100 мм в обе стороны от оси сварного шва, что определяется толщиной сварного шва и зонами термического влияния от сварки и термообработки после сварки.

2 — вне стыка: в болтовом стыке на расстоянии 440 мм симметрично по 220 мм по обе стороны от оси сварного шва в подошве, что определяется расстоянием до прижимных электродов — губок контактной сварочной машины.

Дефектные рельсы по НТД/ЦП-2002 подразделяются на четыре типоразмера в зависимости от степени развития дефекта: ДП, Д1, Д2, Д3. Наиболее опасным из них является ДП, так как размеры дефекта оказываются близкими к критическим величинам, поэтому такие рельсы заменяются в первоочередном порядке.

Дефектные рельсы Д1 и Д2 заменяются в установленном порядке с учетом прогнозируемой интенсивности развития размеров дефекта. Рельсы Д3 заменяются по решению начальника дистанции пути на основе информации бригадира пути (дорожного мастера) об интенсивности развития дефекта в процессе наблюдений за ним при очередных проверках состояния рельсов.

В зависимости от класса пути установлены следующие сроки замены острodefектных и дефектных рельсов (табл. 8.3) и допускаемые скорости движения поездов по ним на период до замены (табл. 8.4).

Таблица 8.3

Сроки и порядок замены острodefектных и дефектных рельсов

Класс пути	Сроки замены рельсов				
	ОД	ДП	Д1	Д2	Д3
1,2	Не более 5 ч*	Не более 1 сут	Не более 15 сут	Не более 45 сут	По решению начальника дистанции пути**
3,4	Не более 7 ч*	Не более 3 сут	Не более 45 сут	Не более 3 мес.	По решению начальника дистанции пути
5	Не более 12 ч*	Не более 5 сут	По решению начальника дистанции пути		

Примечания. * При нарушении сроков решение по пропуску каждого поезда принимает лицо, ответственное за ликвидацию дефектного места. Ответственное лицо должно быть в должности не ниже дорожного мастера.

** Не более 12 мес с момента обнаружения дефекта.

Скорость движения поездов по дефектным рельсам

Типоразмер дефектных рельсов	ДП	Д1	Д2	Д3
Установленная скорость движения, км /ч	не более 40	не более 70	не более 100	Без ограничений

Если дефектный рельс не заменен в установленный срок (табл. 1.2), то он переводится в следующую, более опасную категорию (Д3→Д2; Д2→Д1; Д1→ДП; ДП→ОД) с соответствующим ужесточением сроков замены и ограничением скорости.

Как ясно из табл. 8.2, основными признаками, определяющими рельсы как остродефектные (ОД) в главных и приемо-отправочных путях являются:

— поперечные, продольные или наклонные трещины в головке рельсов в основном второй и третьей группы (коды 20; 21; 24; 25; 26.1; 30; с продольной горизонтальной трещиной на глубине более 8 мм; 31; 38), а также поперечные трещины (коды 10; 11; 14; 16.1; 18; 19);

— продольные трещины и выколы из-за них в местах перехода головки в шейку, начинающиеся с торца рельса с одной или двух сторон шейки, независимо от их размера (код 52.1), а также трещины длиной более 30 мм вне концов рельсов (код 52.2);

— трещины от болтовых отверстий (код 53) и трещины в шейке рельса, независимо от их размеров (коды 50; 55; 56.1; и 59);

— местный износ или коррозия кромки подошвы рельсов (код 69), в том числе трещины коррозионно-усталостного происхождения, выколы подошвы рельса (коды 60; 64; 65; 66), поперечные изломы рельсов (коды 70; 71; 73; 74; 75; 76; 79).

Признаками, определяющими рельсы как дефектные в главных и приемоотправочных путях, являются:

— превышение нормированного приведенного (код 41+44), бокового (код 44) или вертикального износа головки рельса;

— выкрашивание металла при глубине более 3 мм и на длине более 25 мм;

— пробуксовки от колес локомотива, волнообразный износ, седловины в стыках.

Дефектность рельсов по величине их износа для различных скоростей движения поездов представлена в табл. 8.5.

Наибольший выход рельсов в дефектные, а соответственно, одностороннее их изъятие и замена происходят из-за недостаточной контактно усталостной прочности металла (дефекты 11, 21); чрезмерного бокового износа головки в кривых (дефект 44); коррозии подошвы рельсов (дефект 69); выкрашиваний и поперечных трещин в головке (дефекты 14, 17, 24) вследствие буксования или юза, а также прохода колес с большими ползунами или выбоинами.

Выход рельсов по дефектам и изломам зависит также от времени года: зимой он в два-три раза выше, чем летом, что обусловлено повышением хрупкости металла рельсов при понижении температуры. Максимальный выход рельсов по дефектам в Европейской части России приходится на март, а на дорогах Востока и Сибири — на апрель. Эти месяцы характеризуются высокими суточными амплитудами температур рельсов (ночью минус 10—20 °С, днем на солнце плюс 10—15 °С), оттаиванием балласта и возрастающими расстройствами пути.

В станционных путях рельсы являются остродефектными — с выколом головки; с вертикальным износом, при котором создается опасность касания ребрами колес гаек стыковых болтов; с поперечным изломом, а так же с другими дефектами, при которых необходима немедленная замена рельсов, определенная дорожным мастером.

Рельсы являются дефектными — с износом более нормативно-го; с трещинами в головке, шейке, подошве и в местах сопряжений шейки с головкой и подошвой; с выколом подошвы; с провисшими концами, включая смятие на 8 мм и более, а также с уширением головки внутрь колеи, которое не позволяет содержать колею по ее ширине в пределах допусков; рельсы короче 4,5 м, за исключением рельсов на стрелочных съездах.

В новом документе «Каталог дефектов рельсов НТД/ЦП-2-2002» указания по эксплуатации рельсов с дефектами, кроме рекомендованных мер по определению начала образования и уменьшению геометрических характеристик дефектов, дифференцированно регламентируют типоразмеры дефектов с учетом степени их развития для различных категорий путей. В качестве иллюстрации ниже приведены примеры расшифровки дефектов кодов 44.0 и 46.1 по причинам их появления и развития, способам выявления и указаниям по эксплуатации с учетом типоразмеров дефектных рельсов.

Таблица 8.5

Износ рельсов, более которого они считаются дефектными

Виды и характер дефектов рельсов	Допускаемые размеры дефектов, мм При скорости движения поездов, км/ч									
	140	120	100	80	60	40	25	15		
Боковой износ головки (код 44), мм: при грузонапряженности более 25 млн т·км брутто/км	10									
рельсы типа Р65 и Р75	—	15	15	20	20	22	22	22	22	22
рельсы типа Р50	—	—	13	18	18	18	20	20	20	20
рельсы легче типа Р50	—	—	—	—	10	10	15	15	15	15
При грузонапряженности менее 25 млн т·км брутто /км	13	18	18	20	20	20	22	22	22	22
рельсы типа Р65 и Р75	—	—	16	18	18	18	20	20	20	20
рельсы типа Р50	—	—	—	—	13	13	15	15	15	15
рельсы легче типа Р50	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Вертикальный износ головки рельса (код 41.1—41.2), мм	11	12	13	13	14	14	15	15	15	15
рельсы типа Р75	9	10	11	11	12	12	13	13	13	13
рельсы типа Р65	—	—	10	10	10	10	10	10	10	10
рельсы типа Р50	—	—	—	—	10	10	10	10	10	10
рельсы легче типа Р50	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Приведенный износ, мм: при грузонапряженности более 25 млн т·км брутто/км	11	12	14	14	16	18	20	22	22	22
рельсы типа Р75	9	10	12	12	14	16	18	20	20	20
рельсы типа Р65	—	—	—	—	12	14	16	18	20	20
рельсы типа Р50	—	—	—	—	10	12	14	16	18	18
рельсы легче типа Р50	—	—	—	—	8	8	10	10	10	10
При грузонапряженности менее 25 млн т·км брутто/км	9	16	16	16	18	18	20	22	22	22
рельсы типа Р65 и Р75	—	—	10	10	12	14	18	20	20	20
рельсы типа Р50	—	—	—	—	8	8	10	12	16	16
рельсы легче типа Р50	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
То же (код 17.1; 18) Пробуксовка на головке от колес локомотива (код 14), мм	1	3	4	4	6	6	8	8	8	8
Волнообразный износ (код 40 и 49), мм	1,5	1,5	2	2	3	4	6	6	6	6
Смятие головки в месте сварного шва (код 46.1), мм	1	2	2	3	3	4	4	5	5	5
Седловины в стыках (код 47.1), мм	2	3	4	5	6	7	8	8	8	8

Дефект 44.0 — боковой износ головки рельсов по всей длине

Причины появления и развития бокового износа головки рельсов — недостаточная износостойкость рельсового металла и усиленное проскальзывание, связанное, как правило, с увеличением углов набегания гребней колес на боковую грань рельсов.

Способы выявления: внешний осмотр; проверка измерительными приборами.

Указания по эксплуатации рельса: до перекладки рельсов с дефектом 44.0 с боковым износом с учетом степени развития дефекта и категории пути типоразмеры рельсов, от которых зависит порядок их замены, устанавливаются по табл. 8.6, а сроки замены — по табл. 8.7.

Таблица 8.6

Зависимость типоразмеров дефекта 44 от категории пути

Тип рельса	Износ головки, мм		Типоразмер дефектного рельса в зависимости от категории пути						
	боковой	приведенный	1	2	3	4	5	6	7
Р75 Р65	Более 7 до 8 вкл.	Более 9 до 10 вкл.	Д3						
	Более 8 до 10 вкл.	Более 10 до 12 вкл.	Д2	Д3					
	Более 10 до 15 вкл.	Более 12 до 15 вкл.	Д2		Д3				
	Более 15 до 18 вкл.	Более 15 до 22 вкл.	Д1		Д2		Д3		
	Более 18	Более 22	ДП		Д1		Д2		
Р50	Более 8 до 10 вкл.	Более 7 до 10 вкл.	Д1	Д2	Д3				
	Более 10 до 15 вкл.	Более 10 до 15 вкл.	Д1		Д2		Д3		
	Более 15	Более 15	ДП		Д1		Д2		Д3

Дефект 46.1 — смятие головки в зоне сварного стыка

Причины появления и развития: неоднородность металла, возникающая при сварке рельсов.

Способ выявления: внешний осмотр и проверка измерительными приборами.

Указания по эксплуатации: в соответствии с табл. 8.7.

Таблица 8.7

Зависимость типоразмеров дефекта 46.1 от категории пути

Степень развития дефекта: глубина, мм	Типоразмер дефектного рельса в зависимости от категории пути						
	1	2	3	4	5	6	7
Более 1 до 2 вкл.	Д2				Д3		
Более 2 до 3 вкл.	Д1						
Более 3 до 4 вкл.							
Более 4	ДП						

Извлечения из указаний по эксплуатации рельсов с остальными дефектами приведены в нижеследующих таблицах.

Таблица 8.8

Дефект 10.1-2

Степень развития дефекта		Типоразмер дефектного рельса в зависимости от категории пути						
Длина, мм	Глубина, мм	1	2	3	4	5	6	7
До 35	Более 3 до 6 вкл.	Д2				Д3		
	Более 6 до 8 вкл.	Д1						
	Более 8	ДП				Д2		
Более 35	Более 3 до 6 вкл.	Д2				Д3		
	Более 6 до 8 вкл.	Д1						
	Более 8	ДП						

Таблица 8.9

Дефект 11.1-2

Степень развития дефекта		Типоразмер дефектного рельса в зависимости от категории пути						
Длина, мм	Глубина, мм	1	2	3	4	5	6	7
До 35	Более 3 до 6 вкл.	Д2				Д3		
	Более 6 до 8 вкл.	Д1						
	Более 8	ДП				Д2		
Более 35	Более 3 до 6 вкл.	Д2				Д3		
	Более 6 до 8 вкл.	Д1						
	Более 8	ДП						

Таблица 8.10

Дефект 14.1-2

Степень развития дефекта: глубина, мм	Типоразмер дефектного рельса в зависимости от категории пути						
	1	2	3	4	5	6	7
Более 1 до 2 вкл.	Д2				Д3		
Более 2 до 3 вкл.	Д1						
Более 3 до 4 вкл.							
Более 4	ДП						

Таблица 8.11

Дефект 17.1

Степень развития дефекта		Типоразмер дефектного рельса в зависимости от категории пути						
Длина, мм	Глубина, мм	1	2	3	4	5	6	7
25 и менее	Более 6	Д2				Д3		
Более 25 до 50 вкл.	Более 3 вкл. до 4 вкл.	Д1		Д2		Д3		
	Более 4 до 6 вкл.							
	Более 6	ДП						
Более 50	Более 3 до 4 вкл.							
	Более 4 до 6 вкл.	Д1			Д2		Д3	
	Более 6	ДП						

Таблица 8.12

Дефект 16.1

Степень развития дефекта: глубина выкрашивания металла, мм		Типоразмер дефектного рельса в зависимости от категории пути						
		1	2	3	4	5	6	7
Более 3 до 4 вкл.		Д1			Д2		Д3	
Более 4 до 6 вкл.								
Более 6		ДП						

Таблица 8.13

Дефект 18.1-2

Степень развития дефекта		Типоразмер дефектного рельса в зависимости от категории пути						
Длина, мм	Глубина, мм	1	2	3	4	5	6	7
25 и менее	Более 6	Д1				Д3		
Более 25 до 50 вкл.	Более 3 до 4 вкл.	Д1		Д2			Д3	
	Более 4 до 6 вкл.	ДП		Д2			Д3	
	Более 6	ДП		Д2			Д3	
Более 50	Более 3 до 4 вкл.	Д1			Д2		Д3	
	Более 4 до 6 вкл.	Д1			Д2		Д3	
	Более 6	ДП			Д2		Д3	

Таблица 8.14

Дефект 38.1

Степень развития дефекта: глубина, мм	Типоразмер дефектного рельса в зависимости от категории пути						
	1	2	3	4	5	6	7
Более 1,0 до 1,5 вкл.	Д3						
Более 1,5 до 2,0 вкл.	Д2		Д3				
Более 2,0 до 3,0 вкл.	Д1		Д2		Д3		
Более 3,0	ОД2		Д1		Д2		Д3

Таблица 8.15

Дефект 41.0

Степень развития дефекта: глубина, мм	Типоразмер дефектного рельса в зависимости от категории пути						
	1	2	3	4	5	6	7
Более 1,5 до 2,0 вкл.	Д3						
Более 2,0 до 3,0 вкл.	Д2	Д3					
Более 3,0 до 4,0 вкл.	Д1	Д2	Д3				
Более 4,0	ДП	Д1	Д2		Д3		

Таблица 8.16

Дефект 47.1

Степень развития дефекта: глубина, мм	Типоразмер дефектного рельса в зависимости от категории пути						
	1	2	3	4	5	6	7
Более 1,5 до 2,0 вкл.	Д3						
Более 2 до 3 вкл.		Д3					
Более 3 до 4 вкл.	Д2		Д3				
Более 4 до 6 вкл.	Д1		Д2		Д3		
Более 6	ДП		Д1		Д2		Д3

Таблица 8.17

Дефект 49.0

Степень развития дефекта: глубина, мм	Типоразмер дефектного рельса в зависимости от категории пути						
	1	2	3	4	5	6	7
Более 1,0 до 1,5 вкл.	Д3						
Более 1,5 до 2,0 вкл.	Д2		Д3				
Более 2 до 3 вкл.	Д1		Д2	Д3			
Более 3	ДП		Д1	Д2	Д3		

Таблица 8.18

Дефект 59.0

Тип рельса	Степень развития дефекта: глубина коррозии шейки, мм	Типоразмер дефектного рельса в зависимости от категории пути						
		1	2	3	4	5	6	7
Р50	Более 2 до 3 вкл.	Д2				Д3		
	Более 3	Д1						
Р65	Более 3 до 4 вкл.	Д3						
	Более 4	Д2						
Р75	Более 4 до 5 вкл.	Д3						
	Более 5	Д2		Д3				

Таблица 8.19

Дефект 64.1-2

Тип рельса	Степень развития дефекта: глубина коррозии подошвы у ее края, мм	Типоразмер дефектного рельса в зависимости от категории пути						
		1	2	3	4	5	6	7
P50 и легче	Более 3 до 5 вкл.	Д2			Д3			
	Более 5 до 6 вкл.	Д1						
	Более 6	ДП			Д1	Д2		
P65	Более 4 до 6 вкл.	Д2			Д3			
	Более 6 до 7 вкл.	Д1						
	Более 7	ДП			Д1	Д2		
P75	Более 5 до 7 вкл.	Д2			Д3			
	Более 7 до 8 вкл.	Д1						
	Более 8	ДП			Д1	Д2		

Таблица 8.20

Дефект 69.0

Тип рельса	Степень развития дефекта: глубина коррозии подошвы у ее края, мм	Типоразмер дефектного рельса в зависимости от категории пути						
		1	2	3	4	5	6	7
P50 и легче	Более 3 до 5 вкл.	Д2			Д3			
	Более 5 до 6 вкл.	Д1						
	Более 6	ДП			Д1	Д2		
P65	Более 4 до 6 вкл.	Д2			Д3			
	Более 6 до 7 вкл.	Д1						
	Более 7	ДП			Д1	Д2		
P75	Более 5 до 7 вкл.	Д2			Д3			
	Более 7 до 8 вкл.	Д1						
	Более 8	ДП			Д1	Д2		

8.2.1.2. Маркировка дефектов рельсов

На все дефектные и острodefектные рельсы, выявленные как при сплошном дефектоскопном контроле, так и при индивидуальных осмотрах, обязательно наносится соответствующая маркировка, образцы которой приведены на рис. 8.5.

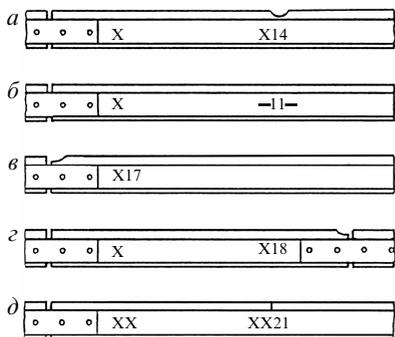


Рис. 8.5. Маркировка дефектных рельсов: а — дефект вне стыка; б — дефект по всей длине рельса; в — дефект на левом конце рельса; г — дефект на правом конце рельса; д — остродефектный рельс при расположении дефекта вне стыка

железнодорожные работники (или дефектоскоп), повторяют один крест на дефектном рельсе или два косых креста на остродефектном с указанием через наклонную черту кода дефекта;

— если дефект распространен по всей длине рельса (например, дефекты 40; 41.2; 44), то в середине рельса указывают код этого дефекта с черточками по обеим сторонам кода;

— если дефект расположен на левом конце рельса в пределах 75 см от стыка, то рядом с крестом указывают код дефекта и вторую маркировку не делают;

— при расположении дефекта на правом конце рельса в пределах 75 см от стыка дополнительно к маркировке, нанесенной у левого стыка, ее повторяют на правом конце с указанием кода дефекта.

8.2.1.3. Пропуск поездов по остродефектным рельсам

Порядок пропуска поездов в каждом конкретном случае устанавливается с учетом вида и опасности дефекта, в том числе на основе указаний по эксплуатации дефектных рельсов.

По остродефектным рельсам с трещинами без полного излома возможен пропуск отдельных поездов со скоростью не более 15 км/ч, в необходимых случаях — с проводником. По рельсам типа Р65 и Р75 с внутренними трещинами, не выходящими на поверхность,

При замене остродефектного рельса с обнаруженным в нем дефектом маркировку делают сразу же после изъятия его из пути. Она наносится светлой масляной краской на шейку рельса с внутренней стороны колеи на расстоянии около 1 м от левого стыка (зазора):

— на дефектном рельсе один крест, на остродефектном — два косых креста, при этом после креста знаки П, 1, 2 и 3 — для дефектных рельсов соответственно ДП, Д1, Д2 или Д3;

— на шейке рядом с дефектом с той стороны, с которой он виден (или всегда с внутренней стороны колеи, если дефект обнару-

разрешается пропуск поездов со скоростью до 25 км/ч. По рельсам с поперечным изломом или выколом части головки без принятия специальных мер пропуск поездов не допускается.

Если поезд остановлен у лопнувшего рельса (полный отказ), по которому согласно заключению бригадира пути, а при его отсутствии — машиниста, возможно пропустить поезд, то по нему разрешается пропустить только один первый поезд со скоростью не более 5 км/ч.

По лопнувшему рельсу в пределах моста или тоннеля пропуск поездов во всех случаях запрещается.

При поперечном изломе или трещине рельсовой плети бесстыкового пути с образовавшимся зазором не более 25 мм, до вырезки дефектного места допускается концы плети в местах излома соединить накладками, сжатыми струбцинами (утвержденного МПС типа). В этом случае на период краткосрочного восстановления дефектной части в течение 3 ч поезда по ней могут пропускаться со скоростью не более 25 км/ч. При этом должно быть обеспечено постоянное наблюдение за состоянием рельсов в месте излома и их стыкового соединения специально выделенным работником.

8.2.2. Методы и средства дефектоскопии рельсов

Визуально-акустический способ — простейший способ, позволяющий выявлять некоторые дефекты рельсов с использованием зеркала, щупа, лупы и молоточка. Дефектные рельсы обнаруживаются визуально по темным продольным полосам на поверхности катания, ржавым или синим полосам на переходах от шейки рельса к головке и подошве, местным уширениям головки и выщербинам на ней.

Зеркало используют для осмотра нижних граней головки и подошвы рельсов, молоточек — для обстукивания рельса и выявления трещины в нем по изменению частоты звука.

Основу современной дефектоскопии рельсов составляют различные дефектоскопные средства. К ним относятся:

— съемные средства, перемещаемые по пути для проверки одновременно обеих рельсовых нитей;

— переносные, применяемые для проверки отдельных рельсов;

— вагоны-дефектоскопы, оборудованные средствами автоматического контроля;

— самоходные дефектоскопные автомотрисы, создаваемые в России с 1993 г. и внедряемые с 1996 г.

— стационарные, устанавливаемые на металлургических рельсопрокатных заводах и в рельсосварочных предприятиях.

Основными методами неразрушающего контроля рельсов в используемых средствах являются магнитный и ультразвуковой.

Магнитный метод основан на регистрации образующейся в зоне дефекта резко выраженной неоднородности поля, наведенного на металл извне. В силу различной магнитной проницаемости неповрежденного металла и дефекта (трещины, инородные включения и т. п.) в зоне дефекта проявляется интенсивное искажение направления магнитных силовых линий.

Токовихревой (индукционный) метод основан на улавливании изменений вихревых токов в зоне дефекта, являющегося препятствием для этих токов.

Ультразвуковой метод основан на использовании снижения акустической проницаемости металла в зоне трещин, раковин, инородных включений, его расслоений. В зависимости от способа обнаружения дефекта в ультразвуковой дефектоскопии различают эхо-метод, зеркально-теневой, зеркальный, теневой дельта-метод. В практике ультразвуковой дефектоскопии рельсов используют в основном первые три метода, обнаруживающие соответственно 93 %, 5 % и 1—2 % всех дефектов.

Эхо-метод основан на излучении в контролируемое изделие коротких зондирующих импульсов и регистрации эхо-сигнала, отраженного от дефекта. Зеркально-теневым методом дефект обнаруживается по существенному местному уменьшению интенсивности (амплитуды) и полному исчезновению ультразвуковой волны. При теневом методе дефекты обнаруживаются по местному уменьшению амплитуды ультразвуковой волны, прошедшей сквозь металл.

Наиболее распространенными дефектоскопами являются:

— двухниточные для сплошного контроля рельсов — магнитный МРД-66, ультразвуковые «Рельс-5», «Поиск -2», «Поиск-10Э», «Поиск-10 Эра», РДМ-2, АВИКОН-01, ЭХО-С;

— дефектоскопы ручного контроля — Рельс-4, Рельс-6, РДМ-1, РДМ-3, АВИКОН-02, Пеленг;

— вагоны-дефектоскопы — совмещенный на базе магнитного и ультразвукового методов (эхо-зеркальный и зеркально-теневой) с аппаратурой АВИКОН-03, ультразвуковой вагон-дефектоскоп УДС 4-1, «ВД-1 Т» с ультразвуковым и магнитным методом контроля;

— дефектоскопные автотрисы: АДЭ-1 и АДЭ-2 с ультразвуковой аппаратурой «ЭХО-комплекс», мобильная лаборатория ди-

агностики, паспортизации, мониторинга пути «ЛДМ-1» на базе автомобиля УАЗ на комбинированном ходу.

Функциональные возможности различных дефектоскопных средств по обнаружению дефектов в рельсах по приложению НТД-2002 представлены в табл. 8.21.

Таблица 8.21

Эксплуатируемые и рекомендованные типы дефектоскопов

Код дефекта	Механизированные дефектоскопы сплошного контроля — магнитные и ультразвуковые								
	МРД-66, МД-22	УЗД-НИИМ-6М, Рельс-5, Поиск-2, Поиск-10Э	РДМ-2, АВИКОН-01	ДУК-66ПМ, Рельс-4, Рельс-6	РДМ-1, РДМ-3, АВИКОН-02, ПЕЛЕНГ	Ультразвуковой вагон-дефектоскоп УДС 4-1	Магнитный вагон- дефектоскоп	Автоотрисы	Совмещенный вагон-дефектоскоп АВИКОН-03
11.1-2									
20.1-2	Д	Д	Р	Д	Р	Р	Р	Р	Р
21.1-2	Д	Д	Р	Д	Р	Р	Р	Р	Р
24.1-2	Д	Д	Р	Д	Р	Р	Р	Р	Р
25.1-2	Д	Д	Р			Р	Р	Р	Р
26.1		Д	Р	Д	Р	Р		Р	Р
30.1-2		Д	Р	Д	Р	Р	Р	Р	Р
31.1-2		Д	Р	Д	Р		Р	Р	Р
38.1		Д	Р					Р	
50.1-2		Д	Р	Д	Р			Р	Р
52.1-2		Д	Р	Д	Р	Р		Р	Р
53.1-2		Д	Р	Д	Р	Р		Р	Р
55.1-2		Д	Р	Д	Р	Р		Р	Р
56.1			Р	Д	Р			Р	Р
60.1-2		Д	Р	Д	Р			Р	Р
66.1			Р	Д	Р			Р	Р
69.0			Р	Д	Р			Р	Р
70.1-2		Д	Р	Д	Р	Р	Р	Р	Р
74.1-2			Р	Д	Р	Р		Р	Р
79.1-2			Р	Д	Р	Р		Р	Р

Примечания. Р — рекомендуемые к применению дефектоскопные средства (вновь разработанные и внедряемые); Д — дефектоскопные средства, допускаемые к применению (действующие, находящиеся в эксплуатации).

8.2.3. Периодичность дефектоскопного контроля рельсов и стрелочных переводов

Периодичность контроля эксплуатируемых в пути рельсов и стрелочных переводов в соответствии с приказом МПС № 2ЦЗ от 25.02.97 должна быть не ниже значений, приведенных в табл. 8.22.

Таблица 8.22

Нормы периодичности контроля рельсов средствами дефектоскопии

Классы путей	Тип рельсов	Средний выход* рельсов	Минимальная периодичность проверки			
			Ультразвуковыми съемными дефектоскопами	Вагонами-дефектоскопами		Дефектоскопными автомотрисами
				магнитными	ультразвуковыми	
1, 2	Р65, Р75	До 0,3 вкл.	2 раза в месяц	2 раза в квартал	2 раза в квартал	2 раза в месяц
		Св. 0,3 до 2 вкл.	3 раза в месяц	1 раз в месяц	1 раз в месяц	3 раза в месяц
		Св. 2 до 5 вкл.	4 раза в месяц	1 раз в месяц	1 раз в месяц	3 раза в месяц
		Св. 5	5 раз в месяц	1 раз в месяц	1 раз в месяц	4 раза в месяц
3, 4	Р50	До 0,3 вкл.	2 раза в месяц	2 раза в квартал	2 раза в квартал	2 раза в квартал
		Св. 0,3 до 2 вкл.	3 раза в месяц	1 раз в месяц	1 раз в месяц	1 раз в месяц
		Св. 2 до 5 вкл.	3 раза в месяц	4 раза в месяц	1 раз в месяц	3 раза в месяц
		Св. 5	5 раз в месяц	1 раз в месяц	1 раз в месяц	4 раза в месяц
3, 4	Р65, Р75	До 0,3 вкл.	2 раза в месяц	2 раза в квартал	2 раза в квартал	2 раза в квартал
		Св. 0,3 до 2 вкл.	3 раза в месяц	1 раз в месяц	1 раз в месяц	3 раза в месяц
		Св. 2 до 5 вкл.	4 раза в месяц	1 раз в месяц	1 раз в месяц	3 раза в месяц
		Св. 5	5 раз в месяц	1 раз в месяц	1 раз в месяц	3 раза в месяц

Примечание. Выход рельсов — число острodefектных рельсов, выявленных в течение месяца на участке пути длиной 10 км.

Для участков пути со средним выходом рельсов свыше 0,3 шт. на 10 км в месяц и пропустившим тоннаж: свыше 700 млн т брутто включительно — для бесстыкового пути; 600 млн т брутто включительно — для звеньевых путей с рельсами Р65 и Р75; на участках с рельсами Р50, пропустивших 350 млн т брутто включительно, назначается один дополнительный проход в месяц ультразвуковым съемным дефектоскопом или дефектоскопной автомотрисой. Для участков пути со средним выходом рельсов свыше 2 штук на 10 км в месяц и пропустившим тоннаж, превышающий указанные значения, назначается два дополнительных прохода в месяц дефектоскопной автомотрисой или ультразвуковым съемным дефектоскопом.

Контроль сварных стыков в пути должен проводиться переносными дефектоскопами по всему сечению рельсов не реже одного раза в год в первые два года после укладки, в дальнейшем контроль по всему сечению производится не реже одного раза в два года.

Для участков скоростного движения поездов до 141—160 и 161—200 км/ч, периодичность первичного сплошного контроля должна быть не менее четырех раз в месяц, ультразвуковыми и магнитными вагонами-дефектоскопами — не менее одного раза в месяц, стрелочных переводов — не менее двух раз в месяц, сварных стыков — не менее двух раз в первый год после укладки и не менее одного раза в год при дальнейшей эксплуатации пути.

Периодичность проверки средствами первичного контроля приемо-отправочных путей, примыкающих к главным путям 1-го и 2-го классов, должна быть не менее двух раз в месяц и не менее одного раза в месяц для приемоотправочных путей, примыкающих к главным 3-го и 4-го классов.

Средний выход P рельсов на 10 км пути в месяц определяется по выражению:

$$P = (B \times 10) / (L \times K),$$

где: B — выход рельсов на участке пути за предыдущий год; L — длина участка пути перегона с одинаковым пропущенным тоннажем за предыдущий год, км.; K — число месяцев, за которое берется выход рельсов (при расчете за год $K = 12$); при расчете за меньший промежуток времени (полугодие, квартал, месяц) выход рельсов B принимается также за соответствующий период времени.

8.2.4. Путеизмерительные средства

Путеизмерительные средства по своему назначению могут быть разделены на две группы: локального и сплошного контроля.

Дискретные измерения ширины колеи и проверку по уровню в отдельных сечениях пути и стрелочных переводов осуществляют п у т е в ы м и ш а б л о н а м и. Для проверки и перешивки ширины колеи используется рабочий путевой шаблон, который представляет собой (рис.8.6, *a*) стальной уголок с двумя приваренными упорами. Расстояние между рабочими зашлифованными гранями равно нормативной ширине колеи на прямых — 1520 или 1524 мм. На концевых участках шаблона за упорами нанесены деления для измерения ширины колеи в кривых. Рабочий шаблон используется также на звеносборочных базах путевых машинных станций при сборке рельсошпальной решетки.

На участках с токопроводящими рельсовыми цепями при измерении колеи для исключения их электрического замыкания применяется рабочий шаблон с изоляцией (рис.8.6, *б*).

Контрольный путевой шаблон ЦУП предназначен для измерений ширины колеи и взаимного расположения рельсовых нитей по уровню. Он имеет правый неподвижный упор и левый (на пружине внутри трубчатого корпуса) — подвижный, показывающий на шкале фактическую ширину колеи. Сверху на корпусе шаблона укреплен путевой уровень, один конец оправы которого опирается на шарнир, а другой может быть поднят или опущен вращением лимба, ось которого имеет винтовую нарезку.

При измерениях шаблон устанавливают в колею так, чтобы подвижный упор был слева от проверяющего, ручка шаблона — справа. Пузырек уровня приводится в среднее положение, по шкале которого напротив указателя берется отсчет возвышения одного рельса над другим в миллиметрах.

При совместных осмотрах пути бригадиром с дорожным мастером контрольные измерения на стрелочных переводах выполняются шаблонами ЦУП-2Д, ЦУП-3Д (рис. 8.7) или шаблонами модели 08809 АОЗТ «Измерон» (рис. 8.8).

Этими шаблонами, помимо ширины колеи и уровня, измеряют ординаты переводных кривых, расстояние между рабочими гранями сердечника и усовика и контррельса в стрелочных переводах (рис. 5.73). Шаблоном КОР «Контроль остряка и рамного рельса» контролируется взаимное положение остряков и рамных рельсов (рис. 5.72).

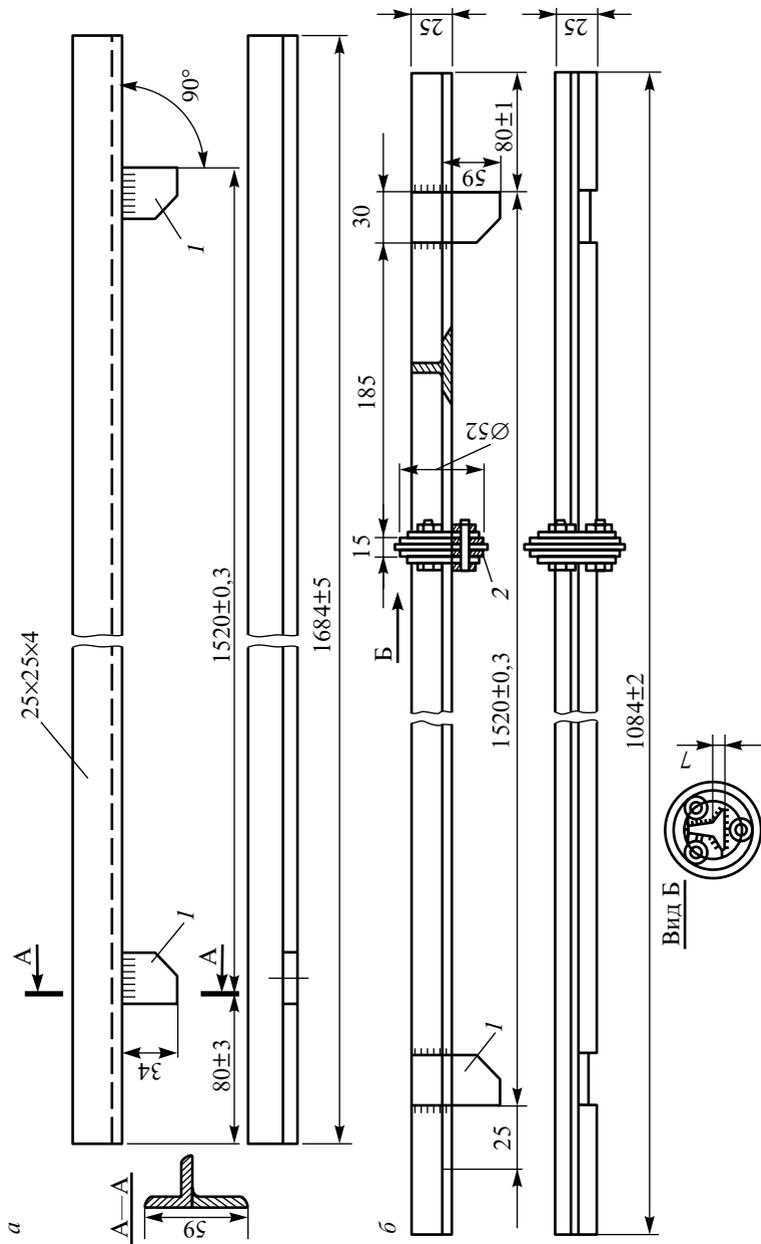


Рис. 8.6. Путьевой рабочий шаблон:
а — без изоляции; *б* — с изоляцией; 1 — упорные планки; 2 — изолирующая прокладка

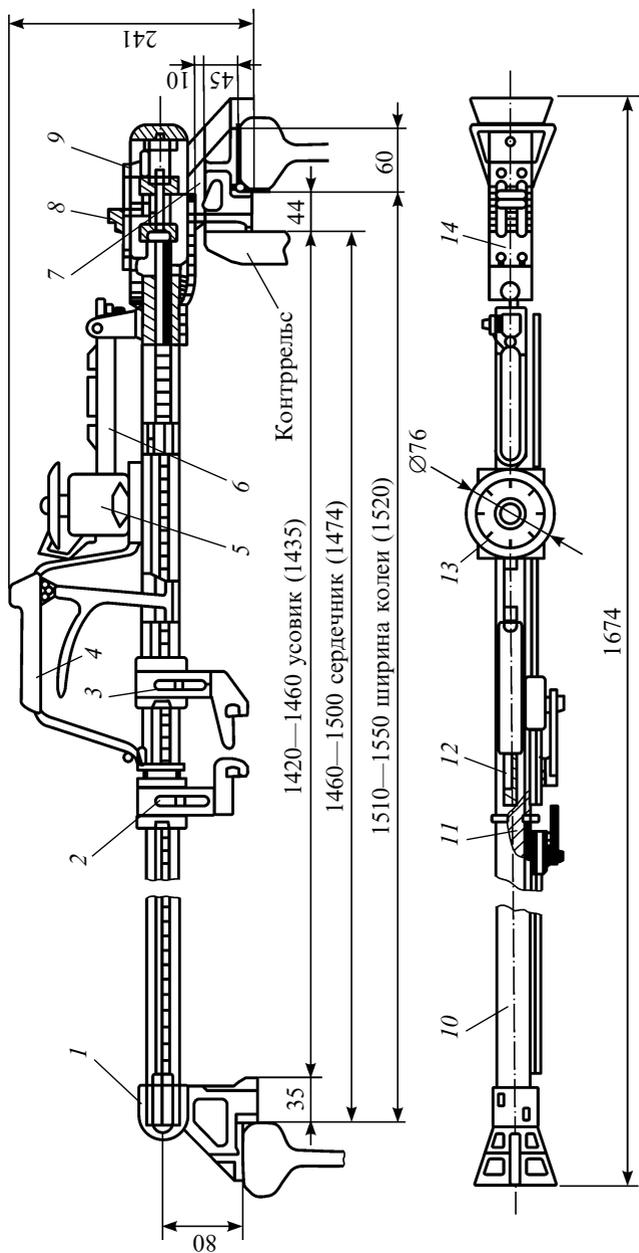


Рис. 8.7. Контрольный шаблон ЦУП-3Д:

1 — неподвижный упор; 2, 3 — шаблоны ординаг; 4 — ручка; 5 — корпус уровня; 6 — уровень; 7 — подвижный упор; 8 — указатель ширины колеи; 9 — направляющая; 10 — корпус шаблона; 11 — изоляционная бобышка; 12 — правая часть корпуса шаблона; 13 — шкала уровня; 14 — шкала шаблона

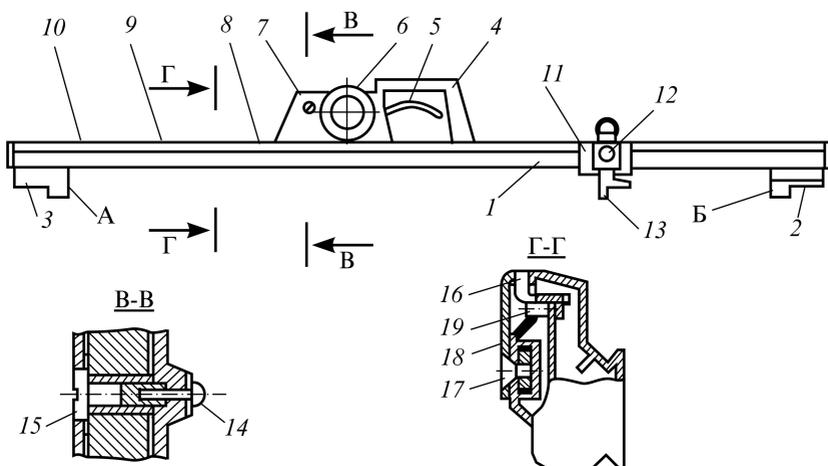


Рис. 8.8. Путьевой шаблон модели 08809:

1 — штанга; 2 — неподвижный наконечник; 3 — подвижный наконечник; 4 — рукоятка; 5 — поводок тяги; 6 — лимб со шкалой возвышения одного рельса относительно другого; 7 — уровень; 8 — шкала ширины колеи; 9 — шкала расстояния между рабочими гранями сердечника и контррельса (для исп. 08809); 10 — шкала расстояния между рабочими гранями усовика и контррельса (для исп. 08809); 11 — каретка с наконечником для измерений ординат переводных кривых и ширины желобов (для исп. 08809); 12 — винт прижимной (для исп. 08809); 13 — наконечник для измерений ординат переводных кривых и ширины желобов (для исп. 08809); 14 — винт крепления; 15 — эксцентрик; 16 — указатель измерений ширины колеи и расстояния между рабочими краями сердечника (усовика) и контррельса; 17 — винты крепления защитной крышки; 18 — защитная крышка; 19 — винты крепления указателя (16 позиция)

Путьевыми шаблонами обычно проверяют колею на звене длиной 12,5 м в трех местах (в стыках и в середине), на звене длиной 25 м — в четырех местах, в кривых участках и в местах, где путь имеет расстройства — через шпалу. Стрелочные переводы и глухие пересечения проверяют в контрольных местах, установленных (регламентированных) инструкцией по текущему содержанию железнодорожного пути (ЦП-774).

Путьеизмерительные тележки предназначены для непрерывной проверки ширины колеи и уровня на бумажной ленте в масштабе, одинаковом с записью на ленте путьеизмерительного вагона: продольный 1:2000 (1 мм на ленте соответствует 2 м пути), ширины колеи — 1:1, по уровню — 1:2.

Наиболее распространенными являются путеизмерительные тележки Д.Д. Матвеенко (рис. 8.9), на которой установлен шаблон, представляющий собой сварной трубчатый каркас, закрепленный на трех или четырех колесах. Колеса прижимаются к боковым поверхностям головок рельсовой пружины. Во время движения тележки изменения расстояния между колесами соответствуют изменению ширины колеи, что отображается в виде непрерывного графика на бумажной ленте. Положение рельсовых нитей по уровню фиксируется самописцем, связанным с маятником, закрепленным на трубчатой стойке каркаса тележки. Лентопротяжный механизм приводится в действие от одного из колес тележки через карданную передачу.

Для проверки записей на каркасе тележки имеется шкала шаблона и жидкостный уровень, как на контрольных путевых шаблонах. Перед снятием тележки с пути пружину, прижимающую колеса к рельсам, затягивают специальным винтом.

Путеизмерительные тележки серии ПТ (последние из них ПТ-7 и ПТ-8) оснащены электронным преобразователем регистрации за-

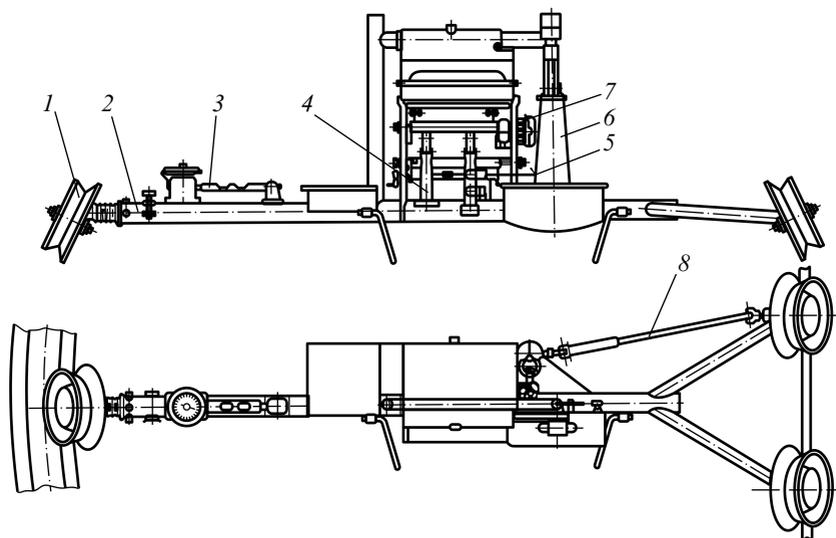


Рис. 8.9. Трехколесная путеизмерительная тележка Д.Д. Матвеенко:
 1 — опорно-измерительное колесо; 2 — трубчатая рама; 3 — жидкостный уровень; 4 — державка механизма шаблона; 5 — тяга маятника; 6 — маятник;
 7 — лентопротяжный механизм; 8 — карданная передача

писи результатов на бумажную ленту. Прямоугольная рама тележки коробчатого сечения выполнена из тонколистового проката и имеет четыре колеса, электрически изолированных от рамы. Пара колес, закрепленная на подпружиненной телескопической вилке, прижимает тележку к боковым граням рельсов. Вилка связана с датчиком ширины колеи, в качестве которого применен прецизионный потенциометр. Датчик уровня в виде электронного блока также установлен на раме. Для перемещения тележки служит шарнирная подпружиненная рукоятка, на которой смонтирован блок индикации, имеющий две шкалы — уровня и ширины колеи. При движении тележки шток телескопической вилки перемещается в соответствии с изменением ширины колеи, вызывая вращение ползунка — датчика ширины колеи, который преобразует его в электрический сигнал, отклоняющий стрелку прибора. Перемещению штока на 1 мм соответствует отклонение стрелки на 1 деление.

Датчик уровня преобразует изменение угла наклона рамы тележки в электрический сигнал, пропорциональный превышению одного рельса над другим. Превышение в 2 мм соответствует 1 делению шкалы.

С 2000 г. в эксплуатации находится путеизмерительная тележка ПТ-7МК (разработка ЗАО «Фирма ТВЕМА» и ПТКБ ЦП), которая кроме шаблона и уровня измеряет пройденный путь. Автоматическое измерение параметров сопровождается считыванием их ПЭВМ с целью получения путеизмерительной ленты и ведомости.

Таблица 8.35

Технические характеристики путеизмерительных тележек

Технические характеристики	Путеизмерительные тележки		
	Д.Д. Мат- веенко	ПТ-8	ПТ 7 МК
Масштабы записи:			
М прод.	1:2000	1:2000	1:2000
М шаблона	1:1	1:1	1:1
М уровня	1:2	1:2	1:2
Рабочая скорость, км/ч	до 5	до 5	до 5
Диапазон измерения ширины колеи, мм		1505—1560	1505—1560
Диапазон измерения уровня, мм	0—160	0—160	0—180
Точность измерений ширины колеи, мм	± 1,0	± 1,0	± 1,0
Погрешность измерения уровня, %		± 1,0	± 1,0
Обслуживающий персонал, чел	1	1	1
Масса, кг		16	14

Недостатком контроля колеи путеизмерительными тележками являются фиксирование только двух ее параметров — ширины колеи по шаблону и уровня в статике — со скоростью движения человека (оператора тележки в сопровождении бригадира пути и сигналистов).

Путеизмерительные вагоны являются средством сплошного контроля параметров железнодорожного пути в динамике. Наиболее распространенными из них пока являются вагоны системы ЦНИИ-2, проверка состояния колеи которыми проводится на скоростях до 100 км/ч на перегонах и до 40 км/ч на стрелочных переводах.

Вагон-путеизмеритель ЦНИИ-2 фиксирует с записью на бумажной ленте три основных параметра колеи в горизонтальной плоскости — ширину колеи (шаблон) и стрелы изгиба каждой из двух рельсовых нитей (рихтовка), и три параметра в вертикальной плоскости — взаимное положение рельсовых нитей по высоте (уровень) и просадки каждой из двух рельсовых нитей. Каждому из указанных параметров на бумажной ленте (рис. 8.10) соответствует график его изменения в виде непрерывной диаграммы. Для того чтобы установить точную продольную координату каждой точки пути, на ленте путеизмерителей автоматически прочерчивается также вспомогательная диаграмма (7) — график пройденного расстояния с указанием расположения пикетных и километровых знаков.

С 1993 г. в рамках Государственной программы по повышению безопасности движения на железнодорожном транспорте была начата реализация концепции новой системы путеизмерений. В частности, путеизмерители ЦНИИ-2 были оснащены бортовой автоматизированной системой (БАС) получения и компьютерной обработки информации о состоянии пути. Система БАС разработана и внедрена научно-производительным центром информационных и транспортных систем (НПЦ ИНФОТРАНС, г. Самара). В модернизированном вагоне ЦНИИ-2 ликвидирована трособлочная система, он имеет контактное и бесконтактное устройства для измерения неровностей на поверхности катания головки рельса. Новая аппаратура позволяет дополнительно вводить данные о паспортных характеристиках пути, административно-территориальном делении дистанций пути, а также базу данных с результатами оценки состояния рельсовой колеи.

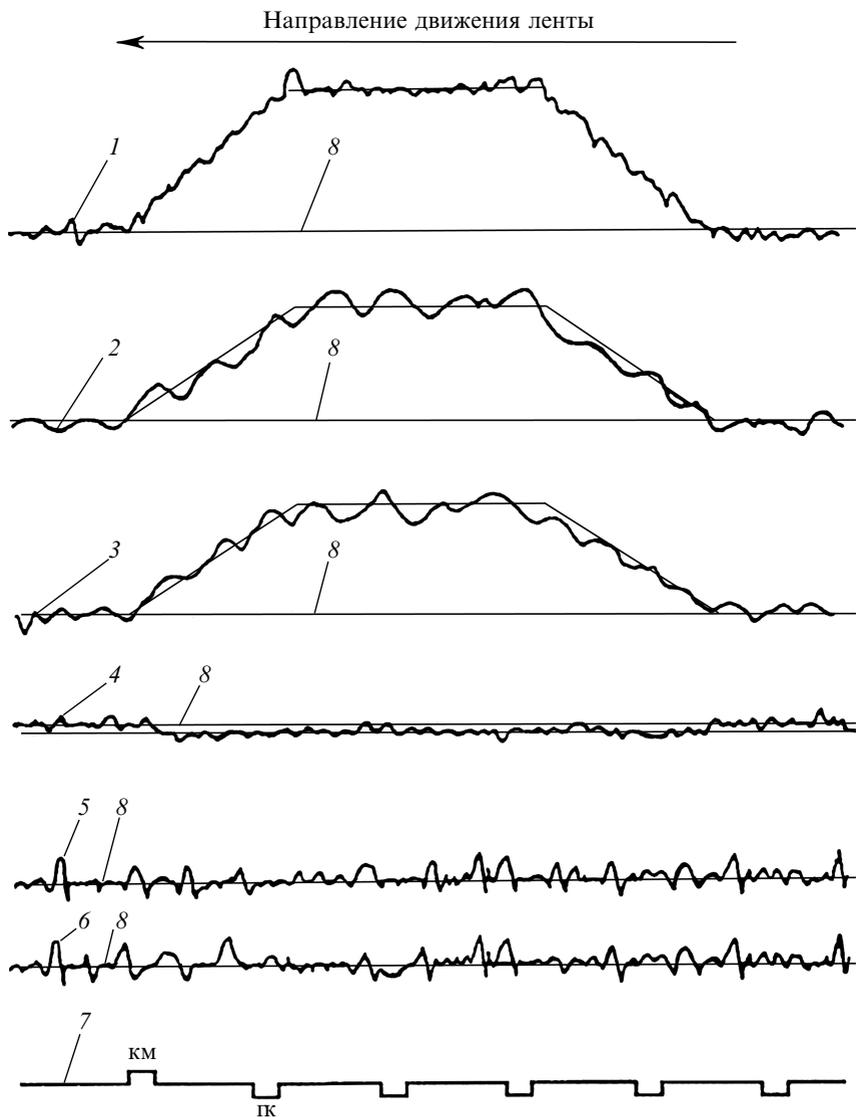


Рис. 8.10. Образец путеизмерительной ленты с записями:
 1 — уровень; 2, 3 — положение в плане правой и левой рельсовых нитей; 4 —
 ширина колеи; 5, 6 — просадки по правой и левой рельсовым нитям; 7 —
 расположение пикетов и километров; 8 — нулевые линии

Начат выпуск и эксплуатация путеизмерителей нового поколения: КВЛ-П (компьютеризованный вагон-лаборатория путеизмеритель) системы ИНФОТРАНС и ЦНИИ-4, созданного в 1995 г. кооперацией предприятий «ПИК Прогресс», ВНИИЖТ, ПТКБ ЦП МПС.

На рис. 8.11. приведен пример распечатки параметров рельсовой колеи, контролируемых вагоном-лабораторией КВЛ-П1МП.

Аппаратура ВПИ ЦНИИ-4 включает авиационную инерциальную навигационную систему (ИНС), бесконтактные оптические и электромеханические датчики перемещений, спутниковую систему GPS, корректирующую работу ИНС, датчики ускорений кузова, пройденного пути и привязки к местности, вычислительный комплекс из трех ПЭВМ. Датчиковая аппаратура размещена на корпусе вагона, на буксах колесных пар и балках ходовых тележек.

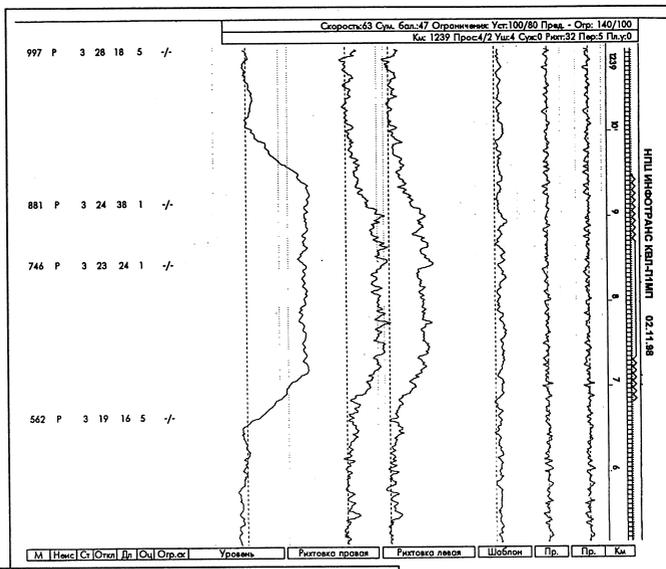
Путеизмеритель может проверять втрое больше параметров пути по сравнению с ЦНИИ-2 на скорости до 160 км/ч. Контролируемые параметры разделяются на непосредственно измеряемые в процессе поездки и вычисляемые после нее.

К первым, непосредственно контролируемым, относятся:

- ширина рельсовой колеи;
- просадки обеих рельсовых нитей, взаимное расположение их по высоте (уровень);
- перекосы пути на базе тележки и кузова вагона;
- уклон продольного профиля оси пути;
- курсовый угол (азимутальное положение вагона);
- кривизна пути в плане;
- стрелы изгиба от несимметричной хорды;
- горизонтальные и вертикальные ускорения кузова;
- скорость движения и длина пройденного пути по километру и пикетажу.

Эти параметры измерений отображаются в цифровом и графическом виде на экране дисплея с шагом по пути 0,25 м, а после первичной обработки записываются на накопитель жесткого магнитного диска (НЖМД) ПЭВМ-1 контрольно-вычислительного комплекса (КВК) путеизмерителя.

ПЭВМ-2 КВК во время движения принимает информацию от ПЭВМ-1, расшифровывает ее, оценивает состояние колеи и выдает на экран дисплея и печать информацию об опасных отступлениях.



Лист 1

ВЕДОМОСТЬ ОЦЕНКИ СОСТОЯНИЯ ПУТИ
по данным проверки 1 путеизмерительным вагоном №005
13 станциями пути Куйбышевской железной дороги.
Дата : 10.02.97 - 12.02.98
Форма ПУ-32

КОЛИЧЕСТВО КИЛОМЕТРОВ С ОЦЕНКОЙ

№ пути	Всего км.	Количество км с оценкой						Км. с отступ-лениями (шт.)	Кол-во км. исклю-чив пред.	
		отл	хор	улов	неуд	всего	5 ст.			рих
ОДН	80.4	13.4	25.0	43.5	8.5	3.5	3.5	2.0	88	19
1	99.7	27.0	40.0	26.7	6.0	5.0	5.0	5.0	22	5
2	98.2	50.2	25.0	17.0	6.0	3.0	3.0	3.0	10	3
Итого	278.3	90.6	80.0	87.2	20.5	11.0	11.0	11.0	120	27

СРЕДНИЙ БАЛЛ ПЧ ПО ВИДАМ НЕИСПРАВНОСТЕЙ

№ пути	Сумма баллов по видам неисправностей						Итого баллов	Средний балл
	СУЖ	УШНР	ПДУ	ПЕР	ПРОС	РИХ		
ОДН	107	1729	555	10562	2102	8001	23056	286.8
1	36	441	984	7550	1504	2256	12771	128.1
2	15	3671	432	6008	1092	2346	13364	136.1
Итого	158	5841	1971	24120	4698	12403	49191	176.8
Средний балл по видам неисправностей	0.6	21.0	7.1	86.7	16.9	44.6		
Итого	0.2	21.9	4.0	49.0	9.6	25.2		100.0

Путеизмерительный вагон сопровождали :

Начальник путеизмерительного вагона 005 - Иванов

Рис. 8.11. Пример ведомости графической распечатки параметров рельсовой колеи, контролируемых вагоном КВЛ-П1МП

- Ко вторым параметрам, вычисляемым после поездки, относятся:
- отметки продольного профиля пути;
 - вертикальные и горизонтальные неровности;
 - крутизна отводов возвышения и кривизны.

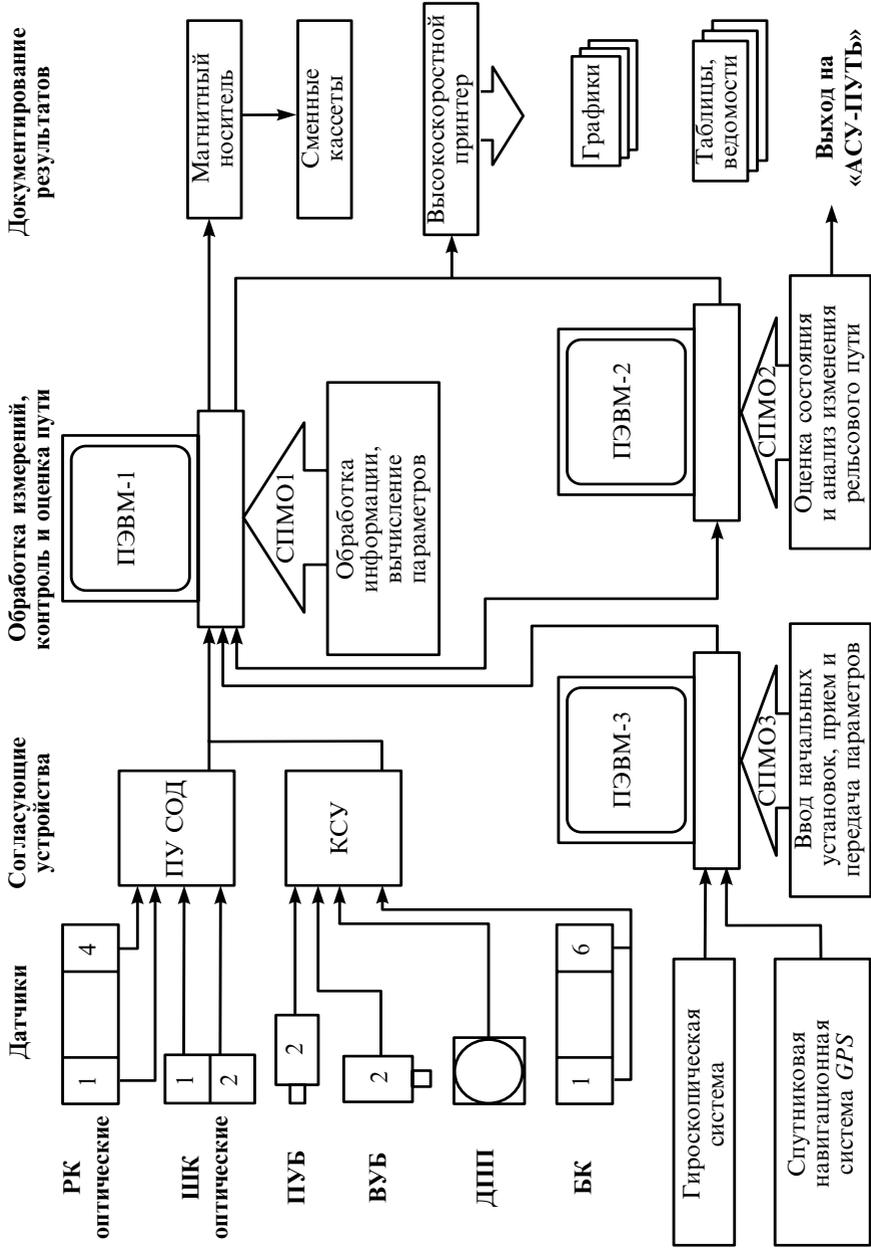


Рис. 8.12. Структурная схема контрольно-вычислительного комплекса

Измеренные значения параметров пути, характеристики отступлений, оценка километров, записанная НЖМД с привязкой информации к административному делению дороги ПЭВМ-3 используется для управления работой гиросистемы и определения местоположения путеизмерителя с помощью навигационной спутниковой системы GPS.

Структурная схема контрольно-вычислительного комплекса ВПИ ЦНИИ-4 представлена на рис. 8.12.

Для оперативного контроля пути НПЦ Инфотранс создал на базе АС-4М путеизмерительную автоматрису, которая контролирует те же параметры, что ВПИ ЦНИИ-2, но с использованием другой базы измерений на скорости до 60 км/ч с подвагонным путеизмерительным оборудованием совместного российско-чешского производства (АО «МТХ Прага», ЗАО «Царскосельский завод — София») и бортовой автоматизированной системой (БАС) собственной разработки.

Последние модификации автоматрисы выпускаются в двух вариантах: для широкой колеи российских железных дорог (МД-РУ) и для узкой колеи железной дороги острова Сахалин (МД-РУ-С).

Автоматриса на рабочей скорости 60 км/ч по перегонам и 40 км/ч по стрелочным переводам выполняет все функции компьютеризованного вагона-путеизмерителя ЦНИИ-2, обеспечивая получение информации в графической форме о состоянии пути, ее расшифровку в соответствии с инструкцией ЦП-515 и документирование нормативно-отчетной информации для планирования работ текущего содержания пути.

Российской компанией «Фирма ТВЕМА» создана машина технологического контроля пути (МТКП) для проверки геометрических параметров рельсовой колеи и передачи информации на машины выправки пути. Одновременно с контролем ширины колеи, уровня рихтовки на скорость до 70 км/ч фиксирует координаты километров столбов, переездов, стрелочных переводов и др.

8.2.5. Оценка состояния рельсовой колеи

Оценка состояния рельсовой колеи осуществляется по результатам измерений ее параметров вагонами-путеизмерителями. Состояние рельсовой колеи характеризуется ее фактической шириной (уширение и сужение по сравнению с нормативной), нали-

нием перекосов, просадок, углов в плане, крутизной отводов ширины колеи и уровня, разностью соседних стрел изгиба.

Критерием оценки состояния рельсовой колеи является допустимая скорость движения. Оценка отступлений от номинальных значений параметров, контролируемых вагоном-путеизмерителем, производится по четырем степеням, регламентированным в зависимости от установленных скоростей движения поездов. При этом более высоким установленным скоростям соответствуют более жесткие требования к содержанию пути и меньшие допускаемые величины степеней отступлений.

К I степени относятся отступления, не требующие работ по их устранению; фактически — это не отступления, а норма содержания пути, поэтому при расшифровке они не оцениваются.

Ко II степени относятся отступления, амплитуда которых незначительно ухудшает плавность хода подвижного состава, но также не требует снижения установленной скорости. Однако, в зависимости от числа отступлений с учетом оценки состояния колеи определяется необходимость проведения профилактических выправочных работ.

К III степени относятся отступления уже заметно влияющие на плавность и комфортабельность движения, при неустранении этих отступлений после обнаружения они могут за относительно короткий период до очередной проверки пути стать причиной интенсивного накопления остаточных деформаций рельсовой колеи и перерасти в отступления более высокой степени, вызывающие ограничение установленной скорости. Поэтому отступления III степени должны устраняться в плановом, но первоочередном порядке (в течение двух-трех дней после прохода путеизмерителя).

К IV степени относятся отступления, которые создают неблагоприятные условия для взаимодействия пути и подвижного состава и в отдельных случаях могут привести к нарушению безопасности движения и даже к сходу поезда с рельсов. Поэтому любое отступление IV степени, независимо от общего числа, требует незамедлительного уменьшения скорости или даже закрытия движения поездов и, естественно, безотлагательного выполнения неотложных работ по его (их) устранению.

По инструкции ЦП-515 каждому уровню качественной оценки соответствует определенное количество условных баллов: отлич-

ный километр — 10 баллов, хороший километр — 40 баллов, удовлетворительный километр — 150 баллов, неудовлетворительный — 500 баллов.

Проходит апробацию проект новой инструкции, по которой состояние пути регламентируется только качественной (сравнительной) оценкой состояния рельсовой колеи (отличной «О», хорошей «Х», удовлетворительной «У» или неудовлетворительной «Н»), устанавливаемой по сумме отдельных отступлений II, III и IV степеней. Ниже по проекту новой инструкции представлены величины степеней отступлений от номинальных по всем контролируемым параметрам в зависимости от установленных скоростей движения поездов (табл. 8.36—8.38).

Приказом № 20Ц от 27.04.2002 для кривых участков пути на деревянных шпалах с радиусами 850 м и менее, и с радиусом 650 м и менее — на железобетонных шпалах, где обращаются грузовые поезда, имеющие в своем составе порожние вагоны, дополнительно нормируются перекосы и отступления в плане длиной до 10 м включительно в соответствии с табл. 8.39 и 8.40.

Таблица 8.36

Величины отступлений по ширине колеи

Скорость, км/ч пасс. груз.	Степень	Уширение колеи при норме, мм					Сужение колеи при норме, мм				
		1520	1524	1530	1535	1540	1520	1524	1530	1535	1540
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
121—140 81—90	I	8	8	8	7	—	4	6	6	8	—
	II	14	14	14	9	—	6	10	10	12	—
	III	16	16	16	11	—	8	12	12	15	—
	IV	Более					Более				
61—120 61—80	I	8	8	8	7	5	6	6	6	6	6
	II	18	16	14	9	—	8	10	10	12	15
	III	22	20	16	11	—	10	14	16	18	20
	IV	Более					Более				
41—60	I	8	8	8	8	5	6	8	8	10	14
	II	20	16	14	11	6	8	12	12	14	16
	III	26	22	16	—	—	10	16	18	20	22
	IV	Более					Более				
		26	22	16	11	6	10	16	18	20	22

Окончание табл. 8.36

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
16—40	I	10	10	10	9	6	6	8	8	10	14	
	II	22	18	16	11	7	8	12	12	14	16	
	III	26	22	—	—	—	10	16	18	20	22	
	IV	Более					Более					
до 15 вкл.	I	10	10	10	10	6	6	8	8	10	14	
	II	26	22	18	13	7	8	12	12	14	16	
	III	28	24	—	—	8	10	16	18	20	22	
Закрывается движение поездов	IV	Более					Более					
		28	24	18	13	8	10	16	18	20	22	

Примечания. 1. При наличии в кривых радиуса 2000 м и менее бокового износа головки рельса величина отклонения по уширению, не требующая устранения, повышается на величину фактического износа, но не более чем на 15 мм и не более чем до верхнего предела для III степени.

2. При равномерном уширении рельсовой колеи на длине 50 м и более II степень фиксируется, но не штрафуетя.

3. При ширине колеи более 1548 мм и менее 1510 мм движение поездов закрывается.

Таблица 8.37

Величины отступлений по уровню, перекосам и просадкам

Скорость, км/ч пасс. груз.	Степень	Величина отступления, мм		
		Уровень*	Перекос	Просадка
1	2	3	4	5
121—140 81—90	I	6	8	10
	II	16	12	15
	III	20	16	20
	IV	Более 20	Более 16	Более 20
61—120 61—80	I	8	10	10
	II	20	16	20
	III	25	20	25
	IV	Более 25	Более 20	Более 25
41—60	I	10	12	12
	II	25	20	25
	III	30	25	30
	IV	Более 30	Более 25	Более 30

Окончание табл. 8.37

1	2	3	4	5
16—40	I	12	14	15
	II	30	25	30
	III	35	30	35
	IV	Более 35	Более 30	Более 35
до 15 вкл.	I	15	16	18
	II	35	30	35
	III	50	50	45
Закрывается движение поездов	IV	Более 50	Более 50	Более 45

* Исключая участки, где отвод возвышения наружного рельса кривой устроен на прямой.

Примечания. 1. Перекосы II степени длиной до 10 м учитываются с коэффициентом 2, т.е. один перекос оценивается как два; перекосы II степени длиной более 10 до 20 м учитываются с коэффициентом 1.

2. Перекосы III степени длиной до 10 м оцениваются как IV степень.

Таблица 8.38

Величины отступлений в плане

Скорость, км/ч пасс. груз.	Степень	Разность смежных стрел при расстоянии между их вершинами на пути, м*		
		До 10*	Более 10 до 20	Более 20 до 40
1	2	3	4	5
121—140 81—90	I	10	10	15
	II	15	15	25
	III	25	25	35
	IV	Более 25	Более 25	Более 35
61—120 61—80	I	10	10	15
	II	25	25	35
	III	35	35	40
	IV	Более 35	Более 35	Более 40
41—60	I	15	15	25
	II	35	35	40
	III	40	40	50
	IV	Более 40	Более 40	Более 50

Окончание табл. 8.38

1	2	3	4	5
16—40	I	20	20	30
	II	40	40	50
	III	50	50	65
	IV	Более 50	Более 50	Более 65
до 15 вкл.	I	25	25	35
	II	50	50	65
	III	65	65	90
Закрывается движение поездов	IV	Более 65	Более 65	Более 90

* Углы в плане длиной до 10 м учитываются с коэффициентом $K=2$ (как два угла).

Таблица 8.39

Величины степеней по перекосам

Установленная скорость движения грузовых поездов, км/ч	Степень отступления	Величина перекоса при расстоянии между вершинами ПИК, мм	
		До 10 м вкл.	Более 10 м до 20 м вкл.
81—90	I	8	8
	II	12	12
	III	16	16
	IV	Более 16	Более 16
61—80	I	8	10
	II	13	16
	III	16	20
	IV	Более 16	Более 20

Таблица 8.40

Величины отступлений в плане

Установленная скорость движения грузовых поездов, км/ч	Степень отступления	Разность смежных стрел (мм), измеренных от середины хорды длиной 20 м, при длине неровности пути		
		До 10 м вкл.	Более 10 м до 20 м вкл.	Более 20 м до 40 м вкл.
81—90	I	10	10	15
	II	15	15	25
	III	25	25	35
	IV	Более 25	Более 25	Более 35
61—80	I	10	10	15
	II	20	25	35
	III	25	35	40
	IV	Более 25	Более 35	Более 40

Такие отступления как перекосы, углы в плане, просадки подсчитываются при расшифровке записи вагона-путеизмерителя поштучно в явном виде и оцениваются суммарно с учетом степеней по их числу, приходящемуся на каждый километр пути. При этом просадки оцениваются при расстоянии между пиками в записи, не превышающими на ленте 3 мм (в натуре на пути не более 6 м). Углы в плане оцениваются на длине неровности (удвоенное расстояние между вершинами угла на диаграмме рихтовка) до 20 м включительно и отдельно на длине свыше 20 м до 40 м включительно. При длине неровности более 40 м углы в плане к учету не принимаются. Отступления по уровню в разные стороны оцениваются как перекосы при расстоянии между пиками отклонений до 10 мм на записи (до 20 м на пути).

Другие виды отступлений, такие как непрерывные на длине пути — по ширине колеи (шаблону) и плавные отклонения рельсовых нитей по уровню — для каждой степени неисправности пересчитываются в штучные из условия: единичное отклонение по шаблону на длине записи 2 мм (4 м на пути), единичное отклонение в плановом отклонении по уровню на длине записи 5 мм (10 м на пути).

Например, при длине отклонения по шаблону 12 м — считается 3 отступления, а на длине 15 м — 4 отступления. На длине плавного отклонения по уровню 32 м будет 4 отклонения. То есть отрезки в виде остатка на записи длиной менее 2 мм с отклонениями по ширине колеи и на длине 5 мм с отклонениями по уровню также оцениваются как единичные.

Кроме перечисленных и указанных в таблицах одиночных отступлений оценке подлежат также их сочетания и последовательности. К сочетаниям относятся наличие в одном месте геометрических отступлений в виде их комбинации в вертикальной и горизонтальной плоскостях, существенно ухудшающее условия взаимодействия пути и подвижного состава, чем одиночное отступление. Например, сочетание угла в плане III степени с перекосом или просадкой третьей степени оцениваются как одно отступление IV степени и требующей ограничения скорости. Километр с таким сочетанием указанных отступлений (в пределах своих базисных расстояний между вершинами) оценивается как неудовлетворительный.

Последовательность из нескольких слитных отступлений одного вида на коротком расстоянии могут вызвать резонансные колеба-

ния подвижного состава, что может, например, в случае просадок привести к сходу в поезде. Поэтому указанные сочетания и последовательности оцениваются более жестко (примечание к таблице).

Общая качественная оценка состояния рельсовой колеи (отличное, хорошее, удовлетворительно, неудовлетворительно) по показателям путеизмерительного вагона для каждого километра пути определяется в зависимости от степени и числа зафиксированных на нем отступлений и их сочетаний. Критериальное количество отступлений на километре по степеням и качественная оценка по ним колеи на километре приведены в табл. 8.41.

В табл. 8.42 представлен условный пример покилометровой оценки пути по состоянию рельсовой колеи в пределах каждого из трех рабочих отделений первого околотка (ПД-1).

Таблица 8.41

Качественная оценка состояния рельсовой колеи по показаниям путеизмерительного вагона

Качественная оценка состояния рельсовой колеи	Число отступлений по степеням		
	II	III	IV
На участках со скоростями движения поездов более 60 км/ч			
Отлично (О)	1—10	0	0
Хорошо (Х)	11—50	0	0
Удовлетворительно (У)	Более 50	0	0
Удовлетворительно (У)	Независимо	1—10	0
Неудовлетворительно (Н)	Независимо	Более 10	0
Неудовлетворительно (Н)	Независимо	Независимо	1 и более
На участках со скоростями движения поездов 60 км/ч и менее			
Отлично (О)	1—5	0	0
Хорошо (Х)	6—25	0	0
Удовлетворительно (У)	Более 25	0	0
Удовлетворительно (У)	Независимо	1—5	0
Неудовлетворительно (Н)	Независимо	Более 5	0
Неудовлетворительно (Н)	Независимо	Независимо	1 и более

Примечание. К IV степени относятся также сочетания отступлений III степени, а также отступления III степени на мостах и в тоннелях с подходами (кроме отступлений по ширине колеи) и перекосы длиной до 10 м с величиной амплитуды, соответствующей III степени.

Таблица 8.42

Образец ведомости оценки пути

№ км	Число отступлений II степени (числитель) III степени (знаменатель)							Кол-во отступ. IV ст.	Качест- венная оценка км	Приме- чания
	Суж	Уш	У	П	Пр	Р	Итого			
1		2		4	5	3	14	2П; ПР Р+П 4	Х У Н	4 пк 60 км/ч
2	2			6/1		2	10/1			
3			1	8	14/2	8/2	34/2			
ПДБ-1	2	2	1	18/1	19/2	13/2	55/5			
3 км	Приведенное число отступлений (IV ст.—III ст.—II ст.): 1,3–1,7–18,3									
6			1				1		О	
7				6	2	2	10		О	
8		4	2	2	5	4	17		Х	
9				2/2	4	2	8/2		У	
ПДБ-2		4		10/2	11	8	36/2			
4 км	Приведенное число отступлений (IV ст.—III ст.—II ст.): 0—0,5—9,0									
10	2	4/1	1	3/1	4	4	18/2	Уш	Н	1 пк 15 км/ч
11					2	4/2	6/2	РР	Н	7 пк 60 км/ч
12				1			1		О	
13							0		О	
14				-/1			-/1		У	
15		5	22	6	18	10	61		У	
ПДБ-3	2	9/1	23	10/2	24	18/2	86/5	2		
6 км	Приведенное число отступлений (IV ст.—III ст.—II ст.): 0,3—0,8—14,3									
ПД-1	4	15/1	27	38/5	54/2	39/4	177/12	6		
13 км	Приведенное число отступлений (IV ст.—III ст.—II ст.): 0,5—0,9—13,6									

Примечания. 1. Ведомость составлена для участка с установленной скоростью более 60 км/ч.

2. Отступления III степени, входящие в состав сочетаний и последовательностей отступлений, а также перекосы III степени длиной до 10 м и отступления III степени на мостах и тоннелях с подходами не учитываются при подсчёте отступлений III степени (так, 3 последовательных отступления в плане на длине 75 м учитываются только как 1 отступление IV степени).

3. Сумма отступлений каждой степени по отдельному пути, по 2 путям вместе, по административным подразделениям, по дистанции пути, по дороге и т.п. делится на соответствующее количество километров — в результате получается приведенное количество отступлений на один километр.

8.3. Планирование и организация текущего содержания пути

Текущее содержание пути, как составная часть системы технического обслуживания, представляет весьма сложный процесс труда, осуществляемый круглогодично (ежемесячно, ежедневно) в соответствии с сезонностью (весна — лето — осень — зима), с учетом эксплуатационных параметров (грузонапряженности, скоростей, нагрузок на ось подвижного состава), конструкции верхнего строения, плана и профиля, наработки тоннажа и наличия применяемых технических средств.

Принципиально работы текущего содержания делятся на независимые от объема перевозок и зависящие от движения поездов.

К первым относятся:

- ежемесячный осмотр пути;
- оправка балластной призмы;
- прополка травы, содержание переездов и путевых знаков;
- очистка стыков от снега;
- вскрытие водоотводов, кюветов и пропуск весенних и ливневых вод;
- содержание земляного полотна;
- исправление пути на пучинах;
- погрузка и выгрузка инструмента, материалов верхнего строения пути и др.

К работам, зависящим от движения поездов, относятся:

- выправка пути в продольном профиле и по уровню;
- рихтовка пути;
- регулировка ширины колеи, перешивка пути;
- регулировка или разгонка стыковых зазоров;
- добивка костылей и противоугонов;
- довинчивание гаек и смазка стыковых, клеммных и закладных болтов;
- замена отдельных дефектных элементов верхнего строения;
- переборка изолирующих стыков; исправление подуклонки рельсов;
- прогροхотка щебня в местах выплесков и др.

Как указано ранее, по степени срочности выполнения работы по текущему содержанию делятся на неотложные, первоочередные и планомерно-предупредительные.

Работы, носящие предупредительный характер, выполняют по планам, разрабатываемым по результатам натурных осмотров и проверок пути, стрелочных переводов, сооружений и путевых устройств, а также проверок пути путеизмерительными вагонами. Работы, назначаемые к выполнению под руководством бригадира на линейных отделениях, как правило, по характеру технологических операций являются выборочными, узкоцелевыми (самостоятельными), состоящими из одного вида (например, либо рихтовка пути или перешивка колеи, закрепление болтов и т.д.) и локальными по длине пути. Поэтому они планируются ежемесячно дорожным мастером на основе совместных осмотров и проверок с бригадиром по фактическому состоянию пути, в том числе с учетом данных лент путеизмерительного вагона. Одновременно с этим учитываются также годовые объемы комплексных планово-предупредительных работ.

Состав, сроки и объемы работ включаются бригадиру пути к выполнению по полумесячному графику формы ПУ-74. При его составлении учитываются численность путевой бригады, наличие технических средств (механизмов и инструмента), трудоемкость каждого вида работ и организация их выполнения.

При планировании организации работ на пути следует учитывать, что они подразделяются на работы, выполняемые в интервалах времени между поездами и в технологические перерывы, заложенных в график движения поездов, или в специально предоставляемые по заявке начальника дистанции пути «окна». Причем перечисленные условия работы чередуются между собой практически ежедневно (утром — работа в интервалы; затем — в «окно» и вновь в интервалы). В связи с этим при проектировании организации и технологии работ по текущему содержанию на конкретном пути и участке необходимо учитывать график движения поездов.

Работы, выполняемые бригадами на линейных отделениях, требующие перерывов в движении поездов, больших чем интервал графика движения (одиночная замена рельсов, металлических элементов стрелочных переводов, регулировка стыковых зазоров, снятие пучинных карточек и др.), должны планироваться к выполнению под прикрытием объемных планово-предупредительных работ, производимых машинизированными комплексами в «окна» продолжительностью не менее 3 ч.

Номенклатура помесечных и полумесечных работ определяется условиями работы пути, в значительной мере зависящими от воздействий природных факторов по сезонам года. В частности, в наиболее неблагоприятный для пути период года — весной, до оттаивания балласта необходимо выполнение следующих работ:

- отвод воды от балластной призмы и земляного полотна;
- выборочная регулировка стыковых зазоров;
- сплошное закрепление противоугонов с заменой негодных;
- закрепление стыковых, клеммных и закладных болтов;
- дозабивка костылей и довертывание шурупов на стрелочных переводах.

Цель этих работ — предотвращение угона и интенсивных расстройств пути в период, когда резко снижается несущая способность балласта и земляного полотна в процессе их оттаивания.

По мере оттаивания пути после зимы и далее необходимо выполнение следующих работ:

- исправление просадок в стыках с удалением карточек или регулировочных прокладок;
- разрядка «кустов» негодных шпал;
- ликвидация выплесков и предупреждение разжижения балласта;
- рихтовка пути по устранению углов в плане;
- восстановление водопроводных сооружений после пропуска весенних вод;
- при необходимости — разрядка температурных напряжений в рельсовых плетях бесстыкового пути и др.

В летний период планируют работы по выборочной выправке пути в местах просадок, отклонений по уровню и в плане II степени; одиночной замене дефектных элементов верхнего строения пути, в первую очередь в стыках и на кривых участках; в местах потенциальных выплесков; по очистке кюветов, лотков, канав и др.

В осенний период в помесечных планах предусматривается выполнение работ по подготовке эксплуатации пути в зимних условиях, когда он оказывается в замерзшем состоянии, без возможности использования для его содержания путевых машин.

Главной задачей осенних работ является предупреждение неисправностей, которые могут появиться в зимний период. В связи с этим осенью производится замена неработающих и поправка ослабших противоугонов; закрепление до необходимой степени затяжки

клеммных, закладных и стыковых болтов, в первую очередь на концевых температурно-подвижных участках бестыковых плетей; исправление просядок в стыках и ликвидация отрясности шпал их подбивкой; удаление поверхностных загрязнителей с балласта и его подрезка под подошвой рельса с обеспечением необходимого просвета (3 см) для недопущения утечки тока из рельсов в балласт); уборка с путей и стрелочных переводов оставшихся материалов верхнего строения и посторонних предметов, которые могут помешать работе снегоуборочной техники в зимний период и др.

В зимнее время планируют и выполняют такие наиболее характерные работы, как замена дефектных рельсов и металлических частей стрелочных переводов, исправление пути на пучинах, очистка стрелочных переводов от снега, желобов — от напрессованного снега и льда. На конец зимы планируют выполнение работ по вскрытию от снега кюветов, канав, русел у мостов малых отверстий и труб, подготовку других мероприятий в рамках предстоящей водоборьбы.

На искусственных сооружениях и подходах к ним бригадиром под руководством дорожного мастера ежемесячно планируются работы по устранению отступлений в плане, профиле и по уровню, выявленных вагоном-путеизмерителем; по очистке и смазке уравнильных приборов; регулировке зазоров, очистке труб, лотков и других сооружений земляного полотна.

Комплексные планово-предупредительные работы планируются с учетом первичной информации бригадира пути о фактической дефектности шпал и скреплений, а также о наличии выплесков на пути в пределах рабочего линейного отделения. Проведение комплексных планово-предупредительных работ, выполняемых машинизированным способом, планируется в первую очередь на путях более высоких классов, групп и категорий. Выполняются они в специально предоставляемые «окна» продолжительностью не менее 3 ч или в технологические перерывы, закладываемые в график движения поездов, продолжительностью не менее 2 ч.

Основу комплексных планово-предупредительных работ составляют:

- сплошная выправка пути с подбивкой шпал и переводных брусьев;
- рихтовка пути;
- очистка рельсов скреплений от грязи и мазута с удалением загрязнителей из-под подошвы рельсов, а также сопутствующие

работы, при необходимости, — изъятие регулировочных подрельсовых прокладок, прогροхотка щебня в местах выплесков, одиночная замена шпал, противоугонов, скреплений и др. Указанные работы могут быть дополнены правкой или наплавкой рельсовых концов в стыках, шлифовкой рельсов.

Назначение плано-предупредительной выправки пути производится по результатам проверки путеизмерительным вагоном при выявлении незначительного числа негодных шпал и скреплений и чистом балласте, исходя из основных критериев, приведенных в табл. 8.43.

Таблица 8.43

Критерии выбора участков, подлежащих плано-предупредительной выправке пути

Класс пути		Основные критерии		Дополнительные критерии, %		
		Число отступлений 2 степени *, шт./км, более	Загрязненность щебня по массе, %	Негодные деревянные шпалы	Шпалы с выплесками	Негодные скрепления
1 и 2	Группа Б, В	30	<30	6	2	10
	Группа Г, Д	35				
3		40	<30	10	4	15
4		50	<30	15	5	20
5		По усмотрению начальника дистанции пути				

* По показаниям вагона-путеизмерителя в среднем за 3 мес. без учета отступлений по ширине колеи.

При превышении показателей негодности и дефектности элементов верхнего строения пути, указанных в табл. 8.43, должен планироваться и проводиться подъемочный или средний ремонт.

При планировании указанных работ следует руководствоваться рекомендованными средними нормами периодичности их выполнения с применением путевых машин.

При этом следует иметь ввиду, что выправка пути комплексом машин подразделяется на:

$V_{\text{пос}}$ — сплошную послеосадочную — послеремонтную (на участках пути, отремонтированных капитальными и средними ремонтами);

$V_{\text{выб}}$ — выборочную по данным о фактическом состоянии пути по показаниям вагона-путеизмерителя и визуальной проверки.

Необходимость выполнения сплошной послеосадочной выправки обусловлена процессом стабилизации пути на отремонтированных участках в послеремонтный период. По рекомендации ВНИИЖТа эта выправка должна выполняться через 6—10 млн т брутто пропущенного тоннажа на участках капитального и среднего ремонтов пути.

Сплошная периодическая выправка должна выполняться в зависимости от грузонапряженности через: 75—50 млн т брутто пропущенного тоннажа при грузонапряженности до 25 млн ткм/км в год, соответственно через 80—50 млн т при $\Gamma = 26—50$ млн ткм/км в год, и через 100—70 млн т при грузонапряженности более 50 млн ткм/км в год. При этом первые значения пропущенного тоннажа относятся к периоду после усиленного капитального и капитального ремонтов, вторые значения — перед капитальными ремонтами.

С интервалами через каждые 40—50 млн т пропущенного тоннажа необходимо планировать шлифовку рельсов.

Таким образом в расчетном случае общий объем комплексных выправочных работ L_B на каждом участке пути может составить:

$$L_B = L_{\text{пос}} + L_{\text{пер}} + L_{\text{выб}} t_{\text{сез}},$$

где $L_{\text{пос}}$ — протяжение пути, отремонтированного капитальными и средними ремонтами, км; $L_{\text{пер}}$ — протяжение пути, на котором должна быть выполнена сплошная периодическая выправка, км; $L_{\text{выб}}$ — протяжение пути, на котором должна быть выполнена ежемесячная выборочная выправка пути, км/мес; $t_{\text{сез}}$ — продолжительность летнего сезона, мес.

По плановому значению L_B при известном возможном количестве «окон» для проведения работ (в зависимости от продолжительности сезона и периодичности их предоставления) определяется необходимый фронт комплексно-выправочных работ в «окно»:

$$S_{\text{фр.вып}} = L_B / N_{\text{ок}},$$

а по нему определяется продолжительность «окна» с учетом организации работ и используемых машин.

После выполнения планово-предупредительных работ путь должен отвечать требованиям, указанным в табл. 8.44.

Таблица 8.44

Требования к параметрам пути после выполнения планово-предупредительных работ в зависимости от установленных скоростей движения поездов

№ п/п	Параметры пути	Значения параметров при установленных скоростях движения поездов, км/ч			
		>140	101—140	60—100	<60
1	Отклонения по уровню от номинальных значений, мм	+(-)3	+(-)3	+(-)4	+(-)4
2	Разность смежных стрел изгиба, измеренных от середины 20-метровой хорды, мм	4	6	8	8
3	Отклонения от равномерного нарастания стрел изгиба в переходных кривых, мм	4	4	5	6
4	Отклонения от нормы ширины колеи, мм	+3 -2	+3 -2	+4 -2	+6 -2
5	Отклонения стыковых зазоров от номинальных значений, мм	3	3	3	3
6	Допускаемый забег стыков, см: — на звеньевом пути в прямых и сверх половины укорочения рельса в кривых — на бесстыковом пути в прямых и кривых	1	1	2	3
		4	4	6	6
7	Ширина плеча балластной призмы	Уменьшение по сравнению с проектной не допускается			
8	Уклоны отвода возвышения наружной рельсовой нити кривой, мм/м	0,6	0,7	1,0	2,0

В технологические «окна» или под прикрытием специальных «окон» для производства комплексных механизированных ППР путевые бригады на линейных рабочих отделениях выполняют работы выборочного (локального) характера (одиночная замена рельсов, шпал, брусьев, исправление ширины колеи, регулировка стыковых зазоров и др.) с применением средств малой механизации и инструмента.

8.3.1. Текущее содержание элементов верхнего строения

8.3.1.1. Особенности содержания бесстыкового пути

В Инструкции по текущему содержанию железнодорожного пути, утвержденной МПС РФ в 2000 г. (ЦП-774) отмечены особенности содержания бесстыкового пути. В ЦП-774 указано, что к со-

держанию бесстыкового пути предъявляются специальные требования по сравнению со звеньевым путем, связанные со значительными продольными температурными силами, появляющимися в рельсовых плетях при больших изменениях температуры рельсов по сравнению с температурой их закрепления.

В летнее время при минимальной температуре закрепления 20 °С (в ТУ-2000 для северных районов России — это еще оптимальная температура) продольная сжимающая сила в двух рельсах бесстыкового пути, если их температура достигает 60 °С, равна 1600 кН. В южных районах России при минимальной температуре закрепления 30 °С (оптимальная равна 35 ± 5 °С) разница в летнюю жару не может быть более 35 °С. Однако не следует считать, что в северных районах из-за этого путь во время эксплуатации будет более устойчивым, так как имеет значение еще и длительность действия максимальных сжимающих продольных сил. Длительность действия сжимающих сил для обеспечения устойчивости должна составлять на бесстыковом пути не более 1/10 от длительности действия растягивающих сил. Обеспечение такого условия необходимо для того, чтобы не произошел выброс, так как для нормального, и даже минимального, удовлетворительного состояния пути запас устойчивости достаточно велик. Соблюдение пропорции 1/10 необходимо для обеспечения возможностей своевременного производства ремонтных работ, включая текущее содержание пути, без необходимости предварительного перезакрепления рельсовых плетей на более высокую температуру.

В зимнее время возникают растягивающие силы, которые в случаях максимальных похолоданий в северных районах могут достигнуть 3600 кН в двух рельсовых плетях и 1800 кН — в одной плети. Максимальные растягивающие силы могут возникнуть, если температура закрепления 30 °С, а температура рельсов –60 °С (такие морозы и такая температура закрепления весьма редки, но не исключены). При низких температурах наибольшую опасность для движения поездов представляют стыки на концах рельсовых плетей.

За время длительного сохранения в рельсах всего лишь нулевой температуры зазоры в стыках раскрываются до размеров, превышающих 21 мм. В таких случаях стыковые болты начинают работать на изгиб и срез. При наступлении отрицательных температур срез болтов становится реальным и тогда приходится менять

уравнительный рельс на удлиненный. Затем в таких уравнительных пролетах весной необходимо срочно вновь заменять удлиненный рельс на нормальной или укороченный. Чтобы свести к минимуму работы по регулировке зазоров на концевых участках бесстыкового пути, необходимо во время укладки рельсовых плетей и при их перезакреплении концевые участки закреплять при минимальной температуре в пределах оптимального интервала. Установление нулевых зазоров и подкрепление болтов промежуточных скреплений производится в конце лета — начале осени (пока зазоры нулевые, или близкие к ним).

При текущем содержании бесстыкового пути первоочередной работой бригад монтеров пути является своевременное подкрепление болтов промежуточных скреплений, что необходимо для обеспечения нормального прикрепления рельсовых плетей на шпалах. Если эта работа выполняется, то угона рельсовых плетей можно не ожидать. И, наоборот, если содержанию болтов промежуточных скреплений не уделено должного и своевременного внимания, то может начаться угон рельсовых плетей. Угон — самая опасная деформация железнодорожного пути, которая влечет за собой другие деформации, быстро разрушающие верхнее строение пути, приводя его в аварийное состояние. Угон несоизмеримо легче предотвратить, чем при его возникновении бороться с его последствиями. Контроль за стабильностью положений рельсовых плетей в осевом направлении проводят по «маячным» шпалам, служащих временными реперами, относительно которых можно заметить перемещение отметки на рельсе вдоль оси пути.

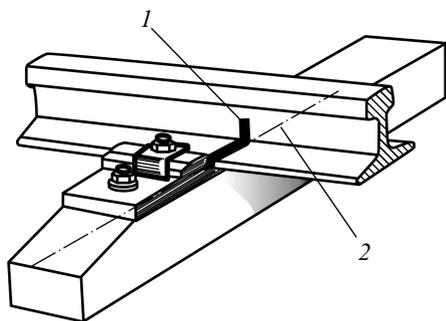


Рис. 8.13. «Маячная» шпала для контроля смещения рельсовой плети:
1 — риска; 2 — линия совмещения риски с кромкой подкладки

«Маячная» шпала (рис. 8.13) должна достаточно плотно лежать в балласте; на шпале или на подкладке, хорошо закрепленной на ней, должна быть видна постоянная точка, относительно которой смещение риски на подошве рельса можно измерить с точностью до 1 мм. Для быстрого нахождения «маячных»

шпал их поверхность окрашивают несмываемой краской. Против постоянной точки на шпале на подошве рельса несмываемой краской наносится метка, по которой острым предметом прочерчивается тонкая риска. Контроль за положением рельса относительно «маячных» шпал осуществляется ежемесячно.

Работы по текущему содержанию нельзя ставить в зависимость от величины смещения контрольных сечений на рельсе относительно «маячных» шпал. Прежде всего необходимо осуществлять контроль за состоянием натяжения болтов промежуточного скрепления — степенью прижатия рельса к шпале. Если произошло смещение рисков на величину до 5 мм, то это свидетельствует о серьезных упущениях в содержании скреплений и о неудовлетворительном состоянии пути. В соответствии с ТУ-2000 и ЦП-774 меры по закреплению болтов после обнаружения смещений до 10 мм и по регулировке продольной силы в рельсах при смещениях более 10 мм следует считать запоздалыми. При этих смещениях назначается вынужденная мера — ограничение скорости до 40 км/ч, имеющая цель предотвратить тяжелые последствия, связанные с возможной потерей устойчивости рельсошпальной решетки.

Изменение температуры закрепления t_3 на Δt , определенное по формуле

$$\Delta t = \pm 85 \frac{\Delta l}{l},$$

где Δl — удлинение или укорочение 100-метрового участка плети, мм, $l = 100$ м (расстояние между «маячными» шпалами) нужно считать приближенным с возможной ошибкой до 10—15 °С. Ошибка обусловлена тем, что величина продольной силы на 100-метровом участке берется осредненной; возможны ошибки при линейных и температурных измерениях, так как «маячная» шпала является далеко не совершенным репером. Другого метода ориентировочного определения фактических изменений продольных сил в рельсовой плети, пригодного для практического использования, пока нет.

В связи с тем, что далеко не всегда есть уверенность в удовлетворительной точности, отмеченной в Журнале учета или в паспорте-карте температуры закрепления t_3 , при любых работах текущего содержания, ослабляющих связь рельсошпальной решетки с балластом, место работ всегда следует ограждать, как минимум, сигналами «остановка» у красного, выдавая машинистам соответствующие предупреждения.

Руководители путевых работ на бесстыковом пути должны иметь средства для измерения температуры рельсов, а также пользоваться ежедневными и длительными прогнозами температуры рельсов, чтобы правильно планировать время и способы производства работ. Руководители работ должны иметь при себе выписку о величине температуры закрепления рельсовых плетей на участке работ и руководствоваться таблицами 4.1 и 4.4 ТУ-2000, регламентирующими допускаемые во время работы отступления от температуры закрепления.

Путевые ремонтные работы, связанные с временным ослаблением устойчивости рельсошпальной решетки против выброса, разрешается производить, если отклонения температуры рельсовых плетей от температуры их закрепления в течение всего периода не превышает значений указанных в ТУ-2000 (табл. 8.45).

Таблица 8.45

Допускаемые изменения температуры рельсовых плетей при текущем содержании бесстыкового пути

Путевые работы	Предельная высота подвешки или размер сдвижки при рихтовке, см	Допускаемое превышение температуры плетей, °С, относительно температуры их закрепления отдельным скреплением				
		В прямой	В кривой с радиусом, м			
			800 и более	600—799	350—599	
Исправление просядок, толчков и перекосов с вывеской путевой решетки домкратами	2	20	15	10	5	
Вывеска решетки домкратами	6	15	10	5	5	
Вырезка балласта до уровня подошвы шпал на длине пути до 25 м	1	15	15	10	5	
	6	15	10	5	5	
Одиночная смена шпал с вывеской решетки до 2 см при условии, что между одновременно заменяемыми шпалами расположено не менее 20-ти прикрепленных шпал	2	20	15	10	5	

При температурах рельсовых плетей, превышающих температуру их закрепления более, чем указано в табл. 8.45, не допускается производить работы, связанные с ослаблением сопротивления бесстыкового пути боковому и вертикальному перемещению. Выполнение таких работ в летний период времени следует планировать на ранние утренние или поздние вечерние часы, руководствуясь прогнозами геофизических станций. В исключительных случаях, если необходимо производить неотложные работы, связанные с безопасностью движения поездов, при отклонениях температуры рельсовых плетей превышающих значения, приведенные в табл. 8.45 (в ТУ-2000 табл. 4.1), то до их начала нужно перезакрепить рельсовые плети на более высокую температуру.

Исправлять просадки, толчки и перекосы укладкой или заменой прокладок толщиной до 10 мм между подошвой рельса и подкладками разрешается, если превышение температуры рельсовых плетей менее 15 °С температуры их закрепления. Клеммные болты при этом ослабляют одновременно не более чем на семи шпалах подряд, а клеммы не снимают. Одиночную смену подкладок, прокладок, клеммных и закладных болтов, пружинных шайб, клемм при температуре плетей, превышающей температуру их закрепления на 15 °С и больше, можно выполнять одновременно не чаще чем через 10 шпал.

Во избежание изменения установленных зазоров разбирать и ослаблять стыки на концах рельсовых плетей, а также между уравнивательными рельсами при температурах, отличающихся от температуры закрепления плетей более чем ± 5 °С, не рекомендуется. В случае особой необходимости разрешается разбирать стыки при температурах, отличающихся от температуры закрепления рельсовых плетей не более чем на 20 °С; при этом зазор может измениться примерно на 1 см. Для восстановления нормального зазора с наступлением температур, близких к температуре закрепления рельсовой плети, конец ее на протяжении 40—50 м должен быть освобожден от закрепления и после свободного изменения длины участка плети, вывешенного на ролики или пластины, вновь закреплен. При отсутствии зазоров зажатый уравнивательный рельс удаляют после вырезки из него куса газовой резкой при закрепленных болтах промежуточного скрепления.

Поскольку при применении машин тяжелого типа бесстыковой путь подвергается силовым воздействиям, передаваемым на рель-

сы их рабочими органами, а связь рельсошпальной решетки с балластом уменьшается, не следует выполнять работы при температурах отличающихся от температуры закрепления на величину более допускаемой в ТУ-2000 (табл. 8.46).

Таблица 8.46

Допускаемые изменения температуры рельсовых плетей при работе путевых машин

Путевые машины	Допускаемые отклонения температуры плетей с отдельным креплением, °С, от температуры закрепления в сторону			
	повышения		понижения	
	$R \geq 800$ м	$R < 800$ м	$R \geq 800$ м	$R < 800$ м
Щебнеочистительные машины баровые: ЩОМ-66, СЧ-600, СЧ-601, СЧУ-800, РМ-76, РМ-80, РМ-800, ОТ-400, ОТ-800	15	10	25	20
Роторные: ЩОМ-6Р, УМ-М, ЩОМ-4, ЩОМ-4М без использования подрезного ножа	20	20	25	20
Те же машины с подрезным ножом и противовыбросным устройством РФУ	15	10	25	20
Те же машины, балластеры без РФУ и рихтовочные машины	5	0	25	20
Выправочно-подбивочные машины применяемых типов	15	15	25	20
Динамические стабилизаторы	20	20	25	20

Если фактическое отступление от температуры закрепления выходит за допустимые пределы, то это значит, что при планировании работ была допущена ошибка и от выполнения этого вида ремонта следует отказаться.

При температуре рельсов более, чем на 30 °С выше и на 60 °С ниже температуры закрепления требуется усиление контроля за состоянием бесстыкового пути. Это требование не следует считать недостатком бесстыкового пути. На звеньевом пути также следует усиливать контроль при экстремальных и близких к ним температурах. На звеньевом пути более вероятны появления различных неисправностей, связанных с температурными продольными си-

лами в рельсах. В связи с этим в районах Севера, Сибири и Дальнего Востока применение бесстыкового пути предпочтительнее звеньевое. Чтобы не иметь при экстремальных температурах во время текущего содержания описанных проблем на концевых участках рельсовых плетей, нужно применять бесстыковой путь со сверхдлинными рельсовыми плетями протяженностью минимум до перегона.

8.3.1.2. Содержание участков с автоблокировкой и электрической тягой

На участках с автоблокировкой и электрической тягой рельсовые нити служат проводниками сигнального и обратного тягового токов. В связи с этим необходимо обеспечивать нормальную токопроводимость этих электрических цепей и в то же время в необходимых местах изоляцию их от внешней среды и друг от друга изолирующими стыками, описанными в разделе 5.3.1.

Необходимая токопроводимость рельсовых нитей обеспечивается за счет применения основных и дублирующих стыковых рельсовых соединителей, а изоляция от балласта — сохранением постоянного зазора между подошвой рельса и балластом (не менее 3 см).

Применяют стыковые соединители следующих видов: приварные, штепсельные и пружинные (см. разд. 5.1.4.4, рис. 5.20—5.23). Могут применяться и другие конструкции штепсельных и пружинных соединителей, если их конструкция утверждена ЦП ОАО «РЖД».

Для разделения рельсовых цепей друг от друга на участки применяют изолирующие стыки (см. рис. 5.24—5.27).

Изолирующие стыки требуют повышенного внимания при их текущем содержании. Изолирующие стыки не должны иметь провесов, углов в плане, ступенек в профиле и на них не должно передаваться больших продольных сжимающих или растягивающих сил. Нарушение изоляции в изолирующем стыке ведет к отказу в работе СЦБ.

Светофоры могут давать ложные показания, что в свою очередь может привести к проезду запрещающего сигнала, к применению экстренного торможения и тому подобным последствиям, угрожающим безопасности движения поездов.

В изолирующих стыках торцы рельсов должны иметь перпендикулярные их оси поверхности, в торцах на головке рельсов не должно быть наката, зазор не должен быть меньше 5 мм.

Места выхода изолирующих прокладок из-под металлических частей должны быть очищены от грязи, мазута, металлической пыли и других загрязнителей.

Не реже одного раза в год на путях 1—3-го класса, а при грузо-напряженности более 50 млн т брутто в год — двух раз, и раз в три года на остальных путях изолирующие стыки осматриваются со снятием накладок; при этом заменяются поврежденные и изношенные изолирующие детали.

При погрузке и выгрузке рельсов с клеболтовыми изолирующими стыками длиной 25 м механизированным способом их захватывают (а при перевозке на роликовых тележках устраивают опоры), во избежание образования чрезмерных изгибных усилий в зоне стыка и механических повреждений, в двух местах: на расстоянии от одного и другого конца 5,0—5,5 м. Не допускается сбрасывать такие рельсы с подвижного состава.

На участках ремонта пути, производимого с укладкой инвентарных рельсов, допускается постановка стыков на графитовую смазку с установкой тарельчатых шайб вместо стыковых соединителей на срок не более 3-х месяцев.

На работников дистанций пути возложено выполнение работ по техническому обслуживанию рельсовых стыковых соединителей на перегонах, изолирующих деталей изолирующих стыков, сережек рабочих и контрольных тяг с их креплением к острым краям, сварных полос, штепсельных соединителей, служащих для электрического объединения усовика и рельса на крестовинах и глухих пересечениях, а также соединителей, предназначенных для контроля острьяка.

8.3.1.3. Содержание пути на участках скоростного движения

При введении высоких скоростей движения возникают более сложные, чем при обычных скоростях, процессы взаимодействия пути и подвижного состава. Величина динамического воздействия подвижного состава зависит как от основных нагрузок, так и от скорости движения, которая существенно влияет на работу пути и, в частности, на его стабильность и напряженное состояние. Так, в зоне контакта колеса и рельса при его волнообразном износе образуются высокочастотные колебания (до 5000 Гц), которые передаются подрельсовому основанию и вызывают его расстройство, в том числе интенсивное истирание балласта. Наличие длин-

ных неровностей (20—50 м и более) возбуждает низкочастотные (примерно 1 Гц) резонансные явления в подвижном составе, что также интенсивно ухудшает процессы взаимодействия его с путем. Повышенный уровень динамического воздействия подвижной нагрузки на путь, а также увеличенная частота приложения этой нагрузки предъявляют более высокие требования к конструкции пути и содержанию его на линиях со скоростным движением поездов.

Общие требования к пути на линиях с высокими скоростями движения поездов должны обеспечивать сокращение времени нахождения пассажиров в пути, комфортабельность движения, безопасность движения и экологическую чистоту.

При введении на существующих линиях скоростного пассажирского движения учитываются повышенные требования к их плану и профилю. Для железных дорог России, где пассажирское движение совмещено с грузовыми перевозками, руководящий уклон продольного профиля при грузонапряженности в грузовом движении более 15 млн ткм/км должен быть не более 15 ‰, более 30 млн ткм/км — не превышать 12 ‰. Радиусы кривых в плане принимаются не менее 3000 м. При этом максимально допустимые скорости движения поездов в зависимости от радиуса кривой определяются при значении непогашенного поперечного ускорения $0,7 \text{ м/с}^2$ и скорости его нарастания не более $0,4 \text{ м/с}^3$.

Все круговые кривые сопрягаются с прямыми участками переходными кривыми, длина которых должна быть не менее $l_{\text{п}} = 2h$, где h — возвышение наружного рельса в кривой в мм, определяемое по формуле

$$h = 12,5V_{\text{ср}}^2 \frac{k}{R},$$

где: $V_{\text{ср}}$ — средневзвешенная скорость поездопотока в кривой, км/ч; k — коэффициент увеличения возвышения, учитывающий смещение центра тяжести экипажа в наружную сторону; R — радиус круговой кривой, м.

Крутизна отвода возвышения должна быть не более 1 мм на 2 м пути. Прямые вставки между начальными точками переходных кривых должны иметь длину не менее 150 м.

Для проектируемой высокоскоростной специализированной пассажирской линии Санкт-Петербург—Москва, где приняты скорости 300—350 км/ч, установлены более жесткие требования к плану и профилю пути.

При проведении реконструкции верхнего строения пути с целью внедрения скоростного движения пассажирских поездов, совмещенного с грузовым движением, укладывают термоупрочненные рельсы типа Р65 1-й группы, 1-го класса. К ним предъявляются повышенные требования по прямолинейности для коротких плетей (длиной 400—800 м), сваренных электроконтактным способом в РСР из 25-метровых рельсов без болтовых отверстий, и затем длинных плетей, сваренных после укладки в путь передвижной рельсосварочной машиной. На участках с тональной автоблокировкой (АБТ) плети бесстыкового пути свариваются в непрерывную длину перегона без изолирующих стыков, а на участках с обычными рельсовыми цепями — в длину блок-участков. При этом в зоне светофоров длинные рельсовые плети соединяются без уравнильных рельсов непосредственно друг с другом высокопрочными (сопротивление разрыву не менее 2,5 МН) изолирующими стыками с металлокомпозитными накладками. На поверхности катания в сварных стыках после их механической обработки неровности должны удовлетворять следующим требованиям: вогнутые не допускаются, выпуклые не должны превышать 0,3 мм на базе измерений, равной 1,5 м. На остальном протяжении рельсовых плетей, после их укладки и шлифовки, неровности, измеренные на той же базе, не должны быть более 0,2 мм. Шпалы укладывают железобетонные: стандартные с эпюрой укладки 1840 шп./км или повышенной массы (350 кг) типа Ш1-ТС с эпюрой 1760 шп./км. Промежуточные рельсовые скрепления — с упругими клеммами. Железобетонные шпалы укладывают на щебень (по ГОСТ 7392-85) фракции 25—60 мм марки прочности И-20 (гранит, базальт, диабаз и т.п.) слоем высотой 40 см. Вместо подушки может быть уложен защитный слой из полимерных материалов. Плечо балластной призмы — не менее 45 см, заложение откосов — 1:1,5. На проектируемой высокоскоростной магистрали Санкт-Петербург — Москва подшпальное основание отличается от обычного типового; ширина основной площадки земляного полотна составляет 13,00 м, расстояние между осями путей 4,5 м, откосы насыпи имеют уклон 1:1,75, защитный слой под балластом по всей ширине отделен от тела земляного полотна геотекстилем. Защитный слой создается, если существующее земляное полотно сложено недренными грунтами. Толщина его должна быть достаточной, чтобы глинистый грунт не промерзал: при суглинистых грунтах

0,8—1,0 м, при супесях 0,5—0,7 м. Защитный слой отсыпается из различных песчаных смесей с коэффициентом фильтрации не менее 0,5 м/сут. Грунт насыпи уплотняют согласно действующим нормативам. Поверхность основной площадки земляного полотна двухскатная. Этот вариант поперечного профиля высокоскоростной магистрали Санкт-Петербург—Москва учитывает местные климатические условия, в том числе возможность появления зимних экстремальных температур до минус 30—35 °С.

Линии, ставшие скоростными (до 200 км/ч) после реконструкции, имеют параметры более льготные, чем новые высокоскоростные линии. Такие магистрали, как правило, повторяют в основном план существующей линии, в отдельных местах при реконструкции увеличивают радиусы кривых до 2000 м с досыпкой земляного полотна. Подшпальное основание каждой линии имеет свои особенности в зависимости от вида верхней части насыпи и балластной призмы, сложившейся к началу реконструкции. Общим для таких линий является широкое применение в зоне подшпального основания различных типов и конструкций полимерных материалов. Например, на существующей линии Санкт-Петербург—Москва после реконструкции, в процессе которой выполнены работы по превращению ее в скоростную магистраль с максимальной скоростью 200 км/ч, реализована следующая конструкция подшпального основания: под железобетонными шпалами находится слой нового и очищенного щебня толщиной 40 см, между этим слоем и расположенным ниже старогодным (хорошо уплотненным) щебнем уложена прослойка из полимерных материалов. Назначение прослойки — не допустить проникновения нижележащих загрязнителей в очищенный щебень, а зимой служить надежным теплоизолирующим материалом. В связи с этим полимерные слои в зависимости от климатических и других местных условий могут быть различной толщины и конструкции.

Параметры плана и профиля скоростных и высокоскоростных линий также имеют особенности, связанные с действием непогащенного ускорения, равного 0,4—0,5 м/с² и более. При достаточно длительном действии ускорения такого уровня человеческий организм начинает чувствовать дискомфорт. На высокоскоростных линиях, предназначенных только для пассажирских перевозок, при расчетных радиусах кривых 3000—4000 м вопрос комфортабельности езды решается правильным подбором возвышения на-

ружного рельса в зависимости от скоростей движения пассажирских поездов.

При строительстве скоростных линий стрелочные переводы являются препятствием, влияющим на длину сварных рельсовых плетей. Повышенные требования к пути на линиях скоростного движения определили конструктивные особенности стрелочных переводов. В переводах нового поколения улучшение динамики достигнуто применением гибких остряков и крестовин с гибкоповоротным сердечником с удлиненными рельсовыми окончаниями и стыками накладочного типа, упругих клемм скреплений, подрельсовых прокладок различной жесткости, меньшего числа стыков.

При реконструкции линии Санкт-Петербург—Москва укладывались стрелочные переводы типа Р65 марки не круче 1/11 на железобетонных брусках с гибкими остряками, подвижным гибким сердечником, упругими промежуточными скреплениями и сварными рельсовыми стыками.

Снижение динамических воздействий при прохождении подвижного состава по зоне стрелочного перевода достигается сваркой перевода в бесстыковой путь и сваркой зазоров на самом переводе. Применение на стрелочных переводах сварочных машин для электроконтактной сварки затруднено. Поэтому для сварки стыков в зоне перевода применяется термитная сварка, выполняемая с использованием специальной оснастки.

Особенности содержания пути на линиях с высокими скоростями движения обусловлены повышенными требованиями к содержанию ширины колеи, рельсовых нитей по уровню и направлению в плане, к продольной равноупругости пути. Если геометрические параметры пути не соответствуют параметрам ходовых частей подвижного состава, происходит интенсивное усиление динамического воздействия подвижного состава на путь, ведущее к повышенному росту расстройств пути. Норма устройства пути по ширине колеи для скоростных участков сохраняется такой же, как и для участков со скоростями до 120 км/ч, т.е. 1520 мм. Сохраняются существующие нормы устройства стрелочных переводов по размерам ширины колеи и желобов, а также величинам ординат переводных и закрестовинных кривых. В соответствии с СТН Ц-01-95 изменяются нормы устройства стрелочных переводов по их расположению на главных путях при скоростях более 140 км/ч: меж-

ду смежными стрелочными переводами должны быть предусмотрены прямые вставки длиной не менее 25 м, а в трудных условиях — 12,5 м (на обычных линиях соответственно 12,5 и 6,25 м).

Сохраняются в содержании по ширине колеи и допуски. Допускаемые отклонения от нормы ширины колеи остаются неизменными и составляют 8 мм в сторону уширения, 4 мм в сторону сужения. Уклон отвода ширины колеи, определяемый как средняя величина на базе 2 м, допускается не более 2,5 ‰ при скорости движения 121—140 км/ч. По нормам верх головок рельсов обеих нитей на прямых участках должен быть на одном уровне. Однако для уменьшения виляющего движения разрешается держать на всем протяжении одну нить (обычно рихтовочную) на 6 мм выше другой. Для линий скоростного движения эта мера особо полезна, т.к. обеспечивает более плавное движение поездов. Повышение одной нити над другой не ликвидирует виляния, но их амплитуда становится меньше суммы зазоров между гребнями колес и рельсами, т.к. поперечная составляющая от силы веса экипажа, появляющаяся из-за небольшого наклона к горизонту, направлена всегда в сторону рихтовочной нити, которая в данном случае играет роль направляющей.

Отклонение рельсовых нитей по уровню в разные стороны более 6 мм на расстоянии менее 20 м не допускается. Плавность рельсовых нитей в плане — одно из главных условий обеспечения высоких скоростей. Особое внимание обращается на плавность отводов отступлений, от которой зависит величина боковой силы:

$$F = V\theta\sqrt{\beta(m_1 + m_0)},$$

где V — скорость движения поезда, км/ч; θ — угол набегания колеса на рельс; β — боковая жесткость пути; m_1 — масса тележки; m_0 — приведенная масса пути, т.

В прямых участках стрелы отклонений в направлении рихтовочной нити, измеренные от 20-метровой хорды через каждые 10 м, не должны превышать 6 мм при скоростях 121—140 км/ч и 4 мм — при 141—200 км/ч. В круговых кривых при измерении стрел изгиба от 20-метровой хорды разность стрел в точках через каждые 10 м не должна превышать 6 мм при скоростях 121—140 км/ч, 4 мм — при 141—200 км/ч. В переходных кривых нарастание стрел должно быть равномерным. Отклонение от равномерного нарастания стрел при

20-метровой хорде в точках через 20 м не должно быть больше 4 мм при скоростях 121—140 км/ч и 3 мм — при 141—200 км/ч.

Возникающие при высокой скорости высокочастотные колебания системы подвижного состава и пути приводят к увеличению проскальзывания колес, что вместе с множеством других факторов способствует образованию волнообразных неровностей на рельсах (с длиной волны 500—1500 м). Основное влияние на образование волнообразного износа рельсов оказывает динамическая жесткость пути, систем рессорного подвешивания подвижного состава, геометрических параметров пути. В результате уменьшения динамической жесткости пути при использовании более упругих рельсовых прокладок интенсивность образования и развития волнообразного износа рельсов снижается. На образование волнообразного износа оказывает влияние также качество рельсов. Новые рельсы имеют большую шероховатость по сравнению с уже обкатанными, что оказывает неблагоприятное влияние на плавность движения поездов и вызывает повреждаемость рельсов. Допустимые значения вертикальных неровностей на головке рельса, как видно из табл. 8.47, на рельсах отечественного производства пока в 2—2,5 раза превышают показатели, необходимые для скоростных линий.

Таблица 8.47

Вертикальные неровности на головке рельсов

Показатель	Значение показателя, мм	
	по существующим требованиям	на перспективу для скоростных линий
Концевая искривленность: вертикальная вниз горизонтальная	0,5	0,0
	1,0	0,5
Вертикальная волнообразная неровность по длине головки	0,6—1,0	0,2—0,4

Обследование скоростных линий показало, что за счет периодических профильных шлифовок рельсов рельсошлифовальными поездами с активными рабочими органами можно добиться снижения глубины коротких неровностей до 0,03—0,05 мм. Однако для скоростных линий наиболее неблагоприятны длинные неров-

ности — длиной 20—40 м и более. При этом чем выше скорость движения, тем более длинными (в процессе эксплуатации) становятся неровности на поверхности рельсов. На них накладывается «местный» волнообразный износ, ликвидация которого обеспечивается рельсошлифовальными поездами.

Анализ пропуска подвижного состава по пути с неровностями длиной более 20 м, на которые накладываются короткие неровности, позволил определить величины уклонов неровностей для оценки состояния пути в профиле на скоростных линиях (табл. 8.48).

Таблица 8.48

Оценка состояния хода подвижного состава в зависимости от уклонов неровностей

Скорость движения пассажирских поездов, км/ч	Оценка хода	Величина уклона, ‰, при длине неровности, м				
		20	30	40	50	60
160—200	Отлично	0,25	0,25	0,30	0,35	0,40
	Хорошо	0,30	0,30	0,40	0,45	0,50
	Удовлетворительно	0,40	0,40	0,60	0,75	1,00
141—160	Отлично	0,45	0,45	0,60	0,75	1,00
	Хорошо	0,60	0,60	0,75	0,90	1,20
	Удовлетворительно	1,00	1,00	1,50	1,80	2,20

Отклонения от прямолинейного направления по поверхности катания и по боковой рабочей грани рельсовой нити в стыках (вертикальные и горизонтальные ступеньки) не должны превышать 1 м при скоростях более 121 км/ч.

Значительные неровности в виде горбов появляются на пути в зимнее время из-за пучин. Для обеспечения необходимой плавности рельсовых нитей в местах пучин устраивают отводы укладкой специальных карточек, башмаков и нащпальников между подкладкой и шпалой. Отводы от пучин устраивают на всем протяжении сплошным уклоном не круче 0,7 ‰ при скорости движения 121—140 км/ч.

При введении высокоскоростного движения пассажирских поездов должны быть выполнены работы по стабилизации всех неустойчивых мест и ликвидации дефектов земляного полотна. На участках из глинистых грунтов, где, как правило, появляются пу-

чины, в зоне основной площадки под балластной призмой устраивают защитный слой из непучинистых дренирующих материалов в комбинации с теплоизолирующим материалом (пенопласт, пенополистирол, геотекстиль и др.).

Инструкцией по техническому обслуживанию и эксплуатации сооружений, устройств, подвижного состава и организации движения поездов ЦРБ-393 введены для скоростных участков железных дорог России предельные допуски по параметрам рельсовой колеи (табл. 8.49).

Таблица 8.49

Предельные допуски по параметрам рельсовой колеи, мм

Скорость, км/ч	Параметр					
	сужение	уширение	уровень	перекосы	просадки	разность стрел
141—161—200	8	16	20	16	18	25

При обнаружении отступлений, превышающих указанные пределы, скорости движения должны ограничиваться в соответствии с нормативами, установленными МПС России.

Плавность хода и безопасность движения на скоростных линиях в значительной степени зависят от качества содержания пути. При производстве всех видов работ особое внимание следует обращать на качество их выполнения, на обеспечение равнопрочности и равноупругости элементов пути (одинаковые толщины прокладок, затяжка клеммных и закладных болтов, плотность подбивки шпал и т.п.). Необходимо соблюдать установленную периодичность проведения плановых работ.

В последнее время подход к оценке и устранению отступлений на скоростных участках железных дорог России изменился. Намечился переход от устранения неровностей по методу сглаживания к постановке пути в проектное положение. Это стало возможно с внедрением новых выправочных систем «09-Дуоматик», обеспечивающих постановку пути в проектное положение, а также реперной системы контроля положения пути в плане и профиле. Система внедряется на скоростной линии Санкт-Петербург—Москва, работает совместно с путеизмерителем ЦНИИ-4 и с микропроцессорной системой управления выправочно-подбивочно-рихтовочными машинами для автоматической регистрации существую-

щих геометрических очертаний пути и автоматизации работ по приведению их в проектное положение.

8.4. Технологии работ текущего содержания

8.4.1. Выправка пути в продольном профиле

Выправка пути в продольном профиле с подбивкой шпал является наиболее характерной работой текущего содержания, а также на заключительном этапе ремонтов в составе отделочных работ. Необходимость ее определяется по лентам путеизмерительного вагона (автомотрис, путеизмерительных тележек), а также при осмотрах и проверках пути, в результате которых выявлены односторонние или двусторонние просадки, отступления во взаимном положении рельсовых нитей по уровню, в отводах возвышения на переходных кривых, в возвышении наружной нити в круговых кривых, в случаях неплотного прилегания рельсов к шпалам или последних к балластной постели.

Выправка пути может быть локальной (выборочной) по исправлению его положения в продольном профиле на коротких по протяжению участках, выполняемая на них в порядке неотложных или первоочередных работ. Такая выправка производится шпалоподбоекми в интервалах времени между поездами. Другой вариант — плано-предупредительная выправка, которая выполняется на протяженном участке (длиной не короче 150—200 м) со сплошной подбивкой шпал механизированным способом в «окна» рациональной продолжительности.

В зимний период, при смерзшемся балласте: в зависимости от характера отступлений при отдельных скреплениях типа КБ выправка до 10 мм производится укладкой регулировочных прокладок между рельсом и подкладкой, а при костыльном скреплении — карточками между подкладкой и шпалой.

На участках с асбестовым балластом допустима выправка отдельных просадок величиной до 15 мм порционной подсыпкой балласта под шпалы — суфляжем.

Признаки необходимости выполнения выправок пути по путеизмерительным лентам представлены на рис. 8.14 — выборочной (неотложной или первоочередной) и на рис. 8.15 — сплошной плано-предупредительной.

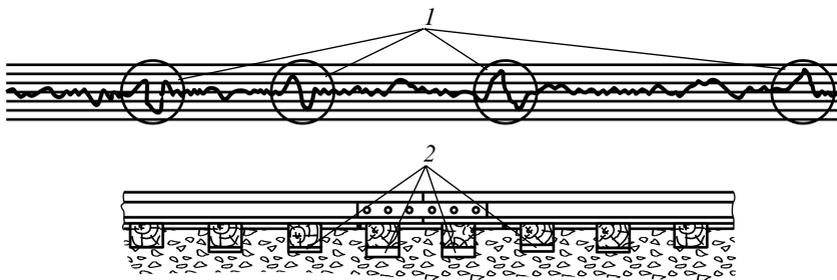


Рис. 8.14. Признаки необходимости проведения выборочной (неотложной или первоочередной) выправки пути:

a — фрагмент записи перекосов III степени на путеизмерительной ленте; *б* — продольный разрез пути (по торцам шпал) в зоне стыка; *1* — просадки и перекосы I и III степени; *2* — пустоты под шпалами

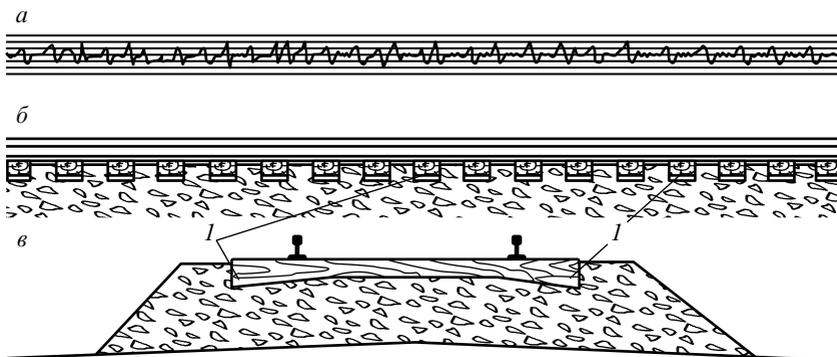


Рис. 8.15. Признаки необходимости проведения сплошной планово-предупредительной выправки пути:

a — фрагмент записи просядок II степени на путеизмерительной ленте; *б, в* — продольный (по торцам шпал) и поперечный (по оси шпал) разрезы участка пути; *1* — пустоты под шпалами

Работам по выправке пути шпалоподбойками предшествуют контрольные измерения положения рельсовых нитей по уровню путевым шаблоном, а определение границ просядок и их величин — оптическим прибором ПРП в комплекте с рабочей и измерительной рейками (рис. 8.16). Необходимые величины исправления пути, полученные в результате измерений, целесообразно метками нанести на шейку рельса, на каждой 5—7-й шпале. Если

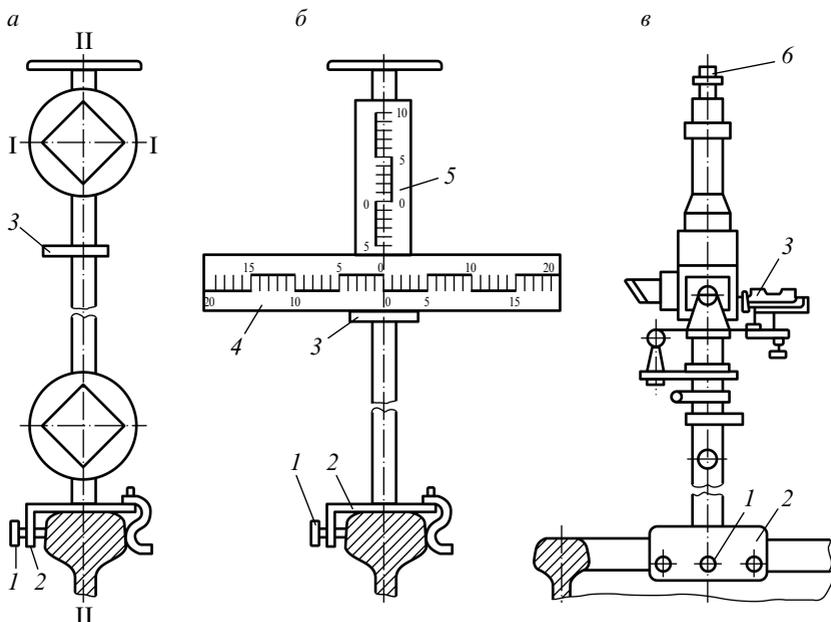


Рис. 8.16. Оптический прибор ОП:

a — рабочая рейка; *б* — измерительная рейка; *в* — зрительная труба; 1 — зажимной винт; 2 — башмак; 3 — уровень; 4, 5 — соответственно горизонтальная и вертикальная шкалы; 6 — окуляр; I—I — горизонтальная нулевая линия; II—II — вертикальная нулевая линия

одновременно с подбивкой шпал необходима их перегонка по эпюре, то на рельсе также наносятся соответствующие метки.

Работы по выправке пути на бесстыковом пути должны выполняться при фактической температуре рельсовых плетей, не превышающей температуру их последнего закрепления (перезакрепления) на величину, установленную ТУ-2000.

Выправка с использованием электрошпалоподбоек включает производство следующих работ:

- подтягивание гаек клемных болтов при скреплениях КБ, КД (К-4), закладных болтов (на КБ); довертывание шурупов (на К-4) и добивку костылей (скрепление ДО) для устранения зазоров между подошвой рельса, подкладкой и шпалой;

- изъятие имеющихся, уложенных зимой, регулировочных прокладок и пучинных карточек;

— отрывку в шпальных ящиках балласта на глубину 2—5 см ниже подошвы шпал для установки гидравлических домкратов (по одному под каждую рельсовую нить);

— вывешивание пути парой домкратов;

— подбивку шпал ЭШП с добавлением балласта;

— снятие гидравлических домкратов и переноска на следующее место установки.

Устранение потайных толчков на участках без отступлений в профиле и его уровню производят подбивкой пути без подъемки домкратами.

В зависимости от количества монтеров пути в бригаде подбивка шпал может производиться четырьмя или восемью электрошпалоподбойками.

При четырех ЭШП все четверо монтеров пути одновременно подбивают одну шпалу, располагаясь попарно один против другого. Порядок и последовательность работы шпалоподбоек при подбивке шпал показаны на рис. 8.17. Сначала подбивают подрельсовую часть шпалы (положение I на рис 8.17), а затем шпалоподбойки переносят к торцам шпал и ведут подбивку в направлении к рельсам (положение II, рис 8.17). Закончив подбивку концов первой шпалы, переходят на следующую шпалу и подбивают ее в той же последовательности. После подбивки подрельсовой части

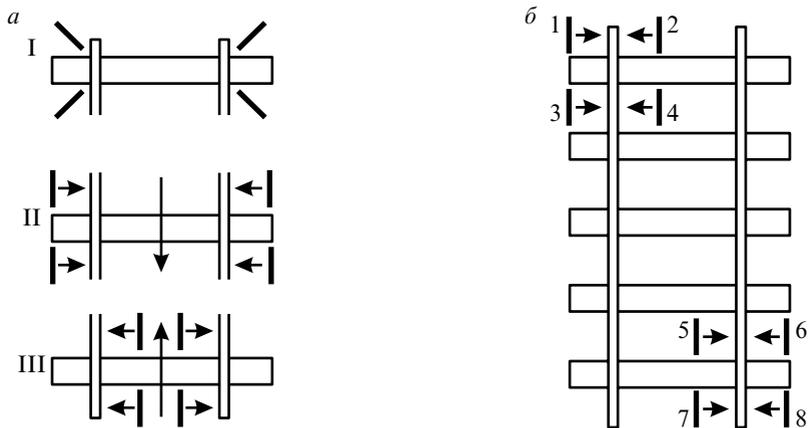


Рис. 8.17. Последовательность подбивки шпал:

а — четырьмя электрошпалоподбойками; *б* — восемью электрошпалоподбойками

шпалы и концов шпал на выправляемом участке шпалоподбойки переносят через рельсы и последовательно подбивают каждую шпалу внутри колеи, передвигаясь по выправленному участку в обратном направлении. Подбивку шпал внутри колеи начинают на расстоянии 0,5 м от каждой рельсовой нити и заканчивают под рельсом (положение III на рис. 8.17).

Более производительной является подбивка восемью электрошпалоподбойками, так как она исключает лишние переходы в рабочей зоне. Четыре монтера пути, располагаясь попарно друг против друга, подбивают каждую шпалу по одной рельсовой нити, а четыре монтера пути, отставая на 2—3 шпальных ящика подбивают каждую шпалу по второй рельсовой нити (рис. 8.17). В этом случае для подъёмки пути можно применять четыре домкрата — по два на каждую рельсовую нить.

В заключительный период производят рихтовку пути, поправляют противоугоны, закрепляют стыковые болты, оправляют балластную призму.

Состав бригады при работе четырьмя электрошпалоподбойками: 11 монтеров пути, машинист передвижной электростанции и сигналист; при работе восемью электрошпалоподбойками: 17 монтеров пути, машинист путевой электростанции и сигналист.

Последовательность работы представлена на графике (рис. 8.18).

№ п/п	Наименование работ	Время на 10 шпал, мин									
		2	4	6	8	10	12	14	16	18	
1	Отрывка шпальных ящиков перед подбивкой				1—2						
2	Добивка костылей и подъёмка пути домкратами				3—4						
3	Подбивка шпал электрошпалоподбойками				5—8						
4	Подброска щебня и переноска кабельной арматуры и магистрального кабеля				9						
5	Заброска шпальных ящиков прогрохоченным щебнем и трамбование его				10—11						

Рис. 8.18. График производства основных работ по подбивке пути при щебёночном балласте четырьмя ЭШП бригадой в составе 11 чел. (цифрами обозначены монтеры пути)

Выправка пути электрошпалоподбойками с подъемкой рельсошпальной решетки на высоту до 2 см производится без ограничения скорости, на высоту от 2 до 6 см при рельсах Р50 и тяжелее — с уменьшением скорости до 60 км/ч.

По «Типовым технически обоснованным нормам времени на работы по текущему содержанию пути» общие затраты на выправку 10-ти шпал составляют: при скреплении КБ — 130,14 чел.-мин (2,17 чел.-ч), при скреплении КД (К-4) — 139,09 чел.-мин (2,32 чел.-ч), при скреплении ДО — 106,28 чел.-мин (1,77 чел.-ч); при наличии в пути регулировочных прокладок к норме времени монтеров пути на каждую снятую прокладку добавляется 0,118 чел.-ч, а на отрывку шпальных ящиков, заброску и трамбование балласта — 0,15 чел.-ч.

Выправка пути с подбивкой шпал машинами ВПР, «Дуоматик» и стрелочных переводов машинами ВПРС, Унимат выполняется под руководством дорожного мастера. Высокое качество и наибольшая производительность машин обеспечивается на участках с загрязненностью щебня не более 15 % при подъемке пути на высоту 15—25 мм (табл. 8.50).

Таблица 8.50

Рекомендуемая высота подъемки при выправке машиной ВПР

Вид балласта	Максимальная высота подъемки пути, мм, при балласте		
	Чрезмерно уплотненном и частично загрязненном	Среднеуплотненном и частично загрязненном	Слабоуплотненным и не загрязненным
Щебневый	30	20	15
Асбестовый	15	10	5

В начале и конце участков выправки пути устраиваются отводы с допускаемыми уклонами (табл. 8.51) в зависимости от скоростей движения поездов.

Таблица 8.51

Уклоны отводов по длине пути при выправке его с подъемкой.

Максимальная скорость движения поездов, км/ч	Уклон отвода, мм/м		Максимальная скорость движения поездов, км/ч	Уклон отвода, мм/м	
	По обеим рельсовым нитям в прямой и круговой кривой	Возвышения в переходной кривой		По обеим рельсовым нитям в прямой и круговой кривой	Возвышения в переходной кривой
140	—	0,7	60	4,0	2,7
120	1,0	1,0	50	—	3,0
100	2,0	1,4	40	5,0	3,1
80	3,0	1,9	25	—	3,2

Машинная выправка неровностей в продольном профиле производится способом сглаживания и способом фиксированных точек. Машины, у которых контрольно-измерительная система дополнена бортовой ПЭВМ, выполняют выправку способом постановки пути в заданное положение, используя методы электронного сглаживания при проектных отметках.

Стрелочный перевод также выправляется по методу сглаживания или с постановкой на заданные отметки, определяемые по контрольной нити прямого направления накануне выправки. Остальная часть перевода выправляется по уровню. Максимальная величина подъема и сдвигка перевода в плане — 100 мм. Сопутствующие работы по снятию карточек, добивке противоугонов, закреплению болтов и шурупов, добивке костылей, планировке и уплотнению балласта в ящиках и на откосах призмы выполняются бригадой монтеров пути. Выправку с подбивкой брусьев начинают за 20—25 м до переднего стыка рамного рельса (протяжение отвода), продолжая ее по прямому направлению, а затем по боковому.

За крестовиной по каждому пути на протяжении 25 м, также как и перед стрелочным переводом, должны быть обеспечены отводы к неподнятым путям.

Технология работ по выправке стрелочного перевода машиной ВПРС в «окна» представлена на рис. 8.19.

8.4.2. Выправка пути в плане

Выправка пути в плане, или рихтовка пути, — одна из наиболее характерных путевых работ текущего содержания. Она может выполняться как самостоятельная работа или как составляющая комплексной выправки пути (в том числе при ремонте), а также как работа, сопутствующая разгонке пути, смене шпал и др.

Выполнение рихтовки пути обусловлено необходимостью содержания его в плане без видимых отклонений от прямого направления на прямых участках, с одинаковыми стрелами изгиба в круговых кривых одного пути, равномерным нарастанием стрел в пределах переходных кривых. Рихтовку назначают по результатам проверки колеи путеизмерительным вагоном и анализа графика стрел изгиба.

До начала рихтовки должны быть отрегулированы стыковые зазоры и путь выправлен в продольном профиле с подбивкой шпал. Не допускается приступать к рихтовке, если на звеньевом пути имеется два и более слитых зазора.

На бесстыковом пути с целью исключения ослабления его устойчивости, рихтовка гидравлическими приборами допускается со сдвижкой рельсошпальной решетки на 1 см при разнице фактической температуры плетей с температурой закрепления не более чем на 15 °С — в прямых и кривых радиуса 800 м и более, на 10 °С — в кривых радиуса 600—799 м и на 5 °С — в кривых радиуса 350—599 м. При сдвижке пути до 6 см разница указанных температур не должна превышать соответственно 15, 10, 5 и 5 °С. Поэтому перед рихтовкой бесстыкового пути обязательны измерения температуры рельсовых плетей на длине участка работ.

Рихтуют путь на кривых по наружной рельсовой нити, на прямых участках — по правой по счету километров, на двухпутных линиях — по междупутной нити. На прямых участках, где имеется возвышение одной рельсовой нити над другой, рихтуют по пониженной нити.

На коротких участках длиной до 30 м при устранении углов в плане кривой бригада пути рихтует гидравлическим приборами на «глаз». В других случаях путь сдвигают в реперных точках (через 10 м) по расчету, а в промежутках между ними «на глаз». При этом величины сдвижки на кривой в реперных точках, предварительно рассчитанные по замеренным стрелам изгиба, заранее должны быть нанесены мелом на шейке рельса.

Для выполнения рихтовки силами путевой бригады используют гидравлические рихтовщики. Контроль положения путей в плане осуществляется с использованием оптического прибора ПРП.

Необходимое количество гидравлических приборов зависит от величины сдвижек, вида и степени уплотнения балласта, мощности верхнего строения и конструкции пути (звеньевой, бесстыковой), а также от плана пути (прямая или кривая). Обычно используется от 3 до 7 гидравлических приборов, устанавливаемых через 2—3 шпальных ящика один от другого в шахматном порядке (рис. 8.20). При этом большее количество приборов устанавливают на рихтовочной нити.

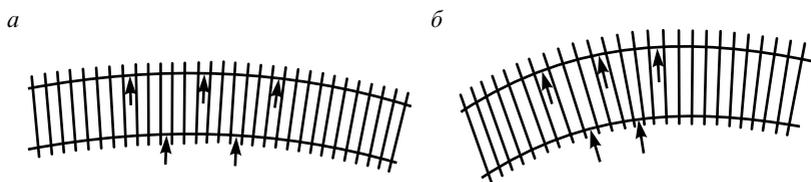


Рис. 8.20. Схемы установки рихтовочных приборов через два (а) и через один (б) шпальный ящик

Наименование операции	Объем работ, км	Трудоемкость на весь объем работ, чел.-ч	Состав звена монтеров пути	Час						Мин						Сы					
				1		2		3		1		2		3		6		7		8	
				20	40	60	20	40	60	20	40	60	20	40	60	20	40	60	20	40	60
				атки																	
Установка зрительной трубы и измерительной рейки	0,8	2,4	5 разр.—1 3 разр.—1	1	18	2	18	4	3	18	18	4	18	18	4	18	18	4	18	18	
																					88
Отрывка балласта от концов шпал в местах сдвиги рельсошпальной решетки	0,8	2,4	3 разр.—2	1	18	2	18	4	3	18	18	4	18	18	4	18	18				
																		88	14	14	
Определение мест установки гидроприродов, установка их с отрывкой балласта, установка и снятие рабочей рейки и сдвигка рельсошпальной	0,8	23,47	5 разр.—1 3 разр.—3	1	18	2	18	4	3	18	18	4	18	18	4	18	18				4
																		88	14	14	
Засыпка торцов шпал балластом	0,8	1,87	3 разр.—2	1	18	2	18	4	3	18	18	4	18	18	4	18	18				4
																		88	14	14	
Снятие зрительной трубы, измерительной рейки и переход на следующую захватку	0,8	1,87	5 разр.—1 3 разр.—1	1	18	2	18	4	3	18	18	4	18	18	4	18	18				4
																		88	14	14	
Оправка балластной призмы с добавлением балласта	0,8	80,0	3 разр.—4 1 разр.—6	1	18	2	18	4	3	18	18	4	18	18	4	18	18				4
																		88	14	14	
Итого:		112,01 ≈112,0		1	18	2	18	4	3	18	18	4	18	18	4	18	18				4
																		88	14	14	

Рис. 8.21. График производства работ по рихтовке прямых участков пути при помощи гидравлических рихтовщиков с применением оптического прибора ПРП (числа на линиях обозначают продолжительность операций, мин)

На рис. 8.21 в качестве примера технологии и организации работ приведен график рихтовки пути на прямых участках протяжением 800 м с использованием гидравлических приборов ГР-12Б. Работы выполняет бригада из двух звеньев общим составом 14 человек. Первое звено из четырех монтеров пути (5-го разряда — 1, 3-го разряда — 3) во главе с бригадиром выполняют рихтовку. Второе звено из 10 монтеров пути (3-го разряда — 4, 1-го разряда — 6) выполняют сопутствующие операции. Вслед за сдвижкой пути в проектное положение поправляют балластную призму с добавлением балласта и заделкой им мест установки гидрихтовщиков и торцов шпал.

При выполнении ремонтов и комплексных планово-предупредительных работ рихтовка пути осуществляется механизированным способом (машины Р-2000, ПРБ Балашенко, электробалластер с навесным рихтовочным устройством, ВПР с системой «Навигатор» СибГУПСа).

8.4.3. Регулировка и разгонка стыковых зазоров

Нарушение нормальной величины зазоров и взаимного расположения стыков по наугольнику связано прежде всего с углом рельсов звеньевого пути или плетей бесстыкового пути, а также (и в том числе) с постоянными изменениями температуры рельсов. Эти нарушения могут привести к выбросу рельсошпальной решетки, разрыву (срезу) стыковых болтов с одновременным нарушением нормальной работы рельсовых цепей.

Необходимость в разгонке зазоров нередко возникает перед производством ремонтов пути с применением путевых машин, работающих с вывеской путевой решетки. Работы по регулировке зазоров производятся для приведения их в нормальное состояние и для ликвидации забега стыков одной рельсовой нити против другой, когда фактические величины зазоров и взаимное расположение стыков не отвечают требованиям Инструкции по текущему содержанию пути. При этом приведение величин зазоров к нормальным может осуществляться без разрыва стыков; с разрывом рельсовой нити в них до размера, превышающего конструктивный зазор (22 или 24 мм при диаметрах отверстий соответственно 36 и 40 мм). В первом случае выполняется регулировка стыковых зазоров, во втором — разгонка зазоров.

Регулировка зазоров может быть внеплановая и плановая. Первая назначается по результатам осмотра стыков, исходя из наличия и числа слитых и чрезмерно растянутых зазоров, соответственно при положительных и отрицательных температурах воздуха. Плановая регулировка (разгонка зазоров) назначается по результатам сопоставления измеренных и нормативных зазоров.

Необходимость в выполнении регулировки (разгонки) зазоров нередко возникает накануне «окна» перед производством ремонтов пути или планово-предупредительных работ с применением путевых машин, работающих с подъемкой рельсошпальной решетки.

Номинальные рельсовые зазоры в стыках в зависимости от температуры рельсов, длины рельсов и климатических условий должны иметь величины приведенные в табл. 8.52.

Таблица 8.52

Номинальные значения зазоров в стыках по климатическим регионам

Зазор, мм	Температура рельсов, °С, для климатических регионов с годовой амплитудой температуры рельсов		
	$T > 100$ °С (резко континентальный климат)	$T = 80—100$ °С (умеренный климат)	$T < 80$ °С (мягкий климат)
1	2	3	4
Длина рельсов 25 м			
0	выше 30	выше 40	выше 50
1,5	30—25	40—35	50—45
3,0	25—20	35—30	45—40
4,5	20—15	30—25	40—35
6,0	15—10	25—20	35—30
7,5	10—5	20—15	30—25
9,0	5—0	15—10	25—20
10,5	от 0 до -5	10—5	20—15
12,0	-5...-10	от 5 до 0	15—10
13,5	-10...-15	от 0 до -5	10—5
15,0	-15...-20	-5...-10	5—0
16,5	-20...-25	-10...-15	от 0 до -5
18,0	-25...-30	-15...-20	-5...-10
19,5	-30...-35	-20...-25	-10...-15
21,0	-35...-40	-25...-30	-15...-20
22,0	ниже -40	ниже -30	ниже -20

1	2	3	4
Длина рельсов 12,5 м			
0	выше 55	выше 60	выше 65
1,5	55—45	60—50	65—55
3,0	45—35	50—40	55—45
4,5	35—25	40—30	45—35
6,0	25—15	30—20	35—25
7,5	15—5	20—10	25—15
9,0	от +5 до -5	10—0	15—5
10,5	-5...-15	от 0 до -10	от +5 до -5
12,0	-15...-25	-10...-20	-5...-15
13,5	-25...-35	-20...-30	-15...-25
15,0	-35...-45	-30...-40	-25...-35
16,5	-45...-55	-40...-50	-35...-45
18,0	ниже -55	ниже -50	ниже -45

Примечание. Амплитуда температуры T определяется дистанцией пути для своей климатической зоны в соответствии с указаниями по устройству, укладке и содержанию бесстыкового пути.

Не допускается наличие на одной рельсовой нити подряд слихих или максимально растянутых зазоров более трех при $l_p = 12,5$ м и более двух при $l_p = 25$ м.

Определяющими необходимостью выполнения регулировки или разгонки зазоров являются следующие условия:

- отличие фактической величины зазоров от номинальной более чем на 6 мм;
- величины зазоров близкие или равные конструктивным;
- несовпадение стыков по наугольнику на путях 1-го, 2-го и 3-го классов в прямых более чем на 8 см; в кривых — на величину, равную 8 см плюс половина стандартного укорочения рельсов на внутренней нити кривой (80 мм или 160 мм при $l_p = 25$ м и 40 мм или 120 мм при $l_p = 12,5$ м) или 8 см плюс половина комбинации стандартных укорочений.

На путях 3-го класса при скорости движения 60 км/ч и менее, а также на путях 4-го и 5-го классов при сплошной замене или перекладке рельсов допускается устройство и содержание стыков вразбежку:

- в случаях, когда возникает острая необходимость сплошной замены и перекладки рельсов при температурах выше максимальных и ниже минус -30 °С (хотя обычно нецелесообразно доводить до такой ситуации).

Организация работ включает :

— замеры фактических величин зазоров по каждой рельсовой нити с помощью мерного клина (рис. 8.22); при этом измерения должны быть выполнены за такое время, чтобы температура рельсов, как по длине каждой рельсовой нити, так и между ними, не отличалась более чем на 5°C ;

— составление ведомости по форме, представленной в табл. 8.53, устанавливающей вид работ (регулировки или разгонки), величину и направления перемещений рельсовых нитей;

— построение графика накопления зазоров, определение границ участков, на которых необходима регулировка или разгонка зазоров.

При измерении зазоров металлический клин заводится в зазор с внешней (нерабочей) грани головки рельсов на уровне ее средней части. Одновременно при каждом измерении зазора фиксируется температура рельсов. Зазоры начинают замерять с фиксированных точек — стыков, которые не будут перемещаться (например, рамный или закрестовинный стык входного или выходного стрелочного перевода; крайний стык безбалластного моста и др.).

В начале промера зазоров должна быть выявлена величина поправки к измеряемым (фактическим) зазорам, которая учитывает силы трения рельса в накладках, препятствующих свободному изменению зазоров при изменении температуры. Для этого определяют сумму зазоров в первых четырех стыках (исключая нулевые) при измерении их сначала в бытовом состоянии без ослабления

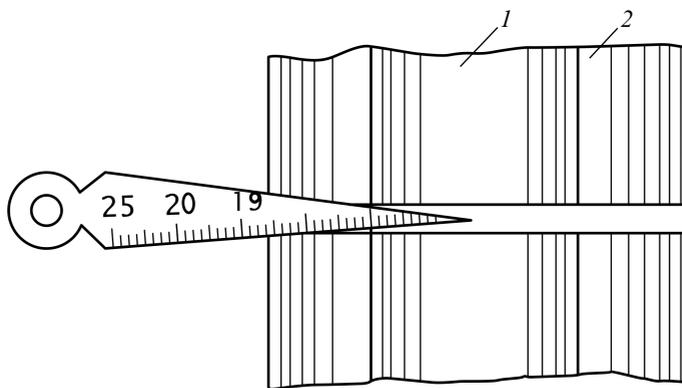


Рис. 8.22. Измерение стыкового зазора клином (вид сверху):
1 — головка рельса; 2 — подошва рельса

Таблица 8.53

Расчет рельсовых зазоров для их регулировки

Номер стыка	Левая нить		Сумма нормальных зазоров $\Sigma[\delta]$, мм	Необходимая подвижка левой нити, мм	Правая нить, мм		Необходимая подвижка правой нити, мм	Забег стыков, мм	Примечание
	Измеряемые зазоры δ_p , мм	Длина измеренных зазоров $\Sigma\delta_p$, мм			δ_i	$\Sigma\delta_i$			
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	10	10	9	+1	9	9	0	-1	$t_p=12^\circ\text{C}$ $l_p=25\text{ м}$ $[\delta]=9\text{ мм}$ $R=\infty$ (прямая)
2	12	22	18	+4	8	15	-3	-7	
3	10	32	27	+5	12	27	0	-5	
4	14	46	36	+10	2	29	-7	-17	
5	0	46	45	+1	15	44	-1	-1	
6	8	54	54	0	5	49	-5	-5	
7	6	60	63	-3	0	49	-14	-11	
8	9	69	72	-3	6	55	-17	-14	
9	0	69	81	-13	6	61	-20	-8	
10	11	80	90	-10	10	71	-19	-9	
11	8	88	99	-11	11	82	-17	-6	
12	9	97	108	-11	17	99	-9	+2	
13	8	105	117	-12	14	113	-4	+8	
14	12	117	126	-9	12	125	-1	+8	
15	18	135	135	0	10	135	0	0	

гаек болтов, а затем с отвинченными на 2—3 оборота гайками. Разницу в сумме зазоров при затянутых и ослабленных гайках делят на число замеров (в данном случае на четыре) и определяют поправку к измеренным зазорам. Если она положительная, то ее вычитают из значений фактических зазоров (без учета стыков с нулевыми зазорами), а если отрицательная — прибавляют к измеренным зазорам, включая при этом стыки с нулевыми зазорами. Например, если средний зазор в первых четырех стыках при затянутых болтах составил 5 мм, а при ослабленных 6 мм, то фактические зазоры в стыках должны быть увеличены на 1 мм, так как полученная разница явилась отрицательной ($5-6=-1$ мм).

В табл. 8.53 приведен практический пример расчета рельсовых зазоров для их регулировки, как работы, выполняемой под руководством бригадира пути (работами по разгонке зазоров руководит дорожный мастер). В примере принято выполнение работ в регионе с умеренным климатом на основе измерений зазоров при $t=12$ °С (номинальные зазоры 9 мм) в прямом участке звеньевом пути с рельсами длиной 25 м. Как ясно из таблицы (колонка 5), для левой нити сумма измеренных зазоров превышает сумму нормальных на участке от нулевого до шестого стыка (передвижка со знаком плюс), поэтому рельсы необходимо сдвигать от шестого стыка к начальному. На участке от шестого стыка до 15-го накопление фактических зазоров меньше (со знаком минус) необходимой суммы нормальных зазоров, поэтому направление передвижки рельсов необходимо производить в направлении от шестого стыка к последнему. Результаты расчетов рельсовых зазоров для левой нити представлены на рис. 8.23. Необходимая передвижка рельсов правой нити (максимальная в колонке 9) меньше величины конструктивного зазора и будет направлена в одну сторону от начального стыка к последнему, поскольку ее конкретные значения в каждом стыке со знаком минус. Из колонки 9 ясно, что нет необходимости корректировать расположение стыков по наугольнику, поскольку забег (разница значений в колонках 8 и 5 с учетом знака) не превышает 17 мм (4-й стык) при допуске 8 см.

В технологии производства работ по регулировке стыковых зазоров принята следующая последовательность операций:

- ослабление болтов во всех стыках, кроме тех, в которых величина зазора не изменяется;
- наддергивание костылей и снятие противоугонов;

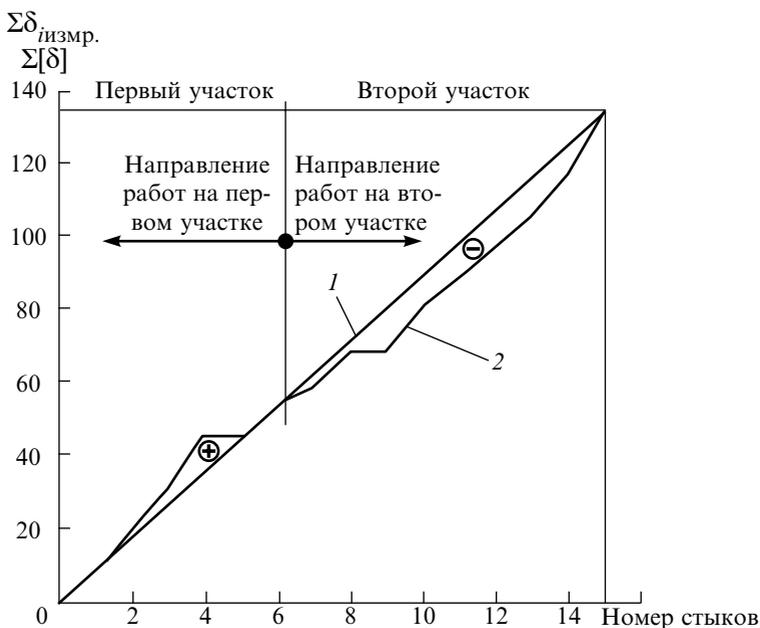


Рис. 8.23. График накопления стыковых зазоров:
 1 — линия накопления нормальных зазоров; 2 — измеренных по левой нити

— установка гидравлического разгонного прибора РН-02 или РН-01А (с распорным усилием 120 кН) с таким расчетом, чтобы передвижка осуществлялась плетями из двух-трех рельсов (рис. 8.24);

— перемещение рельсовой плети до того момента, когда прозорники в стыках окажутся зажатыми;

— снятие прозорников из стыков перемещенной плети, закрепление стыковых болтов на ней, постановка (перестановка) противоугонов, добивка костылей;

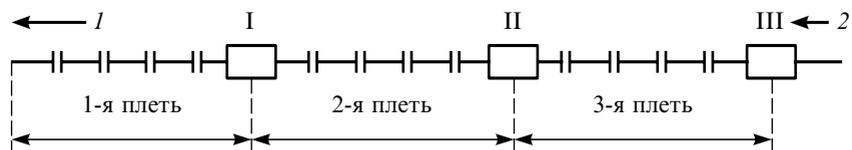


Рис. 8.24. Схема перестановки гидравлического прибора при регулировке и разгонке зазоров:

1 — первая установка стыкоразгонного прибора РН-01; 2 — вторая установка РН-01 после приведения зазоров на первой плети к нормальным

— переустановка гидравлического разгонщика на следующую позицию.

При этом следует иметь в виду, что работы надо начинать с участка, на котором фактическая величина зазоров превышает нормальные, т.е. с растянутых зазоров. Со стороны, куда будут перемещаться рельсы, в имеющиеся в стыках зазоры устанавливаются прозорники, толщина которых равна нормальному зазору при данной температуре рельсов.

График производства работ по регулировке зазоров на звеньевом пути с костыльным креплением бригадой из 8-ми монтеров пути 3-го разряда представлен на рис. 8.25.



Рис. 8.25. График производства работ по регулировке зазоров

Место работ по регулировке зазоров ограждается сигналами остановки поездов, машинистам выдается предупреждение об остановке у красного сигнала, а при его отсутствии — о следовании с установленной скоростью. Перед снятием сигналов и пропуском поезда гидравлический прибор относят с рельса в сторону от пути с соблюдением габарита.

8.4.4. Исправление ширины колеи

Исправление (регулировку) ширины колеи выполняют: на пути с деревянными шпалами — ее перешивкой; на пути с железобетонными шпалами — за счет зазоров между подошвой рельса и ребрами прокладок (в том числе устранением перекошенности шпал) либо исправлением переуклонки рельсов, являющейся следствием неодинакового износа резиновых прокладок с внутренней и наружной стороны рельсовых путей. На прямом участке пути перешивку (регулировку) колеи выполняют по рихтовочной нити, в кривых — по внутренней нити.

Перешивку рихтовочной нити осуществляют в исключительных случаях, например, в зимнее время при смерзшемся балласте, когда исправление положения пути в плане, устранение «отбоев» наружной нити в кривых возможно только со смещением подкладок и отжимом костылей. Поэтому по условиям производства работ по регулировке ширины колеи путь должен быть отрихтован и бригадиром пути заранее отмечены мелом на шейке рельсов места и величины сдвижки рельсовой нити. Постановка сдвигаемой рельсовой нити в требуемое положение производится стяжным прибором (рис. 8.26) либо с помощью лома, заглубленного в балласт. В таблице 8.54 приведены технологический состав групп монтеров пути и нормы времени по перешивке колеи.

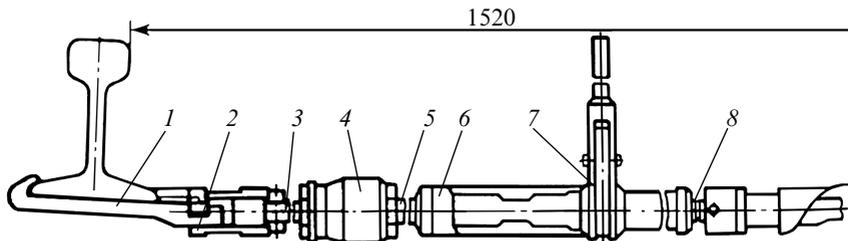


Рис. 8.26. Стяжной прибор для перешивки пути:
1 — захват; 2 — запорная втулка; 3, 5, 8 — стержни; 4 — изоляционная втулка;
6 — стягивающая втулка; 7 — храповое устройство

Состав групп и нормы времени по перешивке (регулировке) ширины колеи

Перешивка (регулировка) ширины колеи	Состав группы монтажников пути (чел.), разряд	Норма времени на 10 концов шпал (чел. ч/чел. мин)
При скреплении		
■ смешанном костыльном	2 мп, 3-го разряда	1,2—1,35 / 79—81
■ раздельном КБ на железобетонных шпалах	2 мп, 4-го разряда	0,481 / 28,87
■ раздельном КД (К-4) на деревянных шпалах	1 мп, 4-го разряда 1 мп, 3-го разряда	0,723 / 43,4

Работы по регулировке рельсовой колеи ограждаются сигнальными знаками «С» (свисток) при расшивке не более трех (шести при работе со стяжным прибором) смежных концов шпал, а при раздельном скреплении — с одновременным ослаблением закладных болтов не более, чем на трех концах шпал. При необходимости расшивки рельсовой нити более чем на трех смежных концах шпал подряд (более шести при использовании стяжного прибора), место работы ограждается сигналами остановки поезда.

Работа по перешивке колеи при смешанном костыльном скреплении включает в себя следующие последовательные операции.

Подготовительные операции:

— очистка концов шпал и костылей у регулируемой рельсовой нити от балласта и грязи;

— выдергивание дополнительных и третьих основных костылей на концах смежных шпал;

— установка стяжного прибора.

Основные операции:

— выдергивание оставшихся двух основных костылей на концах шпал регулируемой нити;

— антисептирование костыльных отверстий и постановку в них пластинок-закрепителей размером 5×15×110 мм, также пропитанных антисептиком;

— постановка рельсовой нити в требуемое положение стяжным прибором (или ломом);

— забивка двух основных костылей на каждом конце шпалы;

— снятие стяжного прибора

Заключительные операции:

— забивка дополнительных и третьих основных костылей на каждом конце шпалы.

При выполнении работ «под поездами» перед пропуском поезда во время перешивки колеи рельсы должны быть пришиты не менее чем двумя костылями, при этом отвод ширины колеи должен быть не более 1 мм на 1 м пути.

При регулировке ширины колеи за счет поправки перекошенных железобетонных шпал отдельные операции выполняются в следующей последовательности:

— отрывка шпальных ящиков у перекошенных шпал;

— смазка на них клеммных болтов;

— установка стяжного прибора, ослабление гаек клеммных болтов на 2—3 оборота;

— передвижка перекошенных шпал в нормальное положение и постановка рельсовой нити при помощи стяжного прибора;

— закрепление клеммных болтов и заполнение шпальных ящиков балластом.

Регулировку ширины колеи за счет устранения переуклонки рельсов производят в следующей последовательности:

— ослабляют закладные болты на шпалах с изношенными прокладками;

— на трех концах смежных шпал снимают закладные болты;

— домкратом, установленным внутри колеи, вывешивают рельс;

— изношенные резиновые нашпальные прокладки заменяют на новые;

— снимают домкрат;

— устанавливают закладные болты, завинчивают на них гайки с крутящим моментом 150 Нм (15 кгс·м).

Затем эти же рабочие операции выполняют на следующих трех шпалах и т.д. в пределах границ регулировки ширины колеи. После пропуска поезда производят дозатяжку закладных болтов сначала с наружной стороны рельса, а потом — с внутренней.

8.4.5. Одиночная смена шпал и переводных брусьев

Одиночная смена шпал, как самостоятельная работа текущего содержания пути, при разрядке кустовой гнилости выполняется немедленно, так как при наличии «кустов» из трех и более

негодных шпал не обеспечивается стабильность рельсовой колеи и требуется ограничение скоростей движения поездов согласно табл. 8.55.

Таблица 8.55

Скорости движения при наличии кустов, негодных деревянных шпал, переводных и мостовых брусьев

Планы участка пути	Тип рельсов	Количество негодных шпал в «кусте»	Скорость, км/ч, не более
Прямые и кривые радиусом 650 м и более	Р50 и легче	3	40
		4	25
		5 и более	15 или закрытие движения*
	Р65—Р75	4	40
		5	25
		6 и более	15 или закрытие движения*
Кривые радиусом менее 650 м	Р50 и легче	3	25
		4	15 или закрытие движения*
		5 и более	15 или закрытие движения*
	Р65—Р75	4	25
		5 и более	15 или закрытие движения*
		5 и более	15 или закрытие движения*

* Движение запрещается, если ширина колеи превышает 1545 мм или на трех и более шпалах в кусте подошва рельса выходит из реборд подкладок с наружной стороны колеи.

При планировании работы по одиночной замене деревянных шпал нужно учитывать и такое условие: если между смежными «кустами» из трех и более негодных шпал, не обеспечивается стабильное положение колеи, лежит менее трех годных шпал, то это место рассматривают как один «куст», состоящий из суммы негодных шпал смежных «кустов».

В другом случае смена шпал в более значительных объемах (до 20—35 % негодных на 1 км на путях 1—2-го классов) производится в комплексе с планово-предупредительными работами, выполняемыми с применением машин.

Негодные шпалы, подлежащие замене при разрядке «кустов», отмечают при весеннем осмотре пути белыми пятнами на шейке

рельса по обоим рельсовым нитям, а подлежащие замене в плановом порядке — белым пятном на правой рельсовой нити. Перед заменой шпал проверяют ширину колеи и при необходимости выполняют ее перешивку. При использовании ручного инструмента работы выполняют «под поездами» с обеспечением требований безопасности движения и производства работ.

Подлежащие укладке в путь новые или отремонтированные старогодные шпалы заранее развозят и раскладывают на обочине земляного полотна у места замены негодных.

В целях экономии времени отверстия для костылей или шурупов в новых шпалах должны быть просверлены и антисептированы заранее.

Работа выполняется двумя монтерами пути 4-го разряда.

Порядок технологических операций по замене деревянных шпал следующий:

— отрывка балласта из шпального ящика на 2—3 см ниже подошвы шпалы с устройством выхода для последней в плече балластной призмы;

— выдергивание всех костылей; снятие подкладок с вывеской рельсов при скреплении до вывертывания шурупов, ослабление на 3—5 оборотов гаек клеммных болтов и сдвигка подкладок вдоль подошвы рельса в сторону при скреплениях КД (К-4);

— сдвигка расшитой шпалы в открытый шпальный ящик и вытаскивание ее на обочину или междупутье;

— подготовка балластной постели под новую шпалу удалением загрязненной корки балласта и его планировкой по всей длине шпалы;

— затаскивание новой шпалы в шпальный ящик и установка на место (по метке) удаленной шпалы;

— установка или надвигка подкладок, пришивка рельсов к шпале сначала основными костылями (закреплением клеммных болтов), затем обшивочными (ввертывание шурупов).

— заполнение шпального ящика до половины высоты шпалы чистым (прогрохоченным) балластом с трамбованием его и оправка балластной призмы.

Одиночная смена железобетонных шпал — довольно редкая работа при текущем содержании в связи с существенно большим сроком их службы по сравнению с деревянными шпалами. Поэтому «Среднесетевыми нормами расхода материалов и изделий

на текущее содержание, планово-предупредительную выправку, ремонт пути и других устройств путевого хозяйства» (№ С-1386у от 26.11.1997) определены нормы одиночной замены железобетонных шпал 2—3 шт./км в год и на планово-предупредительную выправку 4—6 шт./км. Аналогичные нормы по деревянным шпалам: 17 шт./км в год, и 70—100 шт./км в зависимости от классов путей (первая цифра — для пути 3—4-го классов, вторая цифра — для путей 1—2-го классов).

Что касается собственно технологии замены железобетонных шпал (переводных брусьев), то она во многом схожа с описанной технологией замены деревянных шпал (брусьев) и включает в себя следующие операции, выполняемые 6 монтерами пути 4-го разряда:

- удаление балласта из шпального ящика, соседнего с заменяемой шпалой;

- снятие клеммных болтов и клемм, закладных болтов;

- вывешивание пути домкратами и сдвигка заменяемой шпалы вместе с подкладками на предварительно уложенную (для уменьшения сопротивления вытаскиванию) в шпальный ящик металлическую полосу с последующим ее вытаскиванием на обочину пути;

- затаскивание новой шпалы с прикрепленными к ней подкладками и закрепление гаек скрепления;

- подбивка шпалы прогрохоченным щебнем на длине 1 м от ее торцов (без подбивки средней части) с последующей засыпкой, трамбованием балласта и оправкой балластной призмы.

Место работ при одиночной замене шпал ограждается сигнальными знаками «С» — свисток. При этом должны соблюдаться следующие условия:

- на звеньевом пути между одновременно сменяемыми шпалами должно быть не менее шести шпал;

- на бесстыковом пути при вывеске рельсошпальной решетки до 2 см должно быть не менее 20 шпал между одновременно заменяемыми;

- при одиночной замене переводных брусьев (кроме флюгарочных), одновременно не более двух на комплект, между ними должно быть не менее 10 брусьев.

Трудозатраты по нормам времени работ по одиночной замене шпал и переводных брусьев приведены в табл. 8.56 и 8.57.

Таблица 8.56

Трудозатраты на одиночную замену шпал (числитель — чел.-мин; знаменатель — чел.-ч)

Измеритель, шп	Тип скрепления	Место смены													
		Перегон				Станция									
		Род балласта				Щебеночный				Гравийно-песчаный					
1	КБ	158,4/2,64	—	—	—	174,71/2,90	—	—	—	—	—	—	—	—	—
10	КД (К-4)	1146/19,1	973,05/16,2	—	—	1150,6/19,2	911,0/15,2	—	—	—	—	—	—	—	—
		Число костылей на шпале													
10		8	10	8	10	8	10	8	10	8	10	8	10	8	10
		845,8/ /14,1	860/ /14,3	672,2/ /11,2	686,4/ /11,4	479,6/ /8,0	493,8/ /8,2	944,7/ /15,7	958,9/ /16,0	849,2/ /14,2	863,3/ /14,4	610,2/ /10,2	624,3/ /10,4	610,2/ /10,2	624,3/ /10,4

Таблица 8.57

Трудозатраты на одиночную замену брусьев стрелочных переводов с маркой крестовины 1/11 или 1/9 (чел.-мин/чел.-ч)

Тип перевода	Род балласта	Вид брусьев												
		Под- стрелочные	Промежуточные		Под- крестовинные	За- крестовинные								
			Шурупно- костыльное прикрепление	Костыльное прикрепление										
Р65	Щебеночный	114,6/1,9	135,5/2,3	117,1/1,95	161,8/2,7	153,9/2,6	114,6/1,9	129,2/2,2	114,9/1,9	164,9/2,75	153,9/2,6	114,6/1,9	96,1/1,6	127,1/2,1
Р50	Щебеночный Гравийный	98,9/1,65	113,5/1,9	96,1/1,6	141,4/2,4	127,1/2,1	88,2/1,5	102,8/1,7	83,3/1,4	125,3/2,1	108,8/1,8	88,2/1,5	102,8/1,7	83,3/1,4

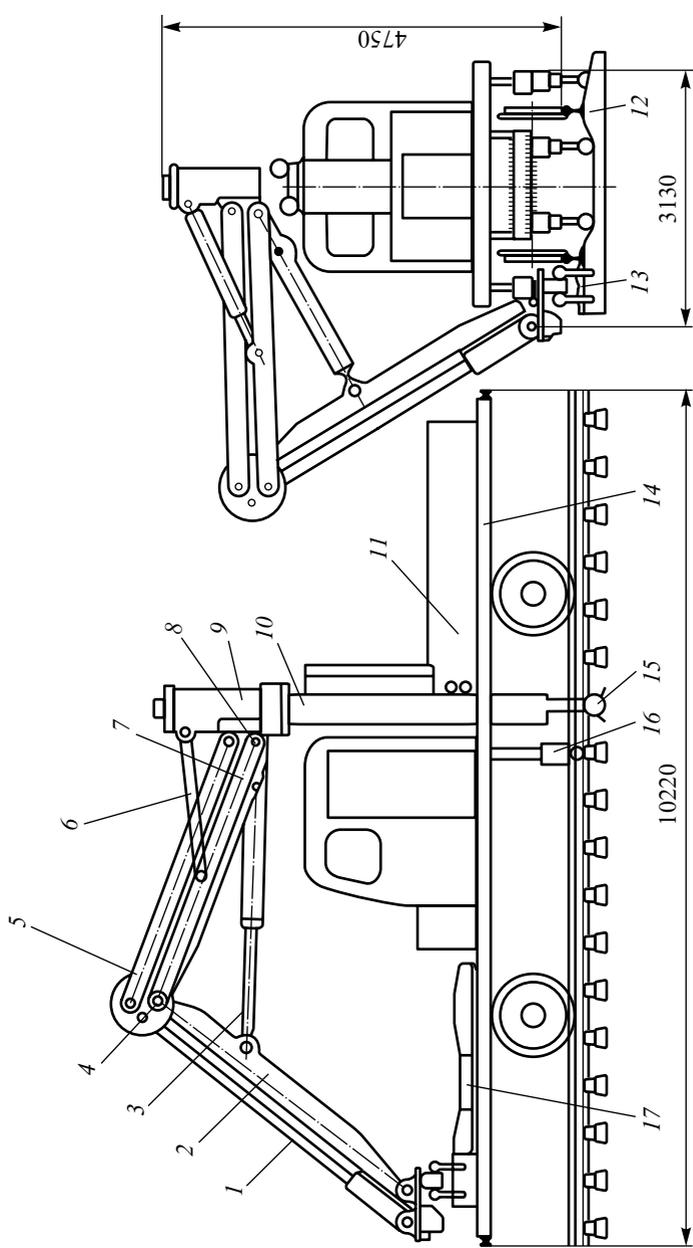


Рис. 8.27. Машина ШСМ-1 для одиночной смены шпала.

1, 5 — тяги; 2 — рукоятка; 3, 6 — гидроцилиндры; 4, 8 — шарнирные соединения; 7 — стрела; 9 — шарнирные соединения; 10 — узел передачи; 11 — колонна; 12 — сменная шпала; 13 — шпальная рама; 14 — рама; 15 — выгребное устройство с роторами; 16 — рельсоподъемник; 17 — железобетонная шпала

Замена негодных шпал при планово-предупредительных работах, выполняемых комплексами машин, менее трудоемкая. Она включает в себя следующие операции: извлечение из пути негодных и укладку новых шпал под вывешенной домкратами рельсошпальной решеткой (перед выправочно-подбивочной машиной); скрепление новой шпалы с рельсом; подбивка выправочной машиной. При наличии специализированной машины для одиночной смены шпал ШСМ-1 (рис. 8.27) ею выполняют основные наиболее трудоемкие операции: подвозку новых шпал к местам смены, вывешивание рельсоподъемником (после освобождения заменяемой шпалы от креплений) путевой решетки; извлечение из-под рельсов заменяемой шпалы с погрузкой ее на собственную платформу. Работы с балластом и скреплениями выполняются монтерами пути.

8.4.6. Одиночная замена рельсов

Эта работа обусловлена необходимостью замены острodefектного рельса с критическими размерами дефекта. Для замены берется бездефектный замаркированный рельс из покилометрового запаса.

Для одиночной замены в соответствии с «Указаниями об использовании старогодных рельсов на железных дорогах МПС России» (№ ЦПТ-80/50 от 29.12.1999) используются старогодные группы I-A термически упрочненные рельсы, на путях 1—3-го классов без ограничений; группы годности I, I-И, I-АИ, II дифференцированно с учетом группы и категории на путях 1—3-го классов; группы годности II-И, III, III-И, III-Т и III-ТИ, а также нетермоупрочненные рельсы I и II группы на путях 4—5-го классов.

Старогодный рельс из покилометрового запаса должен по типу, длине и износу соответствовать заменяемому.

На стадии окончательного восстановления бесстыковой плети с вырезкой дефектного места для новой вставки используются старогодные рельсы, подвергавшиеся обработке рельсошлифовальными поездами, следующих групп годности — I-A-ШП (для путей 1—3-го классов), II-ШП и III-ШП (для путей 4—5-го классов).

Высота укладываемого рельса в торцах и ширина головки по рабочему канту не должны отличаться от аналогичных параметров смежных с ним лежащих в пути рельсов более чем на 1 мм.

«Новый» рельс заранее подвозится к месту замены, выгружается внутрь колеи (допускается и на концы шпал) с соблюдением

требований габарита. На период до собственно замены он закрепляется двумя костылями (или башмаками) на каждом конце и в середине при деревянных шпалах (или к междушпальным коротышам при железобетонных шпалах).

Рельс транспортируют к месту смены дрезинами, на небольшое расстояние — двумя ручными съемными порталными кранами (рис. 8.28), оборудованными таями для подъема и опускания рельсов.

До замены рельса может оказаться необходимым выполнение регулировки зазоров в тех случаях, когда в стыках заменяемого рельса имеются слитые (нулевые) или чрезмерно растянутые (конструктивные) зазоры.

До начала «окна» для замены рельса, необходимая продолжительность которого обычно не превышает 15—25 мин, в подготовительный период четыре монтера пути в обоих стыках отвинчивают и снимают вторые и пятые болты (в шестидырных накладках), а на остальные восемь болтов (№№ 1, 3, 4 и 6 на каждом конце заменяемого рельса) после смазки их резьбы ставят дополнительные шайбы. При четырехдырных накладках все восемь дополнительных шайб в обоих стыках устанавливаются последовательно в каждом и полностью зажимаются гайками до прохода поезда. Другие четыре монтера пути очищают промежуточные скреп-

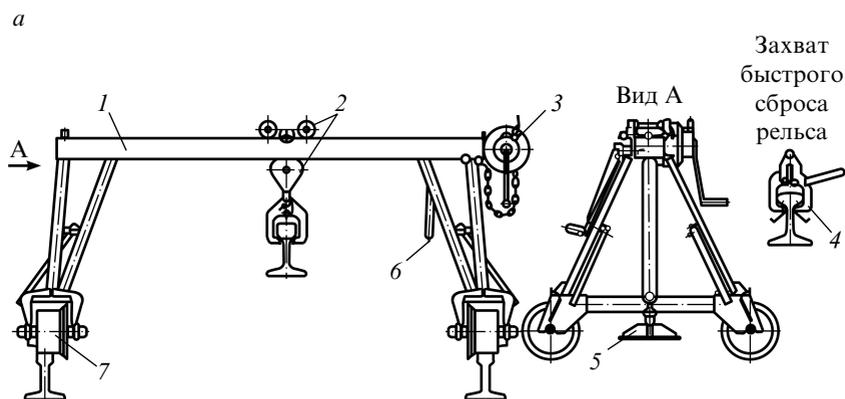


Рис. 8.28. Съемный порталный кран:

1 — рама; 2 — клещи; 3 — таль; 4 — привод; 5 — фиксатор; 6 — пята выдвигающая; 7 — колесо

ления от грязи, опробовуют и смазывают клеммные болты (с предварительным ослаблением их гаек на 5—6 оборотов и последующим закреплением) при раздельном скреплении; опробовуют (надергиванием и обратно — добивкой) костыли, антисептируют костыльные отверстия на стыковых шпалах и ставят в них пластики-закрепители.

На электрифицированных линиях и на участках с автоблокировкой рельсы являются проводником сигнального и обратного тягового тока. С целью защиты монтеров пути от поражения электрическим током и обеспечения надежной работы рельсовых цепей на таких участках категорически не разрешается замена рельсов одновременно на обоих рельсовых нитях. Перед заменой рельса на соседних с ним звеньях укладывают и закрепляют струбцинами на подошве рельсов две поперечные медные перемычки (рис. 8.29, *а*) из провода сечением 50 мм^2 при переменном токе и 120 мм^2 при постоянном.

На электрифицированных участках без автоблокировки устанавливают одну продольную обходную перемычку (рис. 8.29, *б*).

Перед заменой рельса с изолирующим стыком поперечную обводную перемычку устанавливают только на одном звене с той же стороны от стыка, что и рельс, подлежащий замене (рис. 8.30).

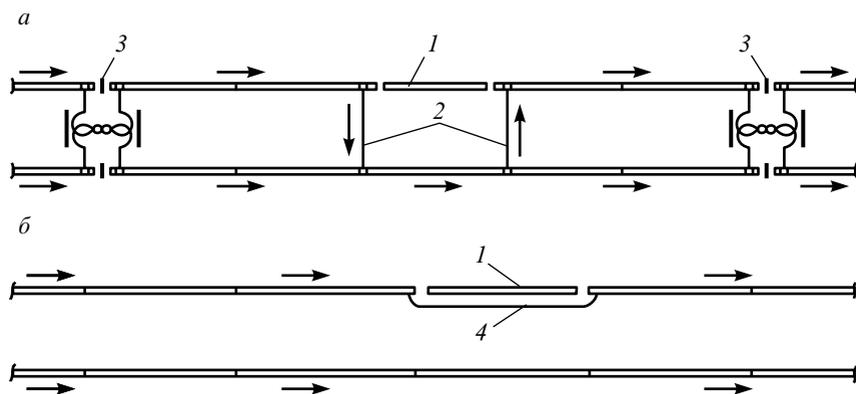


Рис. 8.29. Схемы укладки обходных перемычек при смене рельса: *а* — на участке с электротягой и автоблокировкой; *б* — на участке с электротягой без автоблокировки; 1 — сменяемый рельс; 2 — поперечные перемычки; 3 — изолирующие стыки (стрелками показано направление обратного тягового тока); 4 — продольный обходной провод

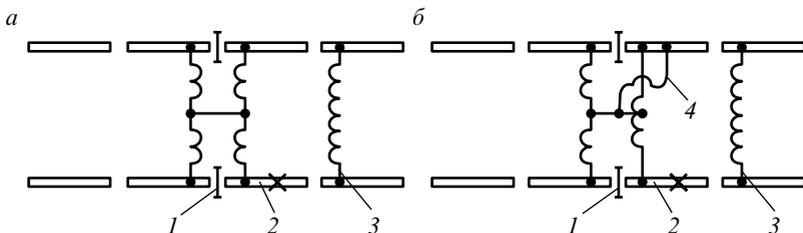


Рис. 8.30. Установка перемычек при смене рельса в изолирующем стыке: *а* — при постоянном токе; *б* — при переменном токе; 1 — изолирующий стык; 2 — заменяемый рельс; 3 — поперечная перемычка; 4 — перемычка, соединяющая средний вывод дросселя с рельсом

Заменять рельс, от которого необходимо отсоединять отсасывающие фидеры, можно только в присутствии представителя участка энергоснабжения. Отсоединение до замены рельса и затем подсоединение дроссельного усовика после замены рельса должно выполняться обязательно в присутствии механика СЦБ от дистанции сигнализации и связи.

В основной период — в «окно», после ограждения места замены одиночного рельса сигналами остановки, работы выполняют в следующем порядке. При костыльном скреплении производят установку поперечных перемычек; разболчивание стыков; расшивку заменяемого рельса и выкантовку его в наружную сторону от колеи; надвижку нового рельса; постановку смазанных мазутом накладок и сболчивание каждого стыка четырьмя болтами; установку стыковых соединителей; пришивку нового рельса по шаблону (с забивкой по одному внутреннему основному костылю на каждом конце промежуточных шпал и двух основных костылей на стыковых шпалах); добивку наддернутых основных наружных костылей; установку противоугонов; снятие поперечных перемычек; снятие сигналов ограждения места работ.

По завершении основных работ движение поездов открывается с установленной скоростью.

В состав заключительных работ после «окна» входят: забивка третьих основных костылей на стыковых шпалах; смазка и постановка 2-го и 5-го стыковых болтов; подтягивание 8-ми гаек на болтах обоих стыков.

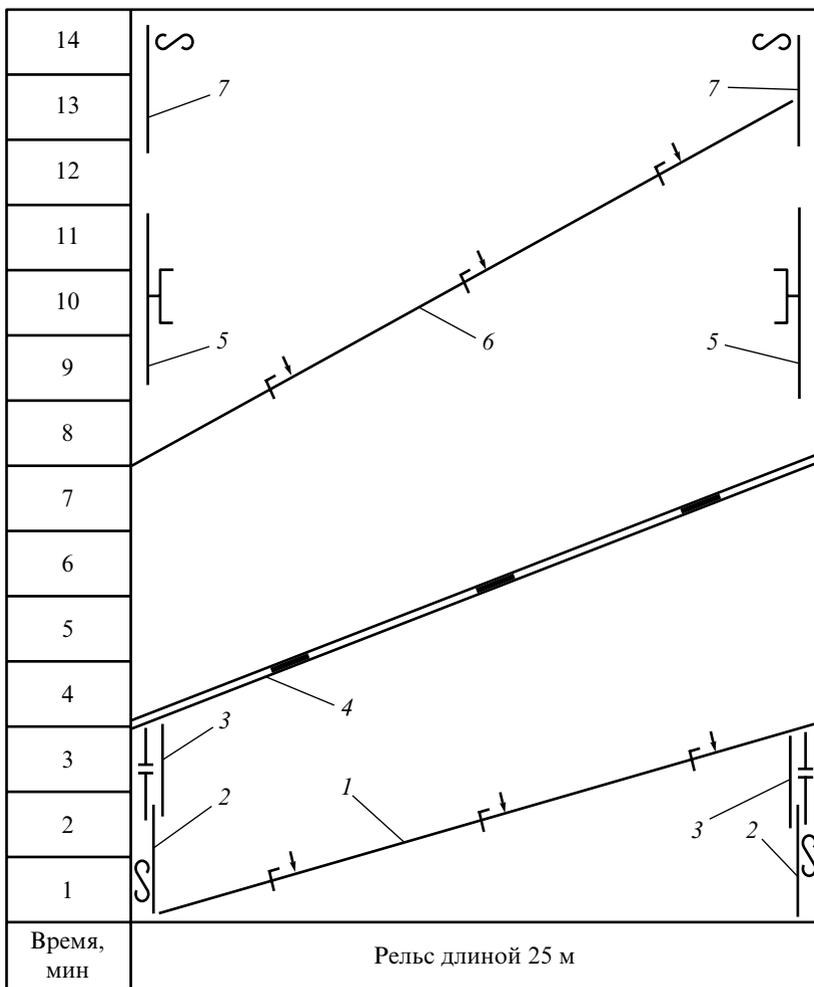


Рис. 8.31. График основных работ по смене рельса типа Р65 длиной 25 м при костыльном креплении, выполняемых бригадой из 14 монтеров пути (м.п.): 1 — наддергивание наружных костылей (8 м.п. № 7—14); 2 — установка поперечных перемычек (2 м.п. № 5, 6); 3 — снятие стыковых болтов и накладок (4 м.п. № 1—4); 4 — сдвигка и уборка с пути сменяемого и надвига нового рельса (14 м.п.); 5 — установка накладок и сболчивание стыков (4 м.п. № 1—4); 6 — пришивка рельса с забивкой по одному основному костылю внутри колеи и добивкой наддернутых наружных костылей (8 м.п. № 7—14); 7 — снятие поперечных перемычек (4 м.п. № 1—4)

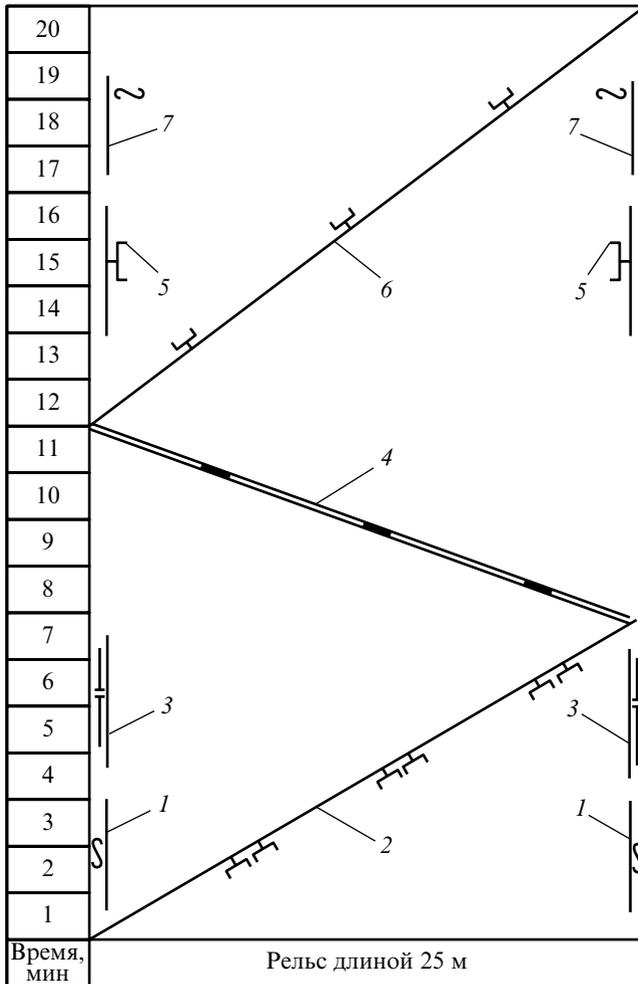


Рис. 8.32. График основных работ по смене рельса типа Р65 длиной 25 м при раздельном скреплении, выполняемых бригадой из 14 монтеров пути (м.п.): 1 — установка поперечных перемычек (4 м.п. № 1—4); 2 — отвертывание гаек клеммных болтов и снятие клемм с болтами (10 м.п. № 5—14); 3 — снятие болтов в стыках и накладок (4 м.п. № 1—4); 4 — сдвигка и уборка с пути сменяемого и надвигка нового рельса (14 м.п.); 5 — постановка накладок и сболчивание стыков (4 м.п. № 1—4); 6 — установка клемм с болтами и завинчивание гаек клеммных болтов (10 м.п. № 5—14); 7 — снятие поперечных перемычек (4 м.п. № 1—4)

Примеры графиков выполнения основных работ по одиночной замене рельса типа Р65 длиной 25 м при костыльном и раздельном креплении представлены на рис. 8.31 и рис. 8.32.

Общая трудоемкость замены одного рельса с учетом его типа и состава бригады по типовым нормам приведена в табл. 8.58.

Таблица 8.58

Затраты труда на работы по одиночной замене рельсов, чел.-ч

Тип промежуточного крепления	Длина рельсов, м											
	25						12,5					
	Тип рельсов											
	Р75		Р65		Р50		Р75		Р65		Р50	
	Накладки											
6-ти дыр-ные	4-х дыр-ные	6-ти дыр-ные	4-х дыр-ные	6-ти дыр-ные	4-х дыр-ные	6-ти дыр-ные	4-х дыр-ные	6-ти дыр-ные	4-х дыр-ные	6-ти дыр-ные	4-х дыр-ные	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Смешанное костыльное ДО Состав бригады: Монтеры пути 3-го разряда Монтеры пути 2-го разряда	15		13		9		9		7		5	
	1		1		1		1		1		1	
Итого:	16		14		10		10		8		6	
	Затраты, чел.-ч											
	4,34	4,05	4,15	3,86	—	4,01	3,32	3,03	3,16	2,88	3,03	—
Раздельное КБ или КД (К-4) Состав бригады: Монтеры пути 4-го разряда	12		11		8		8		6		4	

Окончание табл. 8.58

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Монтеры пути 3-го разряда	3		2		1		1		1		1	
Монтеры пути 2-го разряда	1		1		1		1		1		1	
Итого:	16		14		10		10		8		6	
	Затраты, чел.-ч											
	8,22	7,94	8,03	7,75	7,9	—	5,28	4,99	5,12	4,48	4,99	—

8.4.7. Смена отдельных металлических частей стрелочного перевода

Срок службы отдельных элементов стрелочных переводов неодинаков и меньше, чем рельсов прилегающих участков пути. Смена отдельных элементов (крестовин, остряков, контррельсов и др.) производится в процессе текущего содержания, а также при среднем и подъёмочном ремонтах. Эта работа может проводиться и как самостоятельная.

Сплошная смена стрелочных переводов выполняется при капитальных и средних ремонтах пути.

При одиночной смене частей стрелочных переводов место работ ограждают сигналами остановки, поэтому руководитель работ предварительно согласовывает их проведение с дежурным по станции (при диспетчерской централизации — с поездным диспетчером) и делает запись в Журнале осмотра путей, стрелочных переводов, устройств СЦБ, связи и контактной сети, где указывает характер, место и время работы. В необходимых случаях на поезда выдается предупреждение. При проведении подготовительных и заключительных работ скорость движения поездов не ограничивается. При работе на участках с диспетчерской централизацией и (или) с автоблокировкой на стрелочном переводе обязательно присутствие электромеханика дистанции сигнализации и связи, который обеспечивает отключение и включение устройств СЦБ.

Конструкция, тип и степень износа вновь укладываемых элементов стрелочных переводов (остряки, контррельсы, крестовины, рамные рельсы) должны соответствовать сменяемым элементам.

При проведении работ используют грузоподъемные машины и механизмы, а также механизированный инструмент.

Работами по смене крестовин с непрерывной поверхностью катания руководит дорожный мастер, при замене остальных элементов — бригадир пути.

Смена рамного рельса с остряком производится при появлении в рамном рельсе или остряке дефекта, угрожающего безопасности движения поездов, или при износе, превышающем допустимый (см. табл. 5.36).

Накануне смены рамного рельса с остряком бригадир пути определяет и проверяет: разности в вертикальном и горизонтальном (по головке рельса) размерах сменяемых и укладываемых рельса и остряка; несовпадения рамного рельса и остряка с прилегающими к ним рельсами по поверхности катания и боковой рабочей грани головки (они не должны быть более 1 мм); наличие зазоров в стыках; совпадение по наугольнику положения острия укладываемого остряка с сменяемым; ширину колеи в установленных местах стрелки.

Состав бригады по смене рамного рельса с остряком зависит от типа и конструкции рамного рельса и остряка, применяемых средств механизации работ, продолжительности «окна» и времени года. Бригада может включать от 6 до 10 монтеров (без учета сигнальщиков, сварщика и машиниста электростанции). Смена производится с участием электромеханика СЦБ.

В подготовительный период проводят следующие работы:

- снимают второй и пятый болты (при шестидырных накладках) в стыках рамного рельса;
- опробывают остальные болты и устанавливают дополнительные шайбы;
- снимают закладные болты в упорке на корневом мостике и шпильки на стрелочных тягах;
- опробывают на них болты;
- выдергивают по одному основному костылю на каждой подкладке и ставят в отверстие пластинки-закрепители;
- сверлят отверстия для штепсельных соединителей на концах укладываемого рамного рельса.

К основным работам приступают после ограждения стрелочного перевода сигналами остановки. В состав основных работ входят следующие:

- снятие стыковых болтов и накладок, закладных болтов с упорками и клеммами на башмаках и корневом мостике;
- снятие горизонтальных болтов в упорках и упорных накладках, соединительных тяг, корневых и закорневых вкладышей, корневых накладок;
- обрубка рельсовых соединителей;
- выдергивание основных костылей;
- антисептирование костыльных отверстий;
- установка в костыльные отверстия пластинок-закрепителей.

После выполнения перечисленных работ, связанных с отсоединением рамного рельса с острием от несменяемых элементов стрелочного перевода, сдвигают старый и на его место надвигают новый рамный рельс с острием и выполняют операции в обратном порядке: на прежние места устанавливают снятые болты, костыли, накладки и другие детали; ставят рельсовые соединители.

Таблица 8.59

Основные работы по замене рамного рельса с острием

Работы	Время, мин					
	5	10	15	20	25	30
1	2	3	4	5	6	7
Разболчивание стыков и снятие накладок, удаление соединителей	$\frac{1-4}{5}$					
Отсоединение сменяемого острия от стрелочных тяг		$\frac{1-2}{5}$				
Расшивка основных костылей		$\frac{3-4}{5}$				
Снятие стрелочных упоров и клемм	$\frac{5-8}{10}$					
Сдвигка старого рамного рельса с острием в сторону			$\frac{1-8}{5}$			
Надвижка нового рамного рельса с острием			$\frac{1-8}{5}$			
Постановка накладок и сболчивание стыков, постановка соединителей				$\frac{1-4}{5}$		

Окончание табл. 8.59

1	2	3	4	5	6	7
Постановка стрелочных упоров и клемм, сболчивание горизонтальных и закладных болтов					$\frac{5-8}{15}$	
Забивка костылей					$\frac{3-4}{10}$	
Соединение остряка с тягами					$\frac{1-2}{10}$	

Примечание. В колонках: в числителе — условные номера монтеров пути, в знаменателе — продолжительность работы.

После окончания работ бригадир пути проверяет ширину колеи, правильность постановки всех элементов в отдельности и готовность стрелочного перевода к пропуску поезда как по прямому, так и по боковому направлениям. На стрелочных переводах с диспетчерской централизацией при необходимости выполняют контрольный перевод остряков с целью проверки плотности прилегания нового остряка к рамному рельсу, опорным подушкам, упорным накладкам; проверку размеров образовавшихся вертикальных и горизонтальных ступенек; прочности соединения остряка с переводными тягами; положения рамного рельса в плане.

Устраняют обнаруженные отступления: вертикальные и горизонтальные ступеньки в стыках (переходными накладками или шлифовкой головки рельса со ступенькой); неплотное прилегание остряка к рамному рельсу против первой тяги (постановкой регулировочной металлической прокладки между остряком и серьгой, либо перешивкой рамного рельса в начале остряка); неплотное опирание остряка на отдельные опорные подушки (подбивкой брусьев); неплотное прилегание остряка к упорным накладкам или излишняя длина отдельных упорных накладок (заменой их соответственно на удлиненные или укороченные); неплотное прилегание остряка к рамному рельсу по длине острожки при плотном прилегании против первой тяги (перешивкой рамного рельса в месте неприлегания остряка или правкой остряка, производимой накануне смены по результатам проверки степени его прилегания к рамному рельсу).

Убедившись в правильности выполнения всех работ по смене рамного рельса с остряком, бригадир пути снимает сигналы ог-

раждения и открывает движение поездов. После пропуска поезда такая проверка повторяется, дополнительно подтягиваются болты. Смененный рамный рельс с острым концом отвозят к месту складирования.

Смену рамного рельса отдельно от остряка (и наоборот) производят только в исключительных случаях, тщательно подбирая рамный рельс по вертикальному и боковому износам по сравнению с острым концом и прилегающими рельсами, а также по условию прилегания к нему незаменимого остряка.

Смена рамного рельса проводится бригадой в составе 6 монтеров под руководством бригадира пути. В подготовительный период 2 монтера опробуют и смазывают стыковые болты в стыках рамного рельса с постановкой дополнительных шайб на 1, 3, 4 и 6-м болтах и снимают 2 и 5-й болты; третий монтер выполняет опробование и смазку горизонтальных болтов корневого и закорневого вкладышей, болтов корневой и закорневой упорок; четвертый монтер при необходимости зачищает заусенцы у подкладок и антисептирует места зачистки, а затем с каждой стороны рамного рельса расшивает по одному костылю, антисептирует костыльные отверстия, устанавливает в них пластинки-закрепители и проверяет остальные костыли; пятый и шестой монтеры опробуют горизонтальные и закладные болты стрелочных упорок. В основной период, после ограждения места работ сигналами остановки, первый и второй монтеры разболчивают болты в стыках и снимают накладки; третий снимает горизонтальные болты корневого и закорневого вкладышей, ослабляет закладные болты корневой и закорневой упорок и клемм, снимает упорки и клеммы вместе с закладными болтами; четвертый монтер расшивает все костыли в стыках с обеих сторон рамного рельса, антисептирует отверстия и устанавливает пластинки-закрепители; пятый и шестой монтеры снимают горизонтальные и закладные болты упорок, сами упорки и упорные накладки; первый и второй монтеры, закончившие разболчивание стыков рамного рельса, помогают остальным.

После этого все шесть монтеров выдвигают рамный рельс из стрелочных башмаков и убирают его за концы брусьев, надвигают новый рамный рельс и устанавливают его на место. Затем первый и второй монтеры сболчивают каждый стык четырьмя болтами; третий устанавливает корневую и закорневую упорки, горизонтальные и закладные болты вкладышей и упорок, ставит и зак-

репляет клеммы; четвертый монтер забивает два костыля на каждом брус; пятый и шестой монтеры устанавливают на место стрелочные упорки, упорные накладки и сболчивают горизонтальные и закладные болты. Первый и второй монтеры, закончив сболчивание стыков рамного рельса, помогают остальным.

До окончательного закрепления рамного рельса бригадир пути проверяет положение верха головки рамного рельса относительно верха головки остряка. После этого рамный рельс окончательно закрепляют, проверяют плотность прилегания к нему остряка, положение упорных болтов, ширину колеи, плотность прилегания рамного рельса к подкладкам стрелочных башмаков, а также к стыковым и промежуточным подкладкам. Убедившись в правильности положения рамного рельса, бригадир дает указание о снятии сигналов остановки.

В заключительный период монтеры пути ставят недостающие болты в стыках, подтягивают остальные болты и добывают недостающие костыли.

Состав бригады монтеров пути и затраты труда на замену рамного рельса с остряком и башмаками (полустрелки) и без снятия башмаков переводов типа Р65 и Р50 марок 1/11 и 1/9 приведены в табл. 8.60.

Таблица 8.60

Затраты труда и времени при смене рамного рельса с остряком

Состав бригады монтеров пути	Тип стрелочного перевода	
	Р65	Р50
1	2	3
1. При замене рамного рельса с остряком и башмаками (полустрелки); монтеры пути		
5-го разряда	3 чел.	3 чел.
4-го разряда	3 чел.	1 чел.
3-го разряда	2 чел.	2 чел.
Итого:	8 чел.	6 чел.
2. При замене рамного рельса без снятия стрелочных башмаков; монтеры пути		
5-го разряда	3 чел.	2 чел.
4-го разряда	4 чел.	3 чел.
3-го разряда	1 чел.	1 чел.
Итого:	8 чел.	6 чел.

1	2	3
Затраты труда по замене рамного рельса с остряком — со снятием башмаков (полустрелок) — без снятия башмаков	842,8 чел.-мин или 14,0 чел.-ч 650,2 чел.-мин или 10,8 чел.-ч	738,8 чел.-мин или 12,3 чел.-ч 522,5 чел.-мин или 8,7 чел.-ч

Смена остряка производится в случае выкрашивания острия остряка на величину более допустимой, при опасности набегания гребня колеса на острие остряка независимо от длины выкрашивания, при боковом и вертикальном износах, превышающих установленные нормы, трещинах и изломах, угрожающих безопасности движения поездов.

Работы по смене остряка ведет бригада в составе трех монтеров пути под руководством бригадира пути.

В подготовительный период проверяют положение остряка по наугольнику, плотность прилегания его к рамному рельсу и стрелочным подушкам, измеряют шаг остряка, ширину желоба в корне. При обнаружении неисправностей их устраняют. Непосредственно перед основными работами снимают шпильки соединительных болтов рабочих и контрольных тяг, опробовывают закладные болты в корне остряка, корневом вкладыше и упорке, на стрелочных тягах и при необходимости ставят дополнительные шайбы, а также сверлят отверстия для соединителей.

В основной период, после ограждения стрелочного перевода сигналами остановки, остряк, не требующий замены, переводят в рабочее положение (прижимают к рамному рельсу) и запирают.

Работы выполняются в следующей очередности. Первый и второй монтеры пути снимают болты корневого крепления, накладки, распорную втулку, лапки-удержки и рельсовые соединители; третий снимает соединительные болты в контрольных и рабочих тягах. Затем все три монтера снимают остряк и убирают его на междупутье или обочину; очищают и смазывают накладку, вкладыш, распорную втулку, упорку, лапки-удержки и укладывают новый остряк на место. Затем проверяют его положение относительно рамного рельса. После этого третий монтер устанавливает и закрепляет болт сначала на первой стрелочной тяге, а затем

на других тягах; первый и второй монтеры пути ставят на место распорную втулку, накладку, вкладыш, устанавливают и закрепляют горизонтальные и закладные болты. Затем все монтеры проверяют плотность прилегания нового остряка к рамному рельсу и стрелочным подушкам, шаг остряка, ширину желоба в корне и ширину колеи и устанавливают соединители. После проверки расшивают противоположный остряк, опробуют стрелку на переводимость, снимают сигналы остановки и открывают движение поездов.

При проходе первого поезда наблюдают за работой остряка под поездом (нет ли вибрации) и после этого еще раз проверяют плотность прилегания остряка к рамному рельсу, упорным накладкам, стрелочным подушкам.

В заключительный период устанавливают шпильки на соединительных болтах стрелочных тяг и подтягивают корневые и закладные болты.

Работы по замене остряка переводов Р65 и Р50 марок 1/11 и 1/9 выполняются бригадой из трех монтеров пути (5-го разряда — 1 чел., 4-го разряда — 2 чел.). Трудозатраты на замену одного остряка составляют: 1,86 чел.-ч при стрелочном переводе Р65 и 1,81 чел.-ч — при Р50.

Смена крестовины производится при износе сердечника или усювиков на величину более допускаемых норм, при их выкрашивании или появлении в них трещин (см. п. 5.5.2.4). Технология смены крестовины зависит от ее конструкции (с неподвижным или подвижным сердечником), местонахождения (главные или второстепенные пути), продолжительности «окна», применяемых средств механизации, времени года и др.

Работу по смене крестовины ведет бригада монтеров пути (6—12 чел.), состав которой зависит от типа стрелочного перевода (Р65 или Р50) и марки крестовины, под руководством бригадира пути.

В подготовительный период подбирают новую (старогодную) крестовину по типу, марке, размерам; подвозят ее и выгружают против сменяемой крестовины с соблюдением габарита, как правило, по боковому пути; проверяют правильность положения лежащей в пути крестовины, состояние зазоров в передних и задних стыках. При обнаружении неисправностей их устраняют до начала работ.

Непосредственно перед основными работами снимают второй и пятый болты (при шестидырных накладках) и опробуют остальные болты со смазкой и установкой дополнительных шайб в переднем вылете и хвосте крестовины. То же делают с клеммными болтами на стыковых мостиках и крестовинных подкладках. Вывертывают 50 % шурупов на лафете крестовины; сверлят отверстия для штепсельных соединителей.

В основной период (табл. 8.61), после ограждения стрелочного перевода сигналами остановки, три монтера разболчивают передний и задний стыки крестовины, снимают накладки, рельсовые соединители и клеммы на стыковых мостиках и крестовинных подкладках; последние три монтера вывертывают остальные шурупы и удаляют костыли. После этого все монтеры с помощью подъемного механизма (при его отсутствии — ломami) перемещают старую крестовину вместе с лафетом за пределы стрелочных брусьев на междупутье или обочину. Зачищают заусенцы на брусьях в тех

Таблица 8.61

Основные работы в «окно» по замене крестовины Р65 марки 1/11

Работы	Время, мин					
	5	10	15	20	25	30
Снятие болтов и накладок в переднем и заднем вылете крестовины, снятие клемм на стыковых мостиках, удаление штепсельных соединителей	1—3					
Удаление костылей	4					
Вывертывание шурупов	5—6					
Сдвигка и удаление старой крестовины с лафетом			1—6			
Зачистка, обметание и антисептирование брусьев под лафетом			1—6			
Надвижка новой крестовины					1—6	
Сболчивание передних и задних стыков крестовины, постановка клемм на стыковых мостиках, постановка штепсельных соединителей					1—3	
Забивка костылей					4	
Завинчивание шурупов					5—6	

местах, где лежал лафет, антисептируют места зачистки и шурупные отверстия и надвигают на место новую крестовину. Три монтера сболчивают передние и задние стыки крестовины и устанавливают штепсельные соединители. Бригадир пути проверяет ширину колеи и положение крестовины по уровню у начала сердечника и в стыках крестовины по обоим направлениям. Три монтера завертывают шурупы на лафете, устанавливают клеммные болты на мостиках и подкладках. Затем снимают сигналы остановки и открывают движение поездов с установленными скоростями. После пропуска поезда довинчивают гайки болтов и проверяют ширину колеи.

В заключительный период устанавливают недостающие болты в стыках (при шестидырных накладках), довинчивают стыковые и закладные болты, приваривают стыковые соединители, при необходимости подбивают брусья. Сменную крестовину отвозят к месту складирования.

Одиночная смена крестовин с подвижным сердечником производится редко, т.к. срок их службы в 2—4 раза больше, чем жестких крестовин и согласуется со сроком службы стрелок. Поэтому после выработки ресурса металлические части таких стрелочных переводов заменяют комплектно. Но в случае возникновения в крестовине дефекта, угрожающего безопасности движения поездов, необходимо производить одиночную замену. Руководит этой работой дорожный мастер. Сложность этой работы заключается в том, что крестовина с подвижным сердечником имеет индивидуальный электропривод, переводное устройство и гарнитуру. При этом перевод сердечника крестовины должен быть заблокирован с переводом остряков. В связи с этим в смене крестовины участвуют работники дистанции сигнализации и связи. Производить смену или укладку таких крестовин следует, руководствуясь Инструкцией по монтажу и эксплуатации крестовин с непрерывной поверхностью катания. Затраты труда на замену одной крестовины в зависимости от сложности работ составляют 7,0—9,2 чел.ч и более.

Смена ходового рельса с контррельсом выполняется бригадой монтеров пути из 6 человек под руководством бригадира пути. В подготовительный период снимают 5 и 6-й стыковые болты; вывертывают по два шурупа на каждой контррельсовой подкладке; смазывают контррельсовые болты упором; выдергивают по одному основному костылю на путевых подкладках переднего

вылета рельса; в зимнее время опробовывают оставшиеся костыли, подлежащие выдергиванию, а также шурупы.

В основной период разболчивают стыки и снимают накладки, все монтеры сдвигают рельс с контррельсом (при необходимости — с контррельсовыми подкладками) и надвигают новый. Затем ставят накладки и скрепляют их с рельсами четырьмя болтами; забивают по два основных костыля и завертывают по два шурупа на каждой контррельсовой подкладке с соблюдением требуемой ширины колеи; устанавливают болты, стыковые соединители; после чего снимают сигналы остановки, открывают движения поездов с установленными скоростями.

В заключительный период забивают остальные костыли, завертывают шурупы, устанавливают противоугоны и после пропуска поезда подтягивают вертикальные и горизонтальные болты.

8.4.8. Восстановление целостности рельсовой плети бесстыкового пути

При обнаружении в рельсовой плети острodefектного места принимают меры по устранению дефекта его вырезкой, а затем восстанавливают целостность плети сваркой с применением передвижной рельсосварочной машины (ПРСМ).

Окончательному восстановлению рельсовой плети сваркой может предшествовать краткосрочное или временное восстановление. Если границы внутренней поперечной трещины (дефект 21.2 или 69) выходят за вертикальную ось поперечного сечения рельса, а также при поперечном изломе рельса с образованием зазора до 40 мм, проводится краткосрочное восстановление плети для пропуска поездов со скоростью до 25 км/ч на время не более трех часов. На поврежденное место устанавливают шестидырные накладки, сжатые струбцинами (рис. 8.33). До истечения трех часов такой стык находится под постоянным наблюдением, за это время должно быть организовано окончательное или временное восстановление.

Запрещается ставить накладки со струбцинами на дефекты 24, 25, 26.3, 30В.2, 30Г.2, 50.2, 52.2, 55, 56.3, 60.2, или если обнаружены два и более дефекта 21.2 между двумя сварными стыками, или если излом имеет зазор более 40 мм. Если трещина дефекта 21.2 не выходит на поверхность рельса или ее границы не пересекают вертикальную ось симметрии его поперечного сечения, допускается на

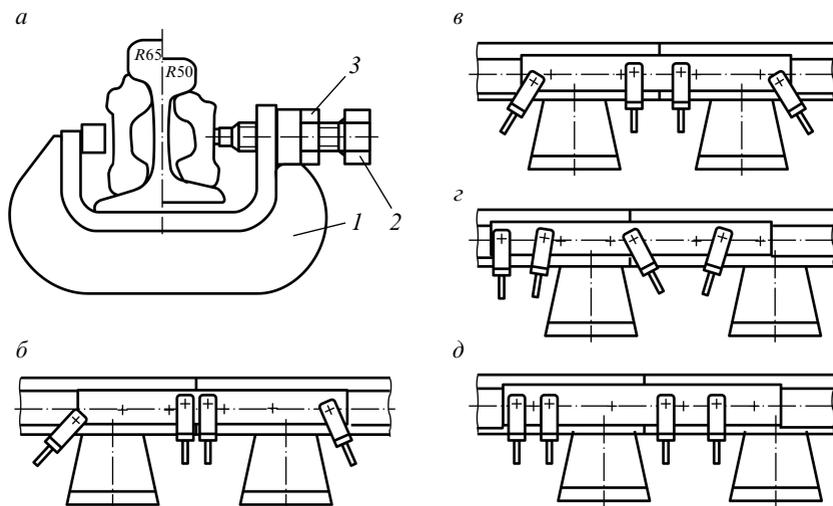


Рис. 8.33. Струбцина для стягивания накладок при изломе рельсовой плети: *a* — общий вид; *б, в* — схемы расположения струбцины при изломе рельса между шпалами (соответственно рельсов Р50 и Р65); *г, д* — схемы расположения струбцины при изломе рельса на шпале (соответственно рельсов Р50 и Р65); 1 — скоба; 2 — болт М27, 3 — гайка М27

поврежденное место установить шестидырные накладки с четырьмя болтами. При этом болтовые отверстия для двух средних болтов в зоне близкой к дефекту не сверлятся. Рекомендуется устанавливать высокопрочные болты. После постановки накладок на такой дефект движение поездов открывается с установленной скоростью. Место такого восстановления берется под контроль дефектоскопными средствами. Если трещина продолжает развиваться и выходит за установленные границы, плеть должна быть временно или окончательно восстановлена. На участке бесстыкового пути, минимум по 50 м в обе стороны, проверяется качество затяжки болтов промежуточного скрепления.

При временном восстановлении заменяют дефектное место рельсовой плети на рельс из километрового запаса длиной 8—11 м. Этот рельс соединяют с концами плети шестидырными накладками. В случаях, когда такое восстановление произведено при температуре не более чем на 5 °С ниже температуры закрепления плети, и если не планируется окончательное восста-

новление рельса сваркой при температуре, равной или выше температуры закрепления, но не выше оптимальной, следует произвести перезакрепление 150-метровых концов плети с обеих сторон, примыкающих к временной рельсовой вставке. Лучше установить нулевые зазоры, если нужно с заменой вставки, а накладку закрепить высокопрочными болтами. Все сведения о проведенной работе заносятся в журнал учета службы и температурного режима рельсовых плетей.

Окончательное восстановление производится на закрытом перегоне с помощью ПРСМ путем сварки в рельсовую плеть рельсовой вставки без болтовых отверстий.

Восстановление плети сваркой следует производить при температуре не более чем на 5 °С ниже температуры закрепления, чтобы не нарушить установленный температурный режим бесстыкового пути и этим не создать условия, при которых может произойти потеря устойчивости рельсошпальной решетки во время выполнения ремонтных работ. При температуре рельсов выше температуры закрепления бесстыкового пути для обеспечения безопасности работающих дефектную часть вначале вырезают газокислородной горелкой, постепенно уменьшая сечение, начиная с головки (рис. 8.34).

До закрытия перегона, в подготовительный период, ПРСМ сваривает два контрольных образца, по которым определяют фактическое укорочение рельсов в результате оплавления и осадки. Сваренные контрольные образцы испытывают в рельсосварочном предприятии (РСП) в течение времени, не превышающего одного

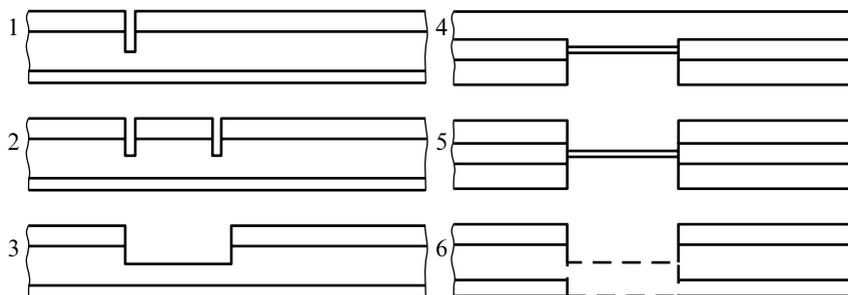


Рис. 8.34. Последовательность вырезки автогенем рельса из рельсовой плети: 1—3 — расположение резов при виде сбоку; 4—5 — расположение резов в плане; 6 — выжигание оставшегося куска

дня. В случае неудовлетворительных результатов испытаний контрольных образцов сварные стыки восстановленной рельсовой плети должны быть забракованы.

В подготовительный период к месту сварки доставляется рельсовая вставка без болтовых отверстий, которая должна быть длиной 8—11 м и превышать длину вырезаемой части на величину, большую величины оплавления и осадки двух сварных стыков на 5 мм плюс запас на возможную косину реза. Свариваемые концы плети обрезают рельсорезными станками. Торцевые поверхности должны быть перпендикулярны к продольной оси, отклонения по вертикали и горизонтали (косина) не должны быть более 2 мм.

В местах сварки следует отрыть балласт на 10—15 см ниже подошвы шпал и сдвинуть одну из шпал для обеспечения доступа к сварному стыку при его обработке шлифовальным станком.

При производстве основных работ в «окно» в горизонтальной плоскости выполняется предварительный изгиб рельсовой плети по схеме, представленной на рис. 8.35. Изогнутый участок плети CD при рельсах типа Р65 не должен превышать 40 м. Участок AB — это ввариваемая рельсовая ставка. На участке BC (до 5 м) отвертывают на несколько оборотов гайки клеммных болтов для

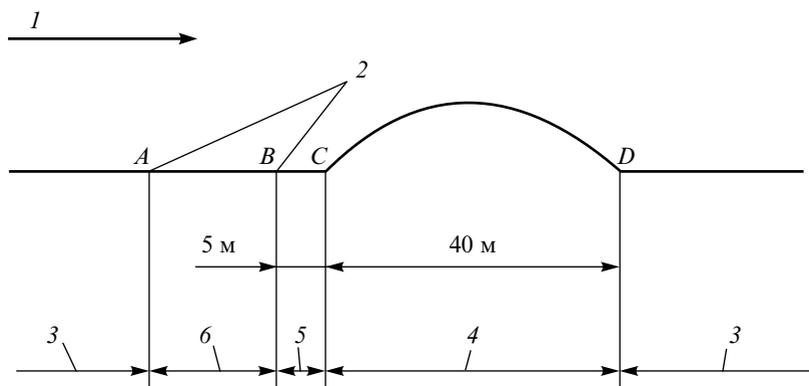


Рис. 8.35. Схема изгиба рельсовой плети при сварке с предварительным ее изгибом:

A, B — места сварки; C, D — начало и конец изгиба плети; 1 — направление движения ПРСМ; 2 — места сварки; 3 — рельсовая плеть нераскрепленная; 4 — участок с удаленными креплениями; 5 — участок с ослабленными креплениями; 6 — вставка

свободного продольного перемещения привариваемого конца рельса. Изгиб плети на участке *CD* осуществляют по металлическим скользунам (достаточно трех), позволяющим перемещать рельс поперек оси пути так, чтобы его подошва не цеплялась за реборды подкладок или торцы болтов. Изгиб производят до тех пор, пока торцы свариваемых концов рельсовой плети не совпадут. В прямых и кривых участках пути с радиусом более 1000 м изгиб производят в середину колеи, а на кривых с радиусом менее 1000 м — в наружную сторону кривой.

Изогнутая часть плети в процессе сварки выпрямляется под действием продольной силы, создаваемой сварочной машиной. Сварка должна закончиться без полного выпрямления изогнутого участка. Остаточная стрела изгиба на прямых и кривых радиусом более 1000 м должна быть в пределах от 15 до 30 см. В кривых радиусом 999—600 м — от 10 до 20 см, а при радиусе менее 600 м — от 5 до 15 см. Если остаточная стрела будет меньше указанной предельной величины, то сварной стык может оказаться дефектным из-за продольной растягивающей силы во время остывания сварного шва. При остаточной стреле больше предельно допустимой, в рельсовой плети возникает дополнительная сжимающая сила, изменяющая температуру закрепления в сторону понижения, что угрожает устойчивости рельсошпальной решетки. Например, при радиусе 400 м выпрямление плети с остаточной стрелой 30 см изменяет температуру закрепления в сторону понижения на 15 °С.

После остывания сварного стыка, через 2—3 мин после окончания сварки, прогнутую часть плети выпрямляют приложением поперечного усилия. Одновременно плеть закрепляют, начиная от концов изогнутой части к ее середине. В этом случае величина необходимых поперечных усилий минимальная, участок плети не изгибается в противоположную сторону.

При восстановлении рельсовой плети описанным способом при температуре выше температуры закрепления, но не более, чем на 15 °С необходимо перезакрепление плети на 300-метровом участке (по 150 м в обе стороны от второго сварного стыка) с целью равномерного распределения дополнительной продольной силы.

Если температура рельса во время восстановления плети сваркой ниже температуры закрепления более, чем на 5 °С, но не более, чем на 15 °С, одновременно должен производиться ввод рельсовой плети в установленный температурный режим ее работы.

Для этого необходимо работы произвести в соответствии с утвержденным ЦП технологическим процессом. Восстановление рельсовой плети при температуре более, чем на 15 °С ниже температуры закрепления в сторону понижения, не допускается из-за ограниченных возможностей гидравлического натяжного устройства (ГНУ).

Из-за отсутствия типовых устройств, обеспечивающих нагрев привариваемого участка плети до температуры, достаточной для того, чтобы вместе со сваркой ввести рельсовую плеть в установленный температурный режим при любой низкой температуре рельса работу производят в летнее время. Это позволяет ввести все плети в оптимальный температурный режим, максимально используя солнечное тепло во время укладки бесстыкового пути, а также при восстановлении лопнувших и дефектных рельсовых плетей. В весенний и осенний периоды, когда не удается закрепить все плети при желаемой температуре, следует применять технологии с использованием ГНУ или искусственный подогрев.

8.4.9. Разрядка температурных напряжений в плетях бесстыкового пути

Термины «разрядка», «температурные напряжения» более 40 лет употребляются в нормативно-технической документации, по бесстыковому пути. Эти термины не вполне точно отражают фактическую картину напряженно-деформированного состояния бесстыкового пути. Слово «разрядка» предполагает полное снятие продольной силы или, что то же самое, напряжений от продольной силы в рельсовых плетях. Фактически большая часть работ по так называемой «разрядке» производится без полного снятия продольных сил, т.е. производится перезакрепление рельсовой плети на новую температуру.

Таким образом, проще, удобнее и точнее заменить всюду термин «разрядка» на термин «перезакрепление», который также укоренился в документах и часто дублирует термин «разрядка». Термин «температурные напряжения» также везде, кроме расчета на прочность, точнее заменить на термин «температурная сила».

Работа по перезакреплению рельсовой плети почти всегда связана с необходимостью повысить температуру закрепления, чтобы обеспечить устойчивость бесстыкового пути во время работ, в процессе которых ослабляется связь рельсошпальной решетки с балластом.

До 1991 г. в технических условиях на укладку и содержание бесстыкового пути существовало требование в некоторых случаях осуществлять работы по так называемой «сезонной разрядке напряжений». В действующих ТУ-2000, как и в ТУ-91, это требование снято в связи с тем, что такая работа чаще только ухудшала условия эксплуатации бесстыкового пути, создавая по длине рельсовых плетей неопределенное напряженно-деформированное состояние.

Иногда из-за малых погонных сопротивлений продольным перемещениям на концевых участках рельсовых плетей бесстыкового пути путевцам в зимнее время приходится заменять уравнивательные рельсы на удлиненные, чтобы избежать большого раскрытия зазора и последующего среза болтов. Тогда весной при потеплении эти удлиненные рельсы, чтобы обеспечить устойчивость пути необходимо в срочном порядке менять на укороченные. Такую работу иногда ошибочно называют «сезонной разрядкой».

Сезонную регулировку зазоров на уравнивательных пролетах можно исключить из практики, если уделять должное внимание содержанию бесстыкового пути на концевых участках. Реально это с успехом осуществимо, если длина рельсовых плетей будет не меньше блок-участка, а лучше — не менее перегона. Наиболее выгодные условия создаются, если все стыки на стрелочных переводах ликвидированы сваркой, а стрелочные переводы также сварены с примыкающими к ним рельсовыми плетями. Прежде, чем сваривать рельсовые плети друг с другом до неограниченной по максимуму длины, их необходимо закрепить при температуре не ниже оптимальной, рекомендованной в ТУ-2000.

При закреплении рельсовой плети во время ее надвигки на подкладки, если была зафиксирована оптимальная температура, последующее ее перезакрепление, как правило, не требуется.

Закрепление рельсовой плети во время низкой температуры, требует последующего перезакрепления с целью ввода в оптимальный температурный режим эксплуатации. В этом случае до перезакрепления и сварки плетей друг с другом обычно удобнее иметь плети длиной до 800 м, что дает возможность относительно небольшими бригадами монтеров осуществить последующее перезакрепление в непродолжительные «окна». При достаточно больших «окнах» не исключены варианты последующего перезакрепления уже сваренных и надвинутых на подкладки плетей длиной до нескольких километров. В этом случае единовременные трудо-

затраты на работу по перезакреплению возрастают, но на единицу длины пути уменьшаются.

Если рельсовая плетть нагревается солнечным теплом, перезакрепление следует проводить при разнице температуры рельсов с температурой предыдущего закрепления минимум на $5\text{ }^{\circ}\text{C}$ больше Δt . До раскрепления плетти, через каждые 50 м наносят нулевые риски на подошве рельса против ребра подкладок.

В любом случае общее удлинение Δl перезакрепляемой плетти рассчитывается по формуле: $\Delta l = \alpha l \Delta t$, где l — перезакрепляемая длина плетти; Δt — желаемое изменение температуры закрепления (как правило, в сторону повышения).

На одном или обоих концах перезакрепляемой плетти рельсовые вставки меняют на новые, укороченные на Δl . Раскрепление плетти начинают с одного или сразу с двух концов плетти. Если число монтеров в бригаде ограничено, можно в одно «окно» перезакрепить не всю плетть, а ее половину или какую-то часть, а в следующее «окно» остальную часть плетти, начиная с другого конца.

При этом важно проконтролировать и обеспечить удлинение каждой 50-метровой части плетти на расчетную величину. Необходимо иметь ввиду, что при раскреплении плетти на ее концах 50-метровые участки удлинятся на величины большие, чем $\Delta l_{50} = \alpha l_{50} \Delta t$, а в середине на меньшую величину. Затем, когда торцы раскрепляемой рельсовой плетти упрутся в торцы примыкающих закрепленных плетей, произойдет укорочение 50-метровых участков на концах плетти. При этом удлинение на всех 50-метровых участках выравнивается до расчетной величины на всем протяжении перезакрепляемой плетти. Можно допустить отступление от необходимой величины Δt , обеспечив при этом, чтобы фактическое удлинение плетти Δl отличалось от расчетной величины не более, чем на ± 2 мм. Если не произвести этого выравнивания, концевые участки окажутся закрепленными при высокой температуре, а средние — при прежней или недопустимо низкой.

Для того, чтобы облегчить выравнивание, необходимо встряхнуть рельсовую плетть с помощью ударного разгонного прибора. Рельсовую плетть встряхивают ударами рельсовой рубки (с катками и рукоятками) по анкеру, установленному заранее на головке рельса (рис. 8.36) на границе участков с недостаточным и избыточным удлинением. Удары направляют в сторону избыточных удлинений плетти.

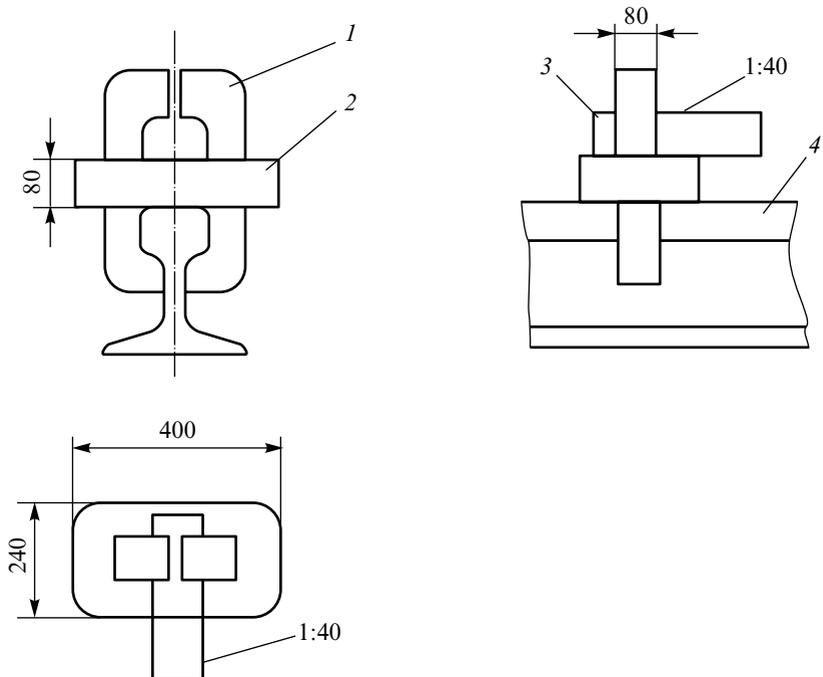


Рис. 8.36. Анкер, устанавливаемый на головке рельса:
 1 — скоба; 2 — хомут; 3 — клин; 4 — рельс

В книгу учета записывается новая температура закрепления, соответствующая фактическому ее изменению на $\Delta t = \frac{\Delta l_{50}}{\alpha l_{50}}$ на каждом 50-метровом участке, или средняя температура на каждом пикете. Измерение температуры рельсов необходимо для контроля соответствия фактической температуры расчетной.

На промежуточном скреплении типа **КБ** перезакрепление может производиться без перерыва в движении поездов с выдачей предупреждений об ограничении скорости до 25 км/ч. В этом случае в накладках на концах удлиняющейся плети устанавливают вкладыши, которые по мере удлинения своевременно меняют на более короткие до полного их изъятия так, чтобы они не были зажаты между торцами плетей и чтобы не пришлось вырезать вкладыши с помощью газовой горелки.

Для уменьшения погонных сопротивлений с целью ускорения выравнивания относительных удлинений на каждой 50-метровой части плети, на каждой 15-й шпале на резиновые прокладки под рельсы устанавливаются прокладки, снижающие сопротивление перемещению (полиэтиленовые или из другого материала с низким коэффициентом трения).

Перезакреплением можно назвать и принудительный ввод рельсовых плетей бесстыкового пути в оптимальную (желаемую) температуру закрепления. Принудительный ввод осуществляется созданием желаемых удлинений, соответствующих разнице предыдущей и новой температуры закрепления, с помощью искусственного нагрева рельсов, например, нагревательным устройством Зубова (Горьковская ж.д.) или растяжением их с помощью ГНУ. При нагреве или силовом растяжении, как и в случае естественного нагрева, рельсовую плеть раскрепляют начиная с концов: заменяют рельсовую вставку или уравнильный рельс на укороченный по расчету, аналогичному приведенному выше.

Нагрев ведут начиная с середины раскрепленной полуплети или с одного из ее концов, если перезакрепляется сразу вся плеть. При нагреве трудность обычно заключается в обеспечении расчетного удлинения первой 50-метровой части рельсовой плети, так как оставшая (ненагретая) часть плети находится на подкладках с прилипшими к подошве рельса прокладками и оказывает большое сопротивление продольным перемещениям. Чтобы сдвинуть ненагретую часть, приходится значительно перегревать первые 50 м и одновременно ударным разгонным прибором встряхивать плеть, направляя удары в сторону конца, на котором должно произойти расчетное удлинение раскрепленной части плети. Когда произойдет желаемое удлинение плети, риски на подошве рельса займут расчетное положение. При продолжающемся подогреве эта 50-метровая часть плети немедленно закрепляется болтами на шпалах, а нагревательное устройство перемещается на следующий 50-метровый участок. Дальнейший процесс перезакрепления плети с подогревом обычно идет без особых проблем. Необходимо только следить, чтобы подошва удлиняемых нагревом рельсов не заклинивалась в подкладках, и прокладки оставались бы на подкладках до закрепления рельсов на шпалах болтами промежуточного скрепления.

В конце, последний 50-метровый участок плети, как и первый, следует держать подогретым (не давая ему остыть) до тех пор, пока

не будут поставлены и закреплены не только болты промежуточного скрепления, но и стыковые болты с обеспечением нулевых зазоров. После прекращения нагрева под действием продольной растягивающей силы, возникший при охлаждении зазор раскроется на расчетную величину. Величина этого зазора будет зависеть от разницы температур и от погонных сопротивлений продольным перемещениям.

Натяжение с применением ГНУ раскрепленной плети или ее части (полуплети) также следует производить на бесстыковом пути, где щебеночный балласт уплотнен ДСП. Это требование в случае применения ГНУ следует считать более категорическим, чем в случае искусственного подогрева. В отличие от перезакрепления с искусственным подогревом, до установки ГНУ на примыкающем конце пути к растягиваемой плети необходимо создать анкерные участки, которые должны служить для восприятия создаваемых ГНУ продольных сил. На пути, не уплотненном динамическим стабилизатором (ДСП), Δt достаточно велико и анкерные участки окажутся настолько большими, что проведение такого технологического процесса станет нерациональным. Кроме того, что фронт и трудоемкость неоправданных работ на нестабилизированном пути весьма велики, на анкерном участке большой длины, начиная от конца, где крепятся захваты ГНУ, происходят большие продольные перемещения шпал в балласте. Эти перемещения влекут за собой перекосяк и кантование шпал, которые вызывают остаточные деформации во всех элементах промежуточных скреплений, что значительно сокращает сроки их службы. В связи с этим установленное предельное усилие F на одну рельсовую нить не должно превышать 700 кН, это означает, что с помощью ГНУ можно изменить температуру закрепления не более, чем на 30 °С.

Если участок пути, служащий анкером, уплотнен ДСП, т.е. погонное сопротивление $r=12$ кН/м, то его длина l_a при максимальной разнице $\Delta t=30$ °С составит:

$$l_a = \frac{F}{r} = \frac{600}{12} = 50 \text{ м.}$$

При этом максимальное перемещение λ шпал в балласте на конце анкерного участка составит:

$$\lambda = \frac{Fl_a}{2E\omega} = 9 \text{ мм.}$$

Такое перемещение можно считать допустимым.

Если же путь стабилизирован, но балласт не уплотнен ДСП, то $l_a = 100—120$ м, а перемещение шпал $\lambda = 18—20$ мм, что уже много и нежелательно. На нестабилизированном пути $l = 200—250$ м перемещение шпал $\lambda = 36—40$ мм, что явно недопустимо. На смерзшемся балласте l_a и λ могут быть в 2 раза меньшими, чем на пути, уплотненном ДСП. Однако в мороз максимально возможная разница в температуре закрепления 30 °С чаще всего окажется недостаточной, чтобы обеспечить перезакрепление на температуру в пределах оптимального интервала.

В случае применения ГНУ также требуется применение ударного разгонного прибора, чтобы сорвать подошву рельсов с прилипших прокладок и достичь на каждом 50-метровом участке расчетного удлинения, особенно на конце плети противоположном тому, где устанавливают ГНУ. На концах также до снятия ГНУ следует установить минимальные, лучше нулевые зазоры.

Иногда возникает необходимость перезакрепить рельсовую плеть на ограниченном участке плети в ее середине. Это требуется тогда, когда в середине плети возникло местное увеличение продольной силы (растягивающей или сжимающей) из-за производства работ или из-за угона пути.

Наибольшее местное отступление от установленного температурного режима возникает при работе машины с подрезным ножом, например, ЩОМ-4. В начале работы происходит отклонение температуры закрепления на 15 °С в сторону ее повышения, а в конце — на 15 °С в сторону понижения. С учетом этого в ТУ-2000 (см. табл. 4.4) установлены допустимые отступления от температуры закрепления во время работы машин. Изменение температуры закрепления в сторону повышения не опасно и в процессе эксплуатации до наступления морозов практически исчезает в результате самоперераспределения вдоль рельсовой плети. Изменение же температуры закрепления в сторону ее понижения может вызвать выброс.

Если нарушены требования ТУ-2000 (табл. 4.4), то выброс может произойти в конце работы машины. Потеря устойчивости бесстыкового пути может произойти после работы машины, если требования таблицы 4.4 не нарушены, а температура рельсов возросла. Чтобы этого не произошло, в ТУ-2000 (см. табл. 4.5) даны длины ограниченных участков (от 60 до 150 м), на которых требуется

произвести перезакрепление после работы щебнеочистительной машины с подрезным ножом.

Перезакрепление на ограниченном участке бесстыкового пути требуется производить при работах, связанных с восстановлением рельсовых плетей контактной сваркой. На угоняемом участке такое перезакрепление можно произвести только после прекращения процесса угона. При значительном угоне для ввода рельсовой плети в оптимальный интервал может потребоваться ее разрезка на части до 1000 м. Затем, после ликвидации причин угона и закрепления плетей при оптимальной температуре, следует возобновить их соединение сваркой.

На конечных 150—200-метровых участках при высокой температуре закрепления с целью предотвращения образования больших зазоров зимой может потребоваться перезакрепление плети на более низкую температуру в пределах оптимального интервала. При первоначальном закреплении плети во время высоких температур на ее конце в путь укладывают укороченный рельс (например, 12,46 м) и в запасе нормальный (12,50 м) рельс. При понижении температуры укороченный рельс на конце плети заменяют на нормальный, создавая при этом нулевой зазор.

Чтобы получить нулевые зазоры, перед сменой рельсов нужно осторожно раскреплять конец с остановкой до того момента, пока впритирку не станет возможным вставить новый рельс взамен укороченного, после чего сразу закрепляют стыковые болты с максимальной затяжкой.

8.4.10. Исправление пути на пучинах

В зимний период происходят процессы морозного пучения избыточно увлажненного пучинистого грунта, что сопровождается местными пучинистыми неровностями, преимущественно в виде горбов (рис. 8.37) в продольном профиле с большой крутизной отводов, недопустимой для рельсовых нитей по нормам текущего содержания. Пучинные горбы могут иметь одинаковые искажения по высоте и длине на обеих рельсовых нитях (прямые пучины), неодинаковые по высоте (косые пучины), неодинаковые по высоте и длине (перекосные), а также быть односторонними (с искажением одной нитки).

При появлении пучинных горбов необходимо исправление пути на пучинах (ИПП): уположение рельсовых нитей укладкой пучинных подкладок на шпалы до нормативных уклонов, отводов, при-

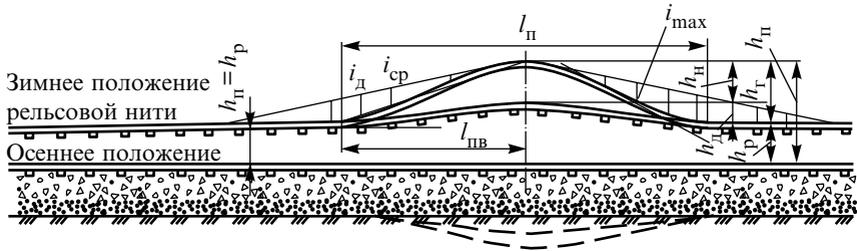


Рис. 8.37. Параметры пучинного горба:

$l_{\text{п}}$ — длина пучины полная; $l_{\text{пв}}$ — длина пучины от вершины; $h_{\text{п}}$, $h_{\text{пв}}$, $h_{\text{пг}}$, $h_{\text{пд}}$ — величины пучения полного, пучинного горба, равномерного, неравномерного, допустимого соответственно; i_{max} , $i_{\text{ср}}$, $i_{\text{д}}$ — величины профильных уклонов максимального, среднего, допустимого

веденных в табл. 8.62, в зависимости от скоростей движения поездов. Для высоких скоростей движения требуются более плавные отводы. Поскольку процесс пучения и рост пучинных горбов продолжается в течение зимы, то и работы по ИПП с устройством плавных отводов выполняются неоднократно при росте пучин, а весной при оттаивании грунтов земляного полотна при спаде пучин.

Таблица 8.62

Уклоны отводов, устраиваемых при исправлении пути на пучинах

Скорости движения поездов, км/ч	Уклоны отводов, ‰, на расстоянии от вершины пучинного горба в обе стороны, м		
	до 5 (i_1)	более 5 (i_2)	на всем протяжении (i_3)
до 60	2,0	3,0	
61 — 80	1,5	2,5	
81 — 100	1,0	2,0	
101 — 120			0,8
121 — 140			0,7

Отводы от пучинных горбов (по двум рельсовым нитям) устраиваются на участках со скоростями движения поездов более 100 км/ч линейными, как показано на рис. 8.38, а, при скоростях движения поездов менее 100 км/ч — линейно-ломанными с выделением у вершины горба в обе стороны элементов длиной 5 м с уположенной крутизной, как показано на рис. 8.38, б.

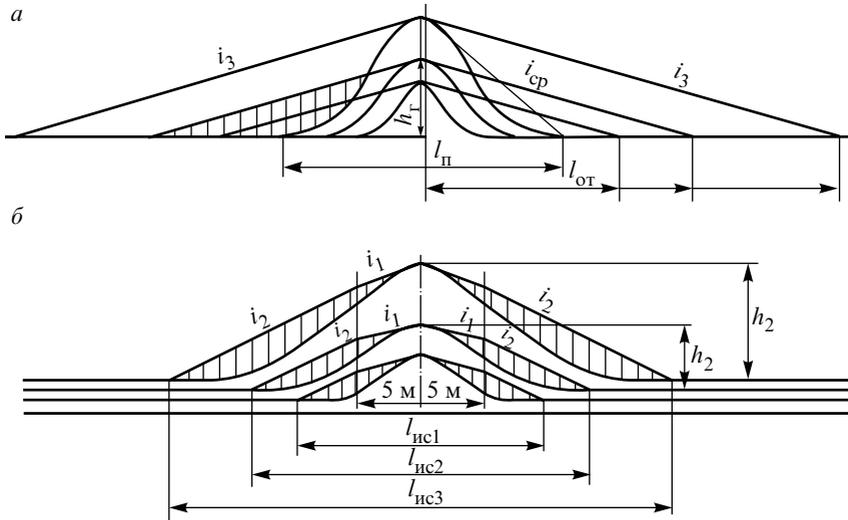


Рис. 8.38. Отводы от вершины пучинных горбов:
a — на участках со скоростями движения более 100 км/ч; *б* — на участках со скоростями движения менее 100 км/ч

Между концами отводов двух смежных пучинных горбов устраивается разделительная площадка параллельно элементу продольного профиля длиной не менее 10 м (рис. 8.39, *a*). При меньшей длине разделительной площадки пучинные под-

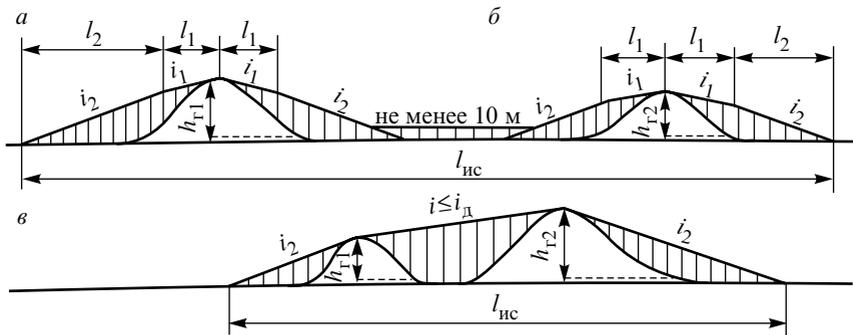


Рис. 8.39. Исправление пучин:
a — способом понижения отметок заменой подкладок на более тонкие; *б* — способом повышения отметок рельсов наращиванием пучинными подкладками (карточками); *в* — комбинированный способ

кладки следует укладывать на всем протяжении между пучинными горбами (рис. 8.39, б) с соблюдением уклонов, указанных в табл. 8.62. Конец отвода от пучинного горба должен располагаться на расстоянии не менее 10 м от перелома продольного профиля пути; при несоблюдении этого условия устраивается участок длиной не менее 10 м со средним уклоном между двумя смежными, что обеспечивается укладкой пучинных подкладок.

При исправлении пути с пучинами на стрелочном переводе в пределах рамных рельсов и крестовины устраивается площадка; на протяжении переводной кривой, а также перед рамными рельсами и за крестовиной отводы устраиваются с уклонами согласно указанным в табл. 8.62.

На участках с костыльным скреплением для ИПП применяются пучинные подкладки (рис. 8.40), которые подразделяются на карточки, башмаки, короткие, полусквозные и сквозные нашпальники, изготавливаемые из дерева, полимерных и других материалов (табл. 8.63). Пучинные подкладки прикрепляются к шпалам костылями нормальной длины (0,165 м), пучинными удлиненными (0,205; 0,230; 0,255; 0,280 м), шурупами (длиной 0,200; 0,250 м). Все подкладки имеют круглые отверстия для костылей и шурупов диаметром 25 мм.

Таблица 8.63

Размерные параметры пучинных подкладок

Наименование пучинных подкладок, мм	Размеры пучинных подкладок, мм				
	Толщина	Ширина/ длина при рельсах типа			
		P75	P65	P50	P43
Карточки	1; 1,5; 3; 5; 8; 10; 15; 20; 25	170*	170*	170*	160*
Башмаки	25, 30, 40, 50	170/400	170/400	170/350	160/350
Короткие нашпальники	50, 60, 70, 80, 90	170/500	170/500	170/450	160/450
Полусквозные нашпальники	50, 60, 70, 80, 90, 100, 110	170/800	170/800	170/800	160/800
Сквозные нашпальники	50, 60, 70, 80, 90, 100, 110	170/2400	170/2400	170/2400	160/2400

* Размер по длине подкладок соответствующего типа.

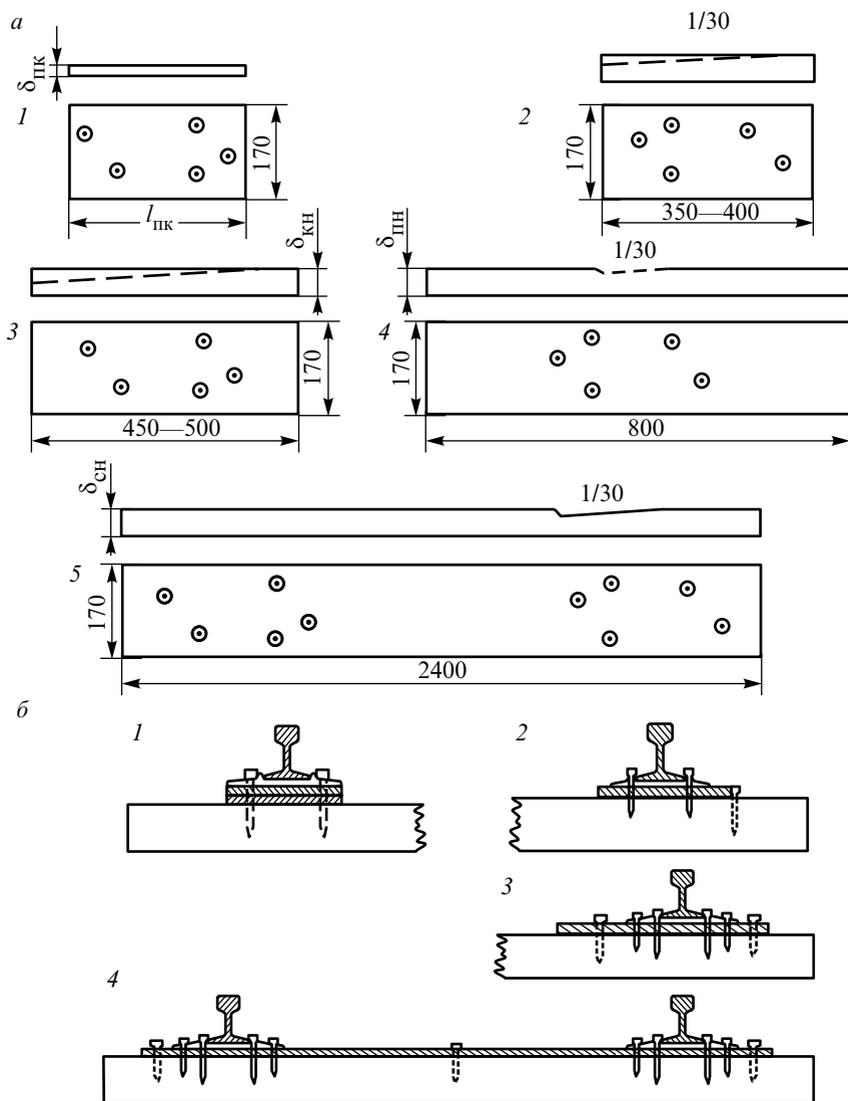


Рис. 8.40. Пучинные подкладки для исправления пути на пучинах:
 а — пучинные подкладки: 1 — карточки; 2 — башмаки; 3, 4, 5 — короткие, полу-
 сквозные, сквозные напильники; $l_{ПК}$ — длина подкладки; $\delta_{ПК}$, $\delta_{КН}$, $\delta_{ПН}$, $\delta_{СН}$ —
 толщина подкладки, короткого, полусквозного, сквозного напильника; б —
 прикрепление подкладок к шпалам: 1 — карточек; 2 — башмака и коротких на-
 пильников (с обшивкой); 3, 4 — полусквозного, сквозного напильников

На одном конце шпалы разрешается укладывать не более двух пучинных подкладок (трех — при временных отводах). Порядок применения пучинных подкладок приведен в табл. 8.64. При исправлении односторонних пучин вместо сквозных нащпальников применяют полусквозные. Для стрелочных переводов в пределах рамных рельсов и крестовин пучинные подкладки изготавливаются по размерам стрелочных подкладок, под которыми они укладываются. При пропуске поезда по месту работ для устройства временных отводов применяются составные (инвентарные) карточки. На рис. 8.41 показаны регулировочные прокладки и инвентарные карточки (составные и цельные для разных типов рельсов) и их крепление на деревянных и железобетонных шпалах, а также шаблон-угольник, который служит для измерения пучинных подкладок, и металлический клин для закрепления вывешенного рельса. Пучинные подкладки хранятся и доставляются на место работ в специальных ящиках с секциями для подкладок разной толщины.

На участок пути с железобетонными шпалами при отдельном креплении типа КБ возможность исправления пути на пучинах ограничивается суммарной допустимой толщиной прокладок для укладки под подошву рельса: 14 мм с учетом прокладки-амортизатора. При высоком пучинном горбе снижается установленная скорость движения поездов и исправление пути возможно (в крайнем случае) с устройством отводов на деревянных шпалах, укладываемых (в пределах пучинного горба) между железобетонными шпалами.

Способы исправления пути на пучинах и организация работ имеют особенности в зависимости от периода пучинообразования: в зимний период — при росте пучинного горба, в весенний — при спаде пучин; в зависимости от величины пучинных горбов высотой до 10 мм, 11 — 25, 26 — 50, более 50 мм.

При росте пучинного горба укладка или замена пучинных подкладок производится от вершины пучинного горба к концу отвода; при осадке пучинного горба — от конца отвода к вершине горба. При высоте горба до 50 мм, а также при снятии или укладке пучинных подкладок на ранее уложенный отвод, от пучинного горба устраивается отвод сначала по одной рельсовой нити с одной стороны горба, затем по другой рельсовой нити с той же стороны горба, и аналогично устраивается отвод с другой стороны

Условия применения пучинных подкладок

Суммарная толщина (двух) пучинных подкладок	Характеристики плана пути	Применение пучинных подкладок	Размещение напильников	Длина костылей, мм	
				А	В
Менее 15	Прямые Кривые	Карточки	Не укладываются	165	
				165	
16—25	Прямые Кривые $R > 350$ м $R < 350$ м	То же	То же	205	165
				205	
26—50	Прямые Кривые	Башмаки и карточки	То же	230	165
				230	
51—75	Прямые Кривые $R > 1500$ $R < 1500$	Короткие напильники и карточки	То же	230	165
				230	
76—90	Прямые Кривые $R > 1500$	Сквозные напильники и карточки	То же	255	205
				255	
Больше 90	Прямые Кривые $R > 1500$	Сквозные напильники и карточки	То же	255	205
				255	
Больше 90	Прямые Кривые $R < 1500$	Короткие напильники и карточки	То же	280	230
				280	

Примечания. А — костыли для пришивки рельсов и подкладок; В — для пришивки напильника; В — для обшивки наружных концов башмаков, напильников.

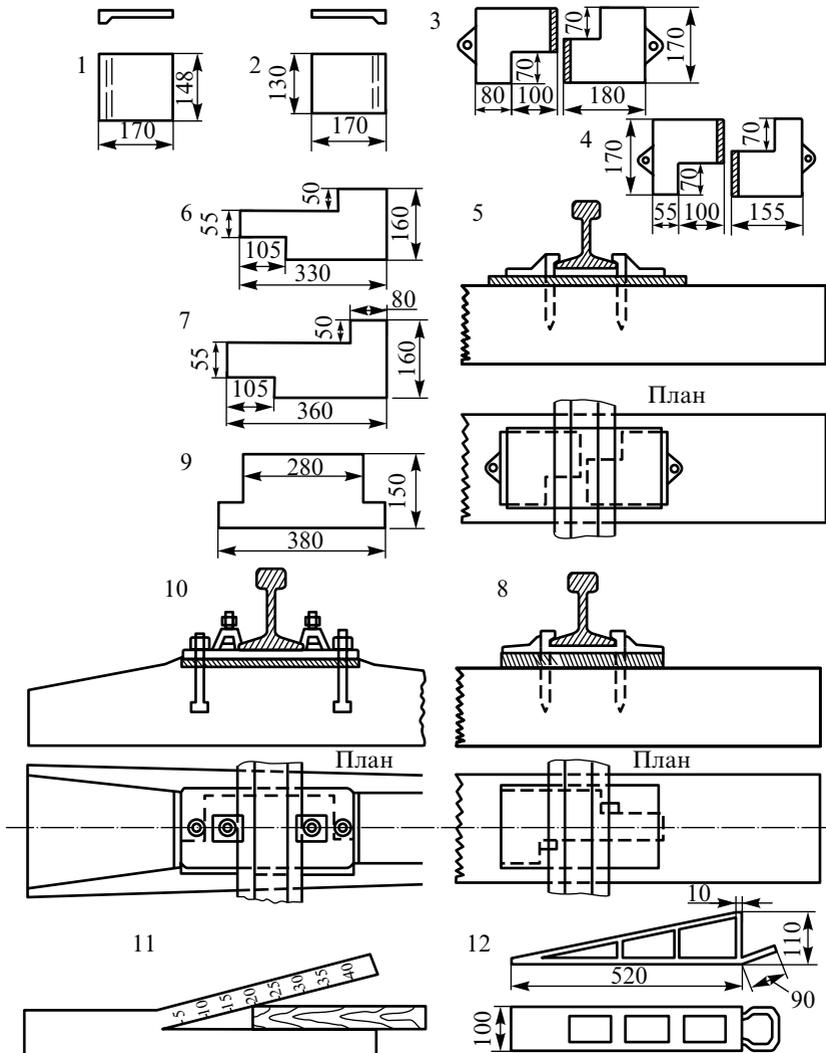


Рис. 8.41. Конструкции регулировочных прокладок и инвентарных карточек: 1, 2 — регулировочные прокладки для рельсов Р65, Р50 и инвентарные карточки; 3, 4 — составные для рельсов Р75, Р65 и Р50 (укладка на поз. 5); 6, 7 — цельные для рельсов Р75, Р65 и Р50 при костыльном скреплении на деревянных шпалах (укладка на поз. 8); 9 — при скреплении КБ на железобетонных шпалах (укладка на поз. 10); 11 — шаблон-угольник для измерения толщины пучинных подкладок; 12 — металлический клин для закрепления вывешенного рельса

горба. Если высота горба по обеим нитям разная (косая пучина), то на прямом участке сначала устраивается отвод по рельсовой нити с большей высотой горба, а затем вторая нить исправляется по уровню.

На кривых участках при росте пучины путь сначала выправляется по наружной нити с соблюдением возвышения, а затем — по внутренней. При спаде пучины пучинные подкладки снимаются сначала по внутренней нити, а затем по наружной.

При высоте пучинного горба более 50 мм на прямых и кривых участках пути и в тех случаях, когда в кривой при неравномерном росте и спаде пучин внутренняя нить оказывается выше наружной или возвышение — больше допустимого, работы по ИПП выполняются одновременно по обеим нитям.

На переходной кривой при ИПП крутизна отводов возвышения наружной рельсовой нити должна соответствовать значению, установленным Инструкцией по текущему содержанию пути.

Для снижения расхода подкладок, сохранения срока службы шпал, сокращающегося от многочисленных перешивок, и уменьшения затрат труда на участках с короткими пучинными горбами, которые устойчиво проявляются на одном и том же месте, допускается применять комбинированный способ. Для этого осенью подрезается балласт под шпалами в зоне ожидаемого пучинного горба и на шпалы (под металлические подкладки) укладываются пучинные подкладки по высоте горба. Зимой по мере роста пучинного горба ранее уложенные подкладки заменяются на более тонкие. Весной по мере оседания пучинного горба вместо тонких укладываются более толстые подкладки, а после осадки пучины и оттаивания балласта подкладки снимаются и производится выправка пути.

При осадке пучин применяются два основных способа: постепенное опускание (понижение отметок головки рельса) и наращивание (повышение отметок рельсов). При способе понижения (основной способ) отметки головки рельса понижаются при постепенном опускании рельса в процессе замены пучинных подкладок, лежащих в пути, на более тонкие (рис. 8.42, *а*). При способе повышения отметок головки рельса ИПП производится (рис. 8.42, *б*) наращиванием просевших мест пучинного горба укладкой пучинных подкладок (карточек). На пучинах с несколькими смежными пучинными искажениями может применяться комбинированный

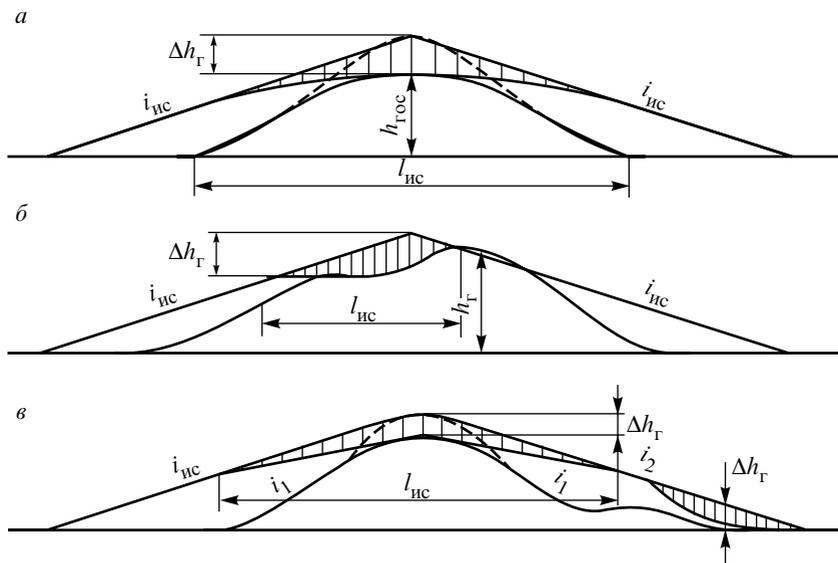


Рис. 8.42. Исправление пути на пучинах понижением (а), повышением (б) отметок рельсов и комбинированным способом (в): Δh_{Γ} — величина снижения пучинного горба; $h_{\text{Гос}}$ — величина осевого горба; $i_{\text{ис}}$, $l_{\text{ис}}$ — принятые уклоны, длина ИПП

способ, при котором наибольший по высоте пучинный горб исправляют способом опускания, а отдельные промежуточные неровности способом наращивания с укладкой пучинных подкладок (рис. 8.42, в).

Имеются разработки способов исправления пути на пучинах по криволинейным отводам, что при допустимой величине непогашенного ускорения для подвижного состава позволяет уменьшить длину отводов на 15—20 %. На пути снимается продольный профиль пучинного горба, толщина пучинных подкладок для обоих концов каждой шпалы определяется по лекалу или вычисляется на компьютере.

Измерительные работы при исправлении пути на пучинах — определение высоты пучинных горбов, длины отводов от них, толщины пучинных подкладок — выполняются с помощью визирок (рис. 8.43), оптического прибора ПРП, с применением визирного прибора ВОГ.

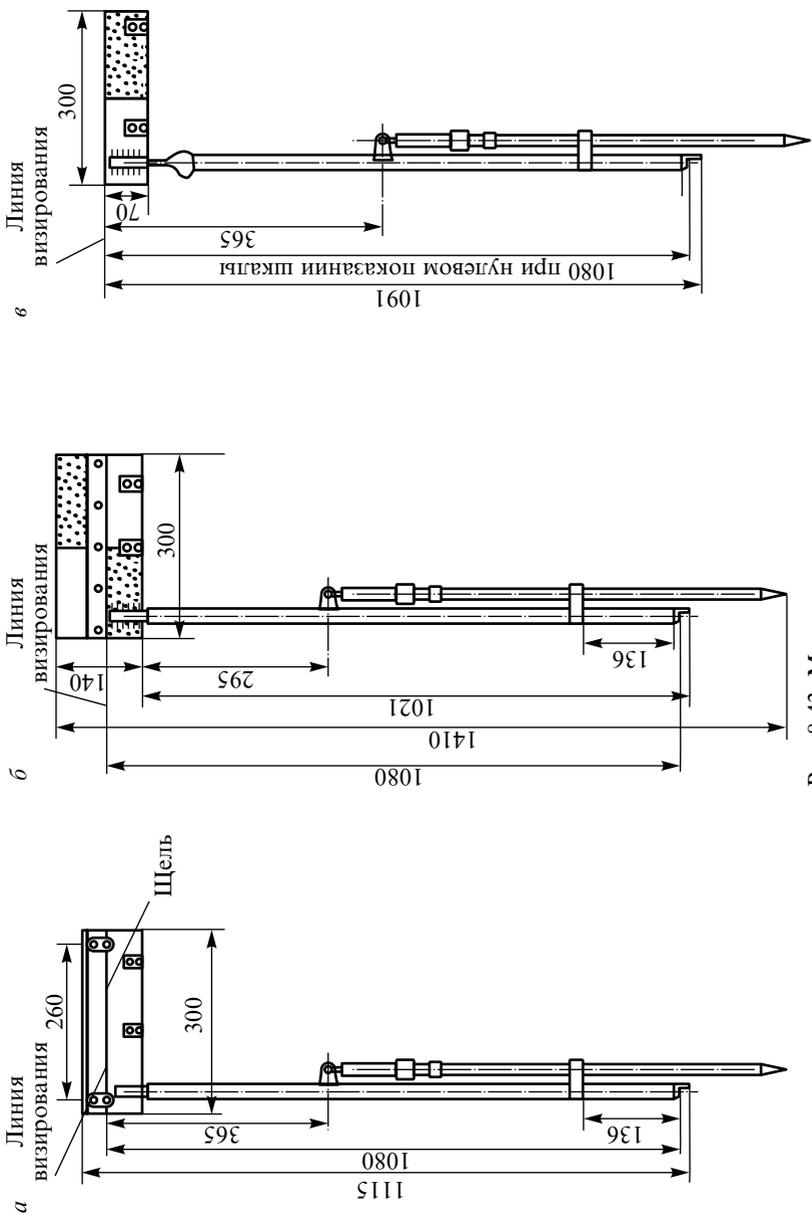


Рис. 8.43. Металлические визирки: а— смотровая (глазная); б— двойная (конечная); в— раздвижная (промежуточная)

Технология измерительных работ натурным способом на пути с применением прибора ПРП приведена на рис. 8.44.

Определение высоты пучинного горба проводится в следующем порядке:

— по одной рельсовой нитке, на которой пучинная неровность визуально имеет большую высоту и длину, намечают точки за пределами пучинного горба, где на пути нет неравномерного пучения (рис. 8.44, *а*);

— в этих точках по обе стороны пучинного горба вертикально (по круглому уровню) устанавливают зрительную трубу и рабочую рейку ПРП;

— зрительную трубу опускают вниз до упора, визирную ось наводят на горизонтальную диагональ верхней марки рабочей рейки;

— измерительную рейку (или линейку) устанавливают вертикально на вершине горба и по ее вертикальной шкале берут отсчет O_2 (в мм), величина которого равна высоте пучинного горба $h_{\Gamma} = O_2$.

При высоте пучинного горба более 50 мм (рис. 8.44, *б*) необходимо удлинять нижнюю шкалу измерительной рейки или приподнимать зрительную трубу на некоторую величину (определяется по шкале стойки трубы). В том случае высота горба будет равна сумме отсчета по шкале измерительной рейки O_2 и величине a , на которую поднята зрительная труба $h_{\Gamma} = O_2 + a$.

Определение длины элементов отвода l_1, l_2 выполняется с учетом необходимой крутизны отводов i_1 (на l_1 отвода равной 5 м) и i_2 (на l_2 остальной части отвода) и измеренной высоты пучинного горба h_{Γ} . Длина отвода (с одной стороны горба) вычисляется для участков со скоростями движения поездов до 100 км/ч по формуле:

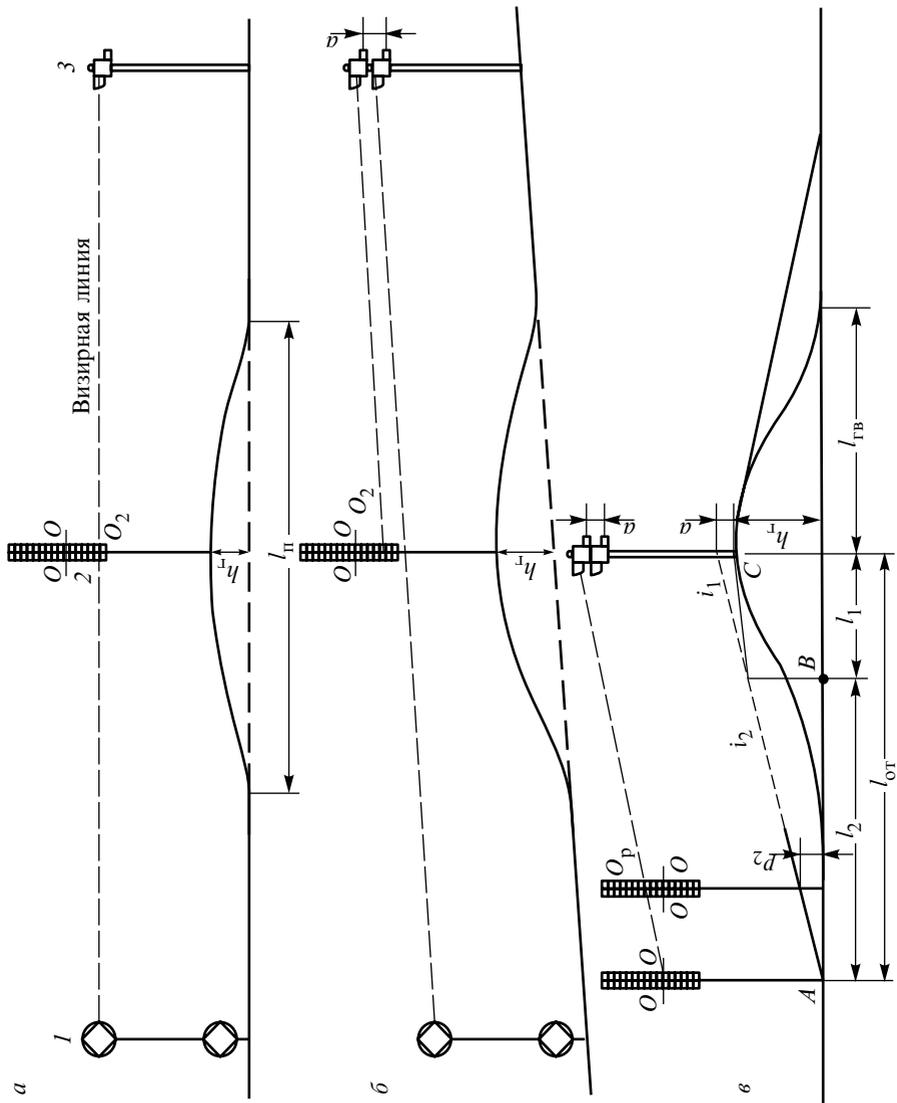
$$l_{\text{от}} = l_1 + (h_{\Gamma} - l_1 i_1) / i_{\text{ис}},$$

где $l_{\text{от}}$ — длина отвода; $i_1, i_{\text{ис}}$ — величина уклонов отвода, принимаемая по табл. 8.62.

Пример 1. Установленная скорость движения поездов на участке 95 км/ч. Необходимая величина уклонов на 1-м отводе $l_1 = 5,0$ м, $i_1 = 0,001$, на остальной части $i_2 = 0,002$. Измеренная высота пучинного горба $h_{\Gamma} = 42$ мм (0,042 м).

$$l_{\text{от}} = 5 + (0,042 - 5 \times 0,001) / 0,002 = 23,5 \text{ м}$$

— для участков со скоростями движения поездов более 100 км/ч;



$$l_{\text{от}} = h_{\Gamma} / i_3,$$

где i_3 — величина отвода, принимаемая по табл. 8.62.

Пример 2. Установленная скорость движения поездов на участке 115 км/ч. Необходимая величина уклона $i_3 = 0,0008$. Измеренная высота пучинного горба $h_{\Gamma} = 28$ мм (0,028 м).

$$l_{\text{от}} = 0,028 / 0,0008 = 35,0 \text{ м.}$$

Определение толщины пучинных подкладок (при росте пучин) выполняется по следующей технологии (рис. 8.44, *в*, *з*).

Толщина подкладок определяется сначала на участке основного элемента отвода l_2 (рис. 8.44, *в*), затем l_1 (рис. 8.44, *з*):

— измерительную рейку (или линейку) устанавливают в конце отвода (точка *A*);

— оптический прибор ПРП (зрительную трубу) устанавливают на вершине горба (точка *C*);

— зрительную трубу располагают так, чтобы визирная ось ее была параллельна линии отвода на участке *AB* (рис. 8.44, *в*), для чего зрительную трубу поднимают на величину $a = (l_1 + l_2)i_2 - h_{\Gamma}$ и наводят визирную ось на нулевое деление шкалы измерительной рейки (в точке *A*).

Пример 3. Установленная скорость движения поездов на участке 95 км/ч. Необходимая величина уклонов $i_1 = 0,001$, $i_2 = 0,002$, $l_1 = 5$ м, $l_2 = 18,5$ м. Высота пучинного горба $h_{\Gamma} = 42$ мм (0,042 м):

$$a = 23,5 \times 0,002 - 0,042 = 0,005 \text{ м} = 5 \text{ мм};$$

— определяют необходимую величину пучинных подкладок на каждой шпале участка *AB*, для чего измерительную рейку переставляют в пределах участка *AB* на каждой шпале и по вертикальной шкале берут отсчеты $O_{\text{в}}$, которые соответствуют толщине пучинных подкладок $O_{\text{в}} = p_{\text{п}}$;

— затем зрительную трубу располагают так, чтобы визирная ось ее была параллельна линии отвода на участке *BC* (рис. 8.44, *з*), для чего зрительную трубу опускают вниз до упора, а визирную ось наводят по шкале измерительной рейки, оставленной в точке *B*, на отсчет $O_{\text{в}}$ равный толщине подкладки в этой точке $O_{\text{в}} = p_{\text{в}}$;

— определяют необходимую толщину пучинных подкладок на каждой шпале участка *BC*, для чего измерительную рейку переставляют в пределах участка *BC* на каждой шпале и берут по вер-

тикальной шкале отсчеты, которые соответствуют толщине пучинных подкладок $O_{\text{в}}=p_{\text{д}}$.

Во всех случаях при определении толщины пучинных подкладок на каждой шпале необходимо измерять толщину ранее уложенных в путь при ИПП пучинных подкладок.

Толщина пучинных подкладок по другой рельсовой нитке определяется подбором или измерением (пользуясь путевым шаблоном), в кривых — с учетом принятого возвышения рельсов.

Технология измерительных работ на пучинах прибором ПРП при осадке пучинного горба и ИПП способом опускания выполняется в такой последовательности (рис. 8.44, *д*):

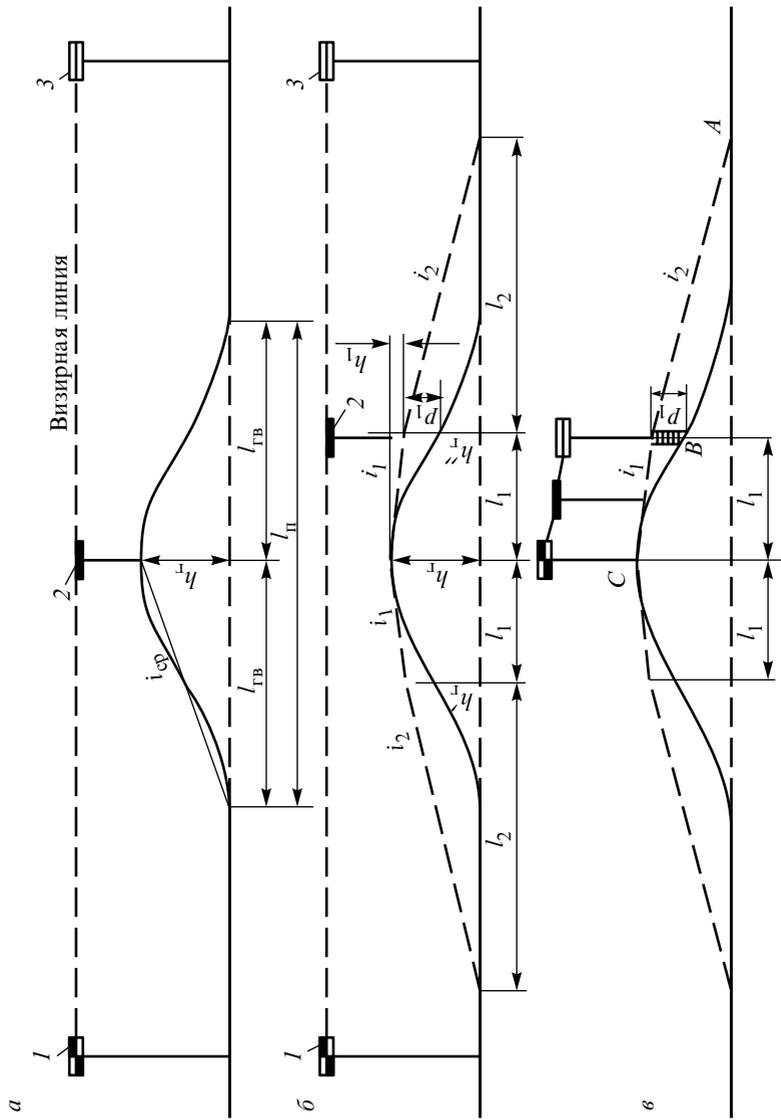
- измеряют высоту осевшего пучинного горба;
- оптический прибор с опущенной вниз (до упора) зрительной трубой устанавливают вертикально на вершине горба (в точке *С*);
- измерительную рейку устанавливают на расстоянии $l=h_{\text{г}}/i_1$ (в точке *А*);
- визирную ось оптического прибора наводят на нулевое деление шкалы измерительной рейки;
- перемещают измерительную рейку в сторону зрительной трубы и находят место, на котором отсчет по шкале измерительной рейки равен 0 (точка *В*);
- переставляя измерительную рейку в сторону зрительной трубы на каждой шпале измеряют толщину пучинных подкладок и берут по шкале отсчет ($O_{\text{д}}$), соответствующий величине, на которую нужно уменьшить толщину лежащей в пути пучинной подкладки на шпале.

Пример. Величина осевшего пучинного горба 36 мм. Установленная скорость движения поездов на участке 95 км/ч. Необходимый уклон отвода (на участке *ВС*) $l_1=0,001$. Толщина лежащей в пути (точка *Д*) пучинной подкладки $p_{\text{п}}=50$ мм. Отсчет по шкале измерительной рейки $O_{\text{д}}=12$ мм.

Тогда расстояние от вершины горба до места первой установки измерительной рейки $l=h_{\text{г}}/i_1=0,036/0,001=36$ м; толщина пучинной подкладки, которую необходимо оставить на шпале $p_{\text{д}}=p_{\text{п}}-O_{\text{в}}=50-12=38$ мм.

Технология измерительных работ на пучинах с применением визирок.

Определение высоты пучинного горба (рис. 8.45, *а*) предусматривает следующие работы:



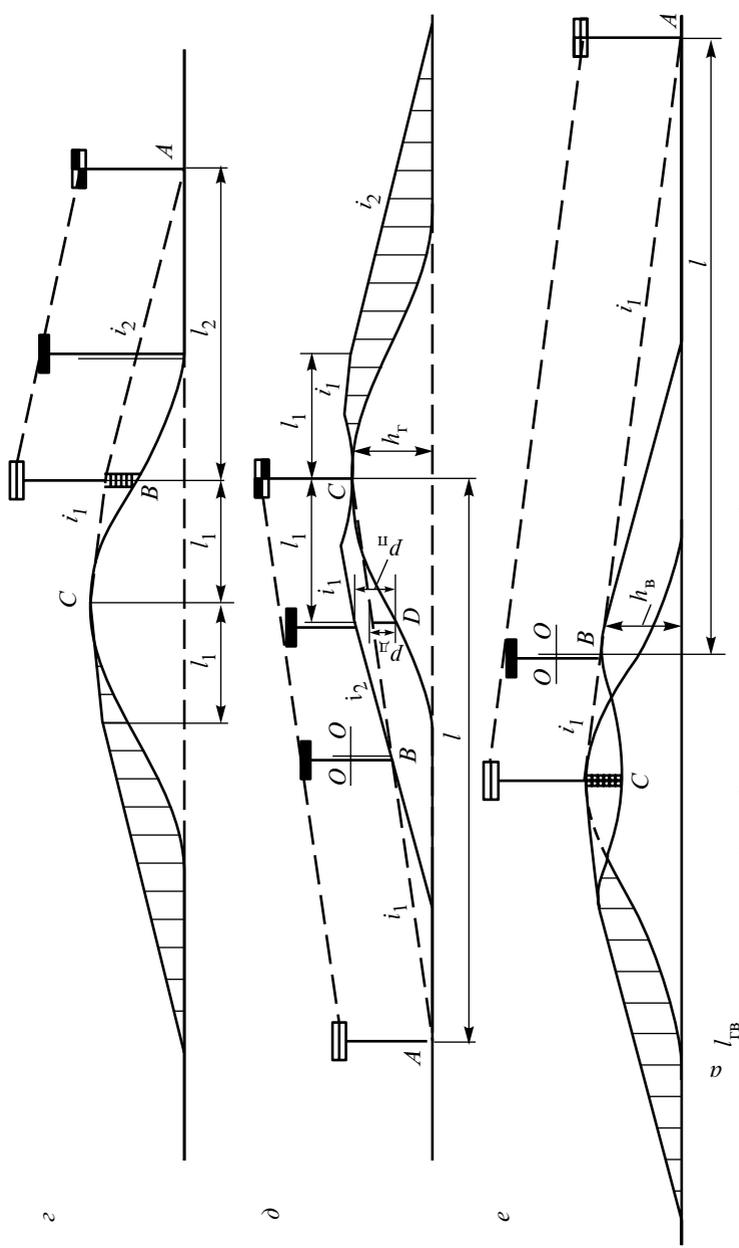


Рис. 8.45. Схемы измерительных работ визирками:

a — определение высоты пучинного горба; *b* — определение визирной отметки на конце 5-метрового отвода; *e* — определение толщины пучинных подкладок на 5-метровом отвде; *z* — определение надпальной части отвода; *d* — исправление пучин способом постепенного опускания; *e* — исправление пучин способом наращивания; *l* — конечная визирка; 2 — раздвижная визирка; 3 — смотровая визирка

— по одной рельсовой нитке, где пучинная неровность визуально имеет большую высоту и длину, намечают точки за пределами пучинного горба, где на пути нет неравномерного пучения;

— в этих точках по обе стороны пучинного горба вертикально (на головке рельса) устанавливают смотровую и конечную визирки;

— раздвижную визирку (или рейку) устанавливают вертикально (на головке рельса) на вершине пучинного горба;

— на раздвижной визирке перемещением подвижной части ее вверх или вниз (по указанию наблюдающего у смотровой визирки) верхнюю грань подводят к линии визирования и по шкале визирки берут отсчет, соответствующий высоте пучинного горба;

— отмеряют l_2 , определяют среднюю крутизну $i_{\text{ср}}$ пучинного горба $i_{\text{ср}} = h_{\text{Г}} / l_{\text{ГВ}} > i_{\text{д}}$;

— отмеряют по $l_1 = 5$ м в обе стороны от вершины горба, устанавливают в этих точках раздвижную рейку и определяют величины пучения $h'_{\text{Г}}$ и $h''_{\text{Г}}$, которые (по возможности) записывают мелом на шейке рельса. На такую подкладку (в точке *B*) устанавливается смотровая визирка.

Дальнейшее определение элементов (частей) длины отвода l_1 , l_2 и толщины пучинных подкладок при росте, а так же спаде пучин выполняется по технологическим схемам, приведенным на рис. 8.45, аналогично приемам, описанным для измерительных работ с применением прибора ПРП.

Измерительные работы с применением визирного оптического прибора ВОГ (или теодолита) выполняются в следующем порядке.

Для определения высоты пучинного горба прибор ВОГ устанавливается по оси пути или на рельсе и визирный луч направляется параллельно продольному уклону пути на участке, измеряется высота инструмента $V_{\text{и}}$, рейка переставляется вдоль пучинного горба и по ней берутся отсчеты O_i , находится наименьший $O_{i\text{min}}$. Высота пучинного горба $h_{\text{пг}} = V_{\text{и}} - O_{i\text{min}}$ (рис. 8.46).

При определении толщины пучинных подкладок прибор ВОГ устанавливается на вершине горба и визирный луч направляется параллельно i_1 (с поправкой к горизонтальному на отсчет $\Delta O_i = l_i \cdot i_1$ мм).

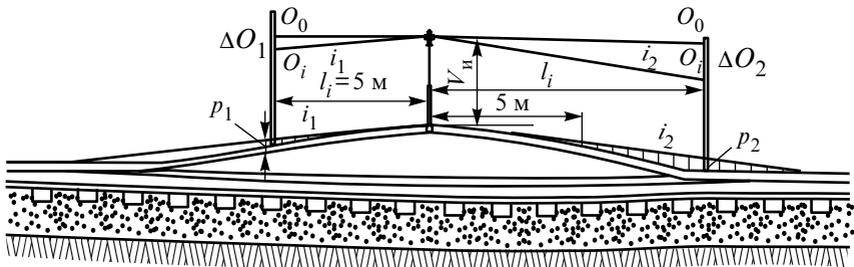


Рис. 8.46. Измерения пучинного горба прибором ВОГ

Тогда толщина подкладок на шпалах на 5-ти метрах отвода:

$$p_1 = O_i - V_{и},$$

где: O_i — отсчеты по рейке, установленной на шпалах 5-метрового отвода;
 $V_{и}$ — высота инструмента.

Затем визирный луч направляется параллельно i_2 (с поправкой $\Delta O_2 = l_i \cdot i_2$). Тогда толщина подкладок на шпалах остального отвода

$$p_2 = O_i - (V_{и} - \Delta_5),$$

где $\Delta_5 = 5000(i_2 - i_1)$ — постоянная поправка на разницу i_1 и i_2 .

Порядок работ при ИПП на участках, где в зимний период возможны пучинные горбы, включает заблаговременную подготовку, смену негодных и подтесанных шпал, замену изломанных (изношенных) костылей, металлических подкладок, подрезку балласта под подошвами рельсов.

Для ИПП назначаются составы бригад: при высоте пучинных горбов до 50 мм — 4 монтера пути, более 50 мм — 8 монтеров пути; руководители работ при высоте пучинного горба до 10 мм — монтер 5-го разряда; 11—50 мм — бригадир пути; свыше 50 мм — дорожный мастер. Согласно Инструкции по обеспечению безопасности движения поездов при производстве путевых работ устанавливаются ограждения места работ сигналами с учетом ограничения скорости движения поездов: при наибольшей толщине пучинных подкладок до 10 мм сигнальный знак «С» скорость не снижается; при 11—25 мм — сигналы «начало опасного места» и «конец опасного места» с ограничением скорости до 40 км/ч; 26—50 мм — то же до 25 км/ч; более 50 мм — сигналы остановки.

В период ИПП возможен пропуск поездов по месту работ, для чего устраиваются временные отводы с применением составных или цельных карточек, укладываемых под металлические подкладки, и с обеспечением:

Уклонов отводов	0,005	0,004	0,003	0,002	0,001	0,0001
Скорости движения поездов, км/ч	40	41—60	61—80	81—100	101—120	Более 120

Для пропуска поездов рельсы на каждом конце шпалы прикрепляются не меньше, чем двумя костылями, все ранее наддернутые костыли должны быть добиты, клеммные болты довернуты, путь не должен иметь перекосов и углов в плане (превышающих нормативные значения для условий работы).

При росте пучинного горба высотой до 50 мм работа по ИПП выполняется бригадой из 4-х монтеров пути под руководством бригадира пути. В подготовительный период бригада очищает путь от снега и обметает шпалы. Руководитель работ с помощью измерительных инструментов определяет высоту пучинного горба, толщину укладываемых пучинных подкладок (записывает на концах шпал), проверяет по уровню положение второй рельсовой нити в пределах пучинного горба; отмечает по шейке рельса толщину пучинных подкладок, которые должны быть уложены на каждом конце шпалы второй рельсовой нити. Монтеры пути подбирают по толщине и раскладывают по концам шпал пучинные подкладки и пластинки-закрепители; выдергивают дополнительные и третьи основные костыли по всему фронту работ.

Основные работы выполняются согласно технологическому графику (рис. 8.47). Порядок работ сохраняется на всех шпалах по первой и второй рельсовым нитям, а также по обе стороны горба.

При появлении поезда (или извещении о его подходе) монтеры прекращают наддергивание костылей и расшивку шпал, по указанию руководителя укладывают инвентарные карточки (в зависимости от толщины последней уложенной пучинной подкладки и величины временного отвода); снимают домкраты, добивают наддернутые костыли, зашивают расшитые концы шпал.

После пропуска поезда путевая бригада выполняет основные работы в установленном порядке. По окончании основных работ

Наименование основных работ	Условные обозначения	Время, мин	Фронт работ
1. Надергивание костылей на 10—30 мм на концах 3-х шпал позади хода работ, на концах 6-и шпал впереди по ходу работ		1	
2. Расшивка одного конца первой шпалы		2	
3. Вывешивание рельса (домкратом) для укладки пучинных подкладок		3	
4. Снятие путевой, пучинных (при наличии) подкладок, очистка путевой подкладки (от льда, грязи), постановка пластинок-закрепителей, зачистка постели шпалы, укладка пучинных и путевой подкладок		4	
5. Расшивка конца 2-й (смежной) шпалы		5	
6. Снятие путевой и пучинных (при наличии) подкладок, очистка путевой подкладки (от льда, грязи), постановка пластинок-закрепителей, укладка пучинных и путевой подкладок		6	
7. Снятие гидравлического домкрата и переноска его вперед по ходу работ		7	
8. Пришивку концов первой и второй шпал на 2 костыля с недобивкой на 10—30 мм			
9. Надергивание костылей на конце 7-й шпалы впереди по ходу работ			
10. Добивка костылей на 3-й шпале позади хода работ			

Рис. 8.47. Технологический график основных работ по исправлению пучин при росте пучинных горбов высотой до 50 мм

выполняются заключительные работы: забивка третьих основных и дополнительных костылей в пределах отводов, уборка щепы, снятие сигнальных знаков и др.

Для работ используется набор основных инструментов: оптический прибор (ПРП, ВОГ) или визирка — 1 комплект; домкрат гидравлический — 1; ломы лапчатые — 3; молотки костыльные — 3; дексель — 1; наддергиватель костылей — 1; лопаты железные — 3; шаблон-угольник — 1; шаблон универсальный — 1; шаблон рабочий — 1; метла — 3; рулетка металлическая — 1; аппаратура радиосвязи и оповещения — 1 комплект.

При росте пучинных горбов свыше 50 мм работа по ИПП выполняется бригадой из 8 монтеров пути (без учета сигналистов) под руководством дорожного мастера. Работы выполняются одновременно по двум рельсовым нитям, сначала по одну сторону пучинного горба, а затем по другую. Для этого бригаду делят на 2 группы и каждая производит работы самостоятельно на каждой рельсовой нити.

В подготовительный период монтеры пути очищают путь от снега и обметают шпалы. Дорожный мастер совместно с двумя монтерами пути определяет высоту пучинного горба, толщину пучинных подкладок (с учетом толщины лежащих в пути) и записывает на концах шпал. В это время бригадир пути определяет положение по уровню второй рельсовой нити и толщину укладываемых на ней пучинных подкладок с записью на концах шпал. Монтеры подбирают по толщине требуемые пучинные подкладки, длину костылей и раскладывают их по концам шпал; производят остукивание и выдергивание обшивочных и третьих основных костылей и постановку пластинок-закрепителей.

После ограждения места работ сигналами остановки выполняются основные работы, технология которых приведена на графике (рис. 8.48). При необходимости укладки или замены сквозных напальников работа выполняется монтерами пути обеих групп.

Пропуск поезда производится с устройством временных отводов укладкой инвентарных карточек, добивкой костылей и зашивкой расшитых концов шпал.

По окончании основных работ снимают сигналы остановки, устраняют отступления по уровню, шаблону и направлению (после пропуска поездов), забивают третьи основные, дополнительные и обшивочные костыли, пришивают напальники к шпалам, убирают смененные подкладки, костыли, щепу.

Наименование основных работ	Условные обозначения	Время, мин	Фронт работ
1. Надергивание костылей на 20—30 мм на концах 2-х шпал позади хода работ, на концах 3-х шпал впереди по ходу работ		1	
2. Расшивка концов 3-х шпал		2	
3. Вывешивание рельса (домкратом) для укладки пучинных подкладок		3	
4. Снятие путевой и пучинных подкладок, очистка путевой подкладки (от льда, грязи), постановка пластинок-закрепителей, зачистка постели шпал, укладка путевой подкладки		4	
5. Снятие гидравлического домкрата и переноска его вперед по ходу работ		5	
6. Пришивка рельса к концам 3-х шпал с недобивкой на 25—30 мм		6	
7. Надергивание костылей на 20—30 мм на концах 2-х (4—5-й) шпал впереди по ходу работ		7	
8. Добивка костылей на 2-х концах (1—2-й) шпал позади хода работ		8	

Рис. 8.48. Технологический график основных работ по исправлению пути (способом постепенного опускания) при осадке пучинных горбов высотой свыше 50 мм

При осадке пучин высотой до 50 мм работа по ИПП выполняется бригадой в составе трех монтеров под руководством бригадира. В подготовительный период руководитель работ определяет границы ИПП, отмечает мелом на шейке рельса. Монтеры пути выдергивают по всему фронту работ дополнительные и третьи основные костыли.

Затем основные работы по ИПП выполняются по одну сторону осевшего горба сначала на одной нитке, потом на другой, а затем по вторую сторону горба по технологии, приведенной на технологическом графике (рис. 8.49).

Пропуск поезда осуществляется по временному отводу с инвентарными карточками.

По окончании основных работ по устройству отводов монтеры пути устраняют возможно появившиеся неисправности (после пропуска поездов), добивают костыли, забивают третьи основные и дополнительные костыли на всех шпалах в пределах отводов.

Необходимые механизмы и инструменты: оптический прибор (ПРП, ВОГ) — 1 комплект; домкрат гидравлический — 1; ломы лапчатые — 3; молотки костыльные — 3; дексель — 1; лопаты железные — 3; шаблон универсальный — 1; шаблон рабочий — 1; наддергиватель костылей — 1; шаблон-угольник — 1; метлы — 3; аппаратура радиосвязи оповещения — 1 комплект.

При осадке пучинных горбов свыше 50 мм работы выполняются бригадой из восьми человек под руководством дорожного мастера. Работы ведутся одновременно по двум рельсовым нитям, сначала по одну сторону пучинного горба, затем по другую, для чего бригада делится на две группы, и каждая производит работы самостоятельно на своей рельсовой нити.

В подготовительный период дорожный мастер совместно с монтерами оптическим прибором определяет границы исправляемого участка пути. Другие монтеры пути подбирают и раскладывают на концах шпал пучинные подкладки, выдергивают третьи основные и обшивочные костыли, раскладывают на концах шпал пластинки-закрепители, пучинные костыли.

После ограждения работ сигналами остановки бригада выполняет основные работы по одну сторону осевшего горба одновременно по обоим рельсовым нитям в технологической последовательности (рис. 8.50). При наличии в пределах отвода сквозных

Наименование основных работ	Условные обозначения	Время, мин	
1. Надергивание костылей на 10—15 мм на концах 2-х шпал позади хода работ, на концах 3-х шпал впереди по ходу работ		1	
2. Расшивка одного конца первой шпалы		2	
3. Вывешивание рельса (домкратом) для снятия пучинных подкладок		3	
4. Снятие путевой и пучинных подкладок, очистка путевой подкладки (от грязи), постановка пластинок-закрепителей, зачистка постели шпалы, укладка путевой подкладки		4	
5. Расшивка конца 2-й (смежной) шпалы		5	
6. Снятие путевой и пучинных подкладок, очистка путевой подкладки (от грязи), постановка пластинок-закрепителей, зачистка постели шпалы, укладка путевой подкладки		6	
7. Снятие гидравлического домкрата и переноска его вперед по ходу работ		7	
8. Пришивка концов двух шпал на 2 костыля с недобивкой на 10—25 мм			
9. Надергивание костылей на 10—15 мм на концах 2-х (4—5-й) шпал впереди по ходу работ			
10. Добивка костылей на 3-й шпале позади хода работ			

Рис. 8.49. Технологический график основных работ по исправлению пути (способом постепенного опускания) при осадке пучинных горбов высотой до 50 мм

Наименование основных работ	Условные обозначения	Время, мин	Фронт работ
1. Надергивание костылей на 20—30 мм на концах 2-х шпал позади хода работ, на концах 3-х шпал впереди по ходу работ			
2. Расшивка концов 3-х шпал			
3. Вывешивание рельса (домкратом) для укладки пучинных подкладок			
4. Снятие путевой и пучинных подкладок, очистка путевой подкладки (от грязи), установка пластинок-закрепителей, зачистка постели шпал, укладка путевой подкладки			
5. Снятие гидравлического домкрата и переноса вперед по ходу работ			
6. Пришивка рельса к концам 3-х шпал с недобивкой на 25—30 мм			
7. Надергивание костылей на 20—30 мм на концах 2-х (4—5-й) шпал впереди по ходу работ			
8. Добивка костылей на 2-х концах (1—2-й) шпал позади хода работ			

Рис. 8.49. Технологический график основных работ по исправлению пути (способом постепенного опускания) при осадке пучинных горбов высотой свыше 50 мм

нашпальников снятие или замена их выполняется совместно монтерами пути обеих групп.

Пропуск поезда осуществляется по временному отводу с инвентарными карточками.

После окончания основных работ по устройству отводов снимаются сигналы остановки. Монтеры пути устраняют появившиеся после пропуска поездов отдельные отступления по уровню, шаблону, направлению, добивают костыли, забивают третьи основные, дополнительные и обшивочные костыли; пришивают нашпальники к шпалам, а затем убирают снятые пучинные подкладки и костыли, удаляют щебу с пути.

Глава 9

МАШИНИЗАЦИЯ РЕМОНТНО-ПУТЕВЫХ РАБОТ

9.1. Машинные комплексы для производства работ

Машинизированные комплексы для выполнения основных технологических операций и в целом для организации ремонта пути формируются в зависимости от вида и состава ремонтов.

Техническими условиями ЦПТ-53 (от 30 сентября 2003 г.) рекомендованы машинизированные комплексы, представленные в табл. 9.1.

Таблица 9.1

Машинные комплексы на выполнение основных технологических операций на ремонте и планово-предупредительной выправке пути

№ п/п	Наименование технологических операций	Состав машинного комплекса
1	2	3
1	Ремонт водоотводных сооружений	
1.1	Очистка или нарезка новых кюветов	1. Локомотив. 2. Состав для засорителей СЗ-240-6. 3. Одна из кюветоочистительных машин типа — СЗП-600, МНК, КТМ. 4. Тяговый модуль — ПТМ. 5. Турный вагон.
1.2	Устройство траншей и укладка лотков или дренажей	1. Локомотив. 2. Состав для засорителей — СЗ-240-6.

№ п/п	Наименование технологических операций	Состав машинного комплекса
1.3	Уборка загрязненного балласта с откосов балластной призмы, обочины с транспортировкой в места очистки	<p>3. Одна из кюветоочистительных машин типа СЗП-600, МНК, КТМ. 4. Тяговый модуль — ПТМ. 5. Турный вагон. 6. Мотовоз погрузочно-транспортный — МПТ. 7. Платформа с лотками или дренажом 8. Локомотив. 9. Состав с дренирующим балластом СЗ-240-6, или думпкары, или хоппер-дозаторы.</p> <p>1. Локомотив. 2. Два состава для засорителей СЗ-240-6. 3. Одна из машин типа СЗП-600, МНК, КТМ. 4. Тяговый модуль — ПТМ. 5. Турный вагон.</p>
2	Сохранение старогодных плетей для повторной укладки	<p>1. Рельсоочистительная машина типа РОМ. 2. Два гайковерта типа ПМГ или системы Матвееенко. 3. Укладочный комплекс Куйбышевской ж.д. типа «СПТУ» или укладочный комплекс УК-25/9-18 с рельсовозным составом. 4. Турный вагон. 5. Локомотив.</p>
3	Замена старой рельсошпальной решетки на новую с выправкой пути	<p>1. Локомотив. 2. Электробалластер. 3. Путеразборочный состав с УК-25/9-18 (комплекс). 4. Комплект землеройных машин. 5. Путеукладочный состав с УК-25/9-18 (комплекс). 6. Локомотив. 7. Локомотив. 8. Хоппер-дозаторная вертушка. 9. Локомотив. 10. Машина ВПО-3000.</p>

№ п/п	Наименование технологических операций	Состав машинного комплекса
4	Глубокая очистка или вырезка балласта в пути на глубину под шпалой свыше 30 см	
4.1	Глубокая очистка щебеночного балласта от засорителей или вырезка асбестового или мягких пород балласта с устройством среза и укладкой на него:	
4.1.1	разделительного слоя из геотекстиля или пенополистирола, или песчаной подушки;	<ol style="list-style-type: none"> 1. Локомотив. 2. Санационный состав (может использоваться как состав для засорителей). 3. Машина СЧУ-800. 4. Тяговый модуль — ПТМ. 5. Турный вагон.
4.1.2	разделительного слоя из геотекстиля или пенополистирола;	<ol style="list-style-type: none"> 1. Локомотив. 2. Два состава для засорителей СЗ-240-6. 3. Одна из машин типа РМ-80, РМ-76, МОБ, ОТ-800. 4. Тяговый модуль — ПТМ (для несамоходных машин). 5. Турный вагон.
4.1.3	разделительного слоя из геотекстиля;	<ol style="list-style-type: none"> 1. Локомотив. 2. Два состава для засорителей СЗ-240-6. 3. Одна из машин типа СЧ-601, ЩОМ-6БМ, ЩОМ-6У, МОБ. 4. Тяговый модуль — ПТМ (для несамоходных машин). 5. Турный вагон.
4.1.4	с устройством среза	<ol style="list-style-type: none"> 1. Локомотив. 2. Два состава для засорителей СЗ-240-6 (для машины ОТ-400 один состав СЗ-240-6). 3. Одна из машин типа СЧ-600, ЩОМ-6, ЩОМ-6Б, ОТ-400. 4. Тяговый модуль — ПТМ (для несамоходных машин). 5. Турный вагон.

№ п/п	Наименование технологических операций	Состав машинного комплекса
4.2	Глубокая вырезка асбестового или мягких пород балласта с устройством среза и укладкой на него разделительного слоя из геотекстиля или пенополистирола	<ol style="list-style-type: none"> 1. Локомотив. 2. Три состава для засорителей СЗ-240-6. 3. Машина АХМ-801. 4. Тяговый модуль — ПТМ. 5. Турный вагон.
4.3	Глубокая вырезка балласта в местах препятствий, в тоннелях, на мостах, локальных местах и т.д.	<ol style="list-style-type: none"> 1. Локомотив. 2. Состав для засорителей СЗ-240-6. 3. Машина «Фатра» 4. Состав с балластом типа СЗ-240-6. 5. Локомотив. 6. Турный вагон.
5	Глубокая очистка щебеночного балласта от засорителей или вырезка асбестового или мягких пород балласта с устройством среза на:	
5.1	стрелочном переводе и подходах к нему;	<ol style="list-style-type: none"> 1. Локомотив. 2. Состав для засорителей СЗ-240-6. 3. Одна из машин типа РМ-80, РМ-76, МОБ, ЩОМ-6У. 4. Тяговый модуль — ПТМ (для несамоходных машин). 5. Турный вагон.
5.2	на стрелочном съезде и подходах к нему	<ol style="list-style-type: none"> 1. Локомотив. 2. Состав для засорителей СЗ-240-6. 3. Машина ЩОМ-6У. 4. Тяговый модуль — ПТМ 5. Турный вагон.
7	Выгрузка балласта для пополнения до нормы или устройства призмы из нового балласта, выправки и отделки пути	<ol style="list-style-type: none"> 1. Локомотив. 2. Хоппер-дозаторы. 3. Турный вагон.
9	Выправка и стабилизация пути в плане, профиле и по уровню методом сглаживания и оправкой балластной призмы:	
9.1	первая после очистки или вырезки балласта;	<ol style="list-style-type: none"> 1. Одна из машин типа ВПР-1200, ВПР-02. 2. Стабилизация ДСП. 3. Планировщик балласта ПБ.

Продолжение табл. 9.1

№ п/п	Наименование технологических операций	Состав машинного комплекса
9.2	последующие после очистки или вырезки балласта	1. Одна из машин типа ВПР-02, ВПР-02М. 2. Стабилизатор ДСП. 3. Планировщик балласта ПБ.
10	Выправка и стабилизация пути по программе в плане, профиле и по уровню с постановкой по программе	1. Одна из машин ВПР-02М, ДМ-09-32. 2. Один из стабилизаторов ДСП, ДСПС. 3. Распределитель балласта РБ.
11	Выправка и стабилизация стрелочного перевода в плане, профиле и по уровню методом сглаживания	1. Машина ВПРС-02. 2. Стабилизатор ДСПС.
12	Выправка и стабилизация стрелочного перевода в плане, профиле и по уровню с постановкой в проектное положение по программе	1. Одна из машин ВПРС-02М, ВПРС-03, Унимат. 2. Стабилизатор ДСПС.
13	Замена инвентарных рельсов на сварные плети:	
13.1	с выгрузкой плетей в середину колеи, снятия инвентарных рельсов и надвижкой плетей с постановкой их в оптимальный температурный интервал закрепления, со сваркой на длину блок-участка или перегона;	1. Локомотив. 2. Рельсовозный состав. 3. Турный вагон. 4. Гайковерт системы Матвеевко или ПМГ. 5. Локомотив. 6. Турный вагон. 7. Путьукладочный комплекс УК-25/9-18. 8. МПТ с натяжными гидравлическими устройствами. 9. ПРСМ-4 10. Гайковерт системы Матвеевко или ПМГ.
13.2	со сдвижкой плетей из инвентарных рельсов, выгрузкой новых плетей сразу на подкладки, постановкой плетей в оптимальный температурный интервал закрепления, со сваркой на длину блок-участка или перегона	1. Гайковерт системы Матвеевко или ПМГ. 2. Локомотив. 3. Турный вагон. 4. Рельсовозный состав с нагревательной установкой или комплекс «СПТУ» Куйбышевской ж.д. с нагревательной установкой.

№ п/п	Наименование технологических операций	Состав машинного комплекса
		5. ПРСМ-4. 6. Гайковерт системы Матвеевко или ПМГ.
15	Шлифование поверхности катания рельсов:	
15.1	в пути;	1. Рельсошлифовальные поезда «РШП» и «Спено».
15.2	на стрелочном переводе	1. Машина РР-16.
18	Постановка шпал по эпюре	1. Машина для перегонки шпал.
19	Уборка балласта и засорителей у опор контактной сети	1. Автотриса АГД с прицепом УП-4.
21	Уборка засорителей с поверхности балластной призмы	1. Локомотив 2. Турный вагон. 3. Уборочная машина СМ-2.
23	Укладка стрелочных переводов блоками	
23.1	Сборка перевода на месте и укладка	1. Автомобильный кран или МПТ. 2. Локомотив. 3. Восстановительный стреловой или телескопический краны.
23.2	Сборка и разборка на производственной базе, транспортировка на место укладки, разборка и укладка блоками нестандартным оборудованием (метод подачи и уборки платформ под стрелу крана)	1. Локомотив. 2. Путьукладочный кран УК-25/9-18. 3. Четырехосные платформы с УСО и лыжами. 4. Специальные наклонные платформы конструкции ПМС-80. 5. Турный вагон.
23.3	Сборка и разборка на производственной базе, транспортировка на место укладки, разборка и укладка блоками краном с комплектом платформ по технологии Юго-Восточной ж.д. (метод подачи и уборки платформ от крана и перетяжка блока через кран)	1. Локомотив. 2. Стреловой кран конструкции Юго-Восточной ж.д. 3. Специальные платформы под блоки. 4. Турный вагон.
23.4	Сборка и разборка на производственной базе, транспортировка на место укладки, разборка и укладка блоками специальным краном и платформами (метод перетягивания блока через кран)	1. Локомотив. 2. Турный вагон. 3. Наклонные платформы СПС под блоки. 4. Платформы для длинномерных блоков. 5. Путьукладочный кран УК-25СП.

9.2. Технологические процессы ремонтно-путевых работ

Основными параметрами технологического процесса являются продолжительность «окна» и «фронт работ», выполняемых за время «окна». При известном одном из этих параметров соответствующими расчетами с учетом технологической последовательности работ и средств (машин и механизированных бригад), используемых для их выполнения, определяется второй параметр технологического процесса. Например, в простом варианте при известной заданной продолжительности «окна» определяется «фронт работ» с учетом организации их выполнения.

При решении же комплексной задачи-планирования к выполнению заданных объемов ремонтов $L_{\text{рем}}$ в заданные сроки (например, за сезон, за месяц и т.п.) учитывается, прежде всего, возможное количество основных «окон» — $n_{\text{ок}}$, предоставляемых по условию движения поездов (2—3 и более раз в неделю). При известном их количестве необходимый «фронт» работ в «окно» определяется по выражению: $S_{\text{фр}} = L_{\text{рем}}/n_{\text{ок}}$, а по нему по соответствующей методике рассчитывается продолжительность «окна».

С учетом практического опыта передовых производственных ремонтных предприятий дорог, их технической оснащенности и организации технологий в Проектно-технологическо-конструкторском бюро (ранее ПТКБ ЦП МПС, ныне ОАО «РЖД») разрабатываются многовариантные типовые технологические процессы (ТПП) различных видов ремонтов пути. Типовые процессы используются проектными организациями или предприятиями-производителями для создания рабочих технологических процессов (РТП), отражающих местные особенности и действующие на период ремонта конкретного объекта.

При внедрении новых технологий и невозможности в оперативном порядке создания ТПП разрабатываются опытные технологические процессы (ОТП).

Состав рабочего технологического процесса включает 6 разделов, до 5-ти таблиц, 3—8 графиков и технологических схем:

- подробная характеристика ремонтируемого объекта до и после ремонта;
- условия производства работ;
- производственный состав;

- организация работ;
- перечень машинных комплексов и их состав;
- ведомость затрат труда, составленная по техническим нормам;
- графики производства работ в «окно» на все укрупненные технологические операции;
- график распределения работ по дням;
- технологическая схема поэтапной обработки балластной призмы (при объемных работах с балластом);
- технологическая схема расстановки машинных комплексов на участке работы;
- технологическая схема поэтапной работы при сварке плетей на длину блок-участка или перегона;
- ведомость работы с балластом при уборке его с обочины, разработке траншей под лотки и дренажи, очистке и нарезке кюветов кюветоочистительными машинами;
- технологическая схема поэтапной работы по очистке балласта и замене стрелочных переводов.

Ниже по разработкам ПТКБ ЦП приведены примеры технологическо-организационных графиков отдельных технологических процессов, выполняемых при наиболее характерных ремонтах и работах по содержанию пути, в том числе на стрелочных переводах, с использованием современных механизированных комплексов.

Графики отражают следующие работы:

- технологии основного этапа, то есть выполнение в основное «окно» работ, определяющих назначение и цель того или иного ремонта;
- рациональную технологическую последовательность выполнения отдельных операций с указанием типа машин, численного состава и номера бригады на каждой операции, а также время ее выполнения (начала и завершения);
- распределение работ по дням — с учетом выполнения основных работ в увязке с подготовительными и заключительными, либо под прикрытием основного «окна», либо в дополнительные технологические «окна» по дням.

9.2.1. Технологическо-организационные графики усиленного капитального ремонта бесстыкового пути с укладкой пенопласта предусматривают применение машин СЗП-600 (МНК), ЭЛБ,

УК-25/9-18, ВПО-3000, РМ-80, ВПР-02, ДСП, ХДВ, рельсошлифовального поезда:

- график производства основных работ в «окно» (рис. 9.1);
- график производства работ по дням (рис. 9.2);
- схема очистки балласта машиной РМ-80 с укладкой пенопласта (рис. 9.3.).

9.2.2. График производства работ по замене инвентарных рельсов рельсовыми плетями с одновременным введением их в расчетный температурный интервал с применением устройства УРГМ Куйбышевской железной дороги (рис. 9.4).

9.2.3. График производства работ по замене сварных рельсовых плетей (при их сохранении) инвентарными рельсами с применением крана УК-25/9-18 (рис. 9.5).

9.2.4. Технологическо-организационные графики производства усиленного среднего ремонта щебеночной балластной призмы с укладкой пенополистирольных плит с применением машин РМ-80, ВПР-02, ДСП, ПБ, ХДВ, рельсошлифовального поезда:

- график производства основных работ (рис. 9.6);
- график производства работ по дням (рис. 9.7).

9.2.5. Графики производства работ в «окно» при замене стрелочного перевода на железобетонных брусках путеукладочным краном УК-25/9-18 в «окно» продолжительностью 6 ч 10 мин (рис. 9.8, *а*), восстановительным краном ЕДК-300/5 в «окно» продолжительностью 6 ч (рис. 9.8, *б*) и на деревянных брусках машиной МСП в «окно» продолжительностью 4 ч 10 мин (рис. 9.8, *в*).

9.2.6. Организация работ по нарезке кюветов машинами СЗП-600 и СС-1М:

- технологическая схема нарезки кюветов (рис. 9.9);
- график производства работ по нарезке кюветов (рис. 9.10).

9.2.7. Организация работ по устройству продольного водоотводного лотка с применением машины СЗП-600:

- технологическая схема устройства продольного водоотводного лотка (рис. 9.11);
- график производства работ по дням по ремонту и укладке лотков и фрагменты выполнения комплекса работ в 5—6 часовые «окна» (рис. 9.12, *а*, *б*).

9.2.8. Технология и организация работ по устройству дренажа с применением машин СЗП-600 и СС-1М, грейферов АГД и УП-3:

- технологическая схема устройства дренажа (рис. 9.13);

УСЛОВНЫЕ ОБОЗНАЧЕНИЯ

-  Подготовка места для зарядки машины ВПО-3000, разборка временного пеностроения настила
-  Оформление закрытия перегона, пропуск машин к месту работ и снятие напряжения в контактной сети
-  Отрыв рельсошпальной решетки от балластной призмы электробалластером
-  Разборчивание стыков
-  Разборка пути путеукладочным краном УК-25/9-18
-  Планировка щебеночного слоя балластной призмы автогрейдером
-  Очистка щебня щебеочистительной машиной БМС с укладкой очищенного балласта в валы у торцов шпал
-  Укладка пути путеукладочным краном УК-25/9-18
-  Постановка накладок и сблочкивание стыков электрогаечными ключами
-  Поправка шпал по меткам, рихтовка пути
-  Заготовка и укладка рельсовых рубок на отводе
-  Выправка пути со сплошной подбивкой шпал, рихтовкой и оправкой балластной призмы машиной ВПО-3000
-  Выправка пути машиной ВПР-02 в местах зарядки, разрядки машины ВПО-3000, в местах отступлений по уровню после ее прохода и в местах препятствий для ее работы
- Укладка временного переездного настила

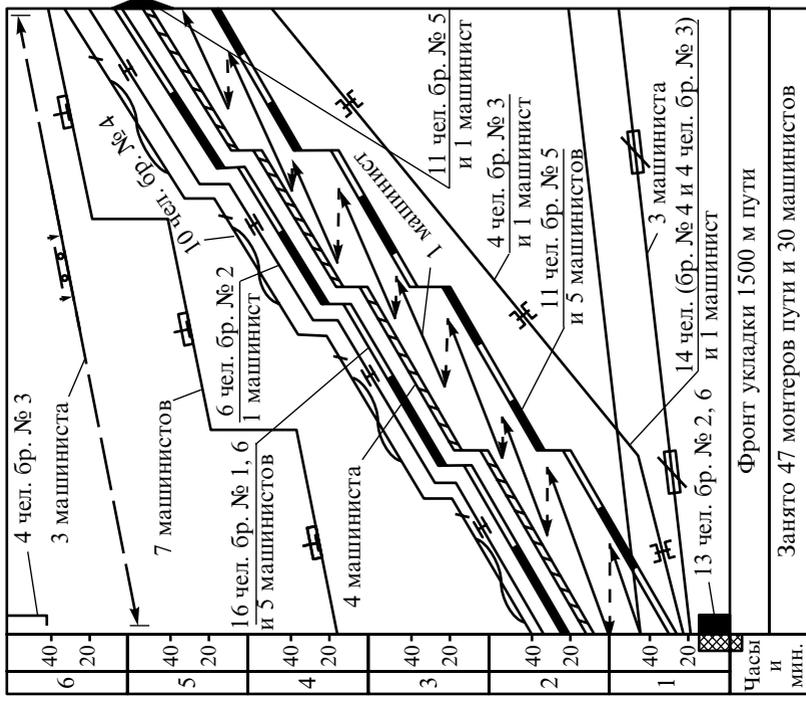
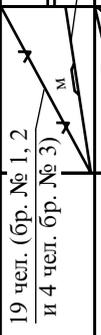
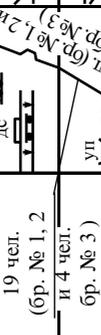
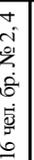
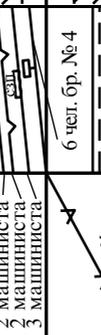
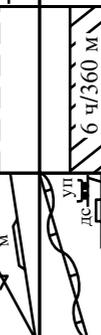


Рис. 9.1. График производства основных работ в «окно» усиленного капитального ремонта бесстыкового пути с укладкой пенопласта

УСЛОВНЫЕ ОБОЗНАЧЕНИЯ

-  — Снятие путевых пикетных знаков, подготовка мест для заезда на путь и съезда с него машины БМС, опробование и смазка стыковых болтов, снятие стеллажей для километрового запаса
-  — Работы в основном «окно» при укладке рельсошпальной решетки
-  — Работы в основном и совмещенное «окно» при очистке балласта машиной РМ-80 с укладкой пенопласта
-  — Разборка временного переездного настила, снятие путевых километровых знаков
-  — Уборка лишнего балласта с обочины и кюветов машиной СЗП-600 (МНК-1)
-  — Срезка обочины и очистка кюветов путевым стругом
-  — Выгрузка балласта из хоппер-дозаторов
-  — Замена инвентарных рельсов сварными рельсовыми плетями
-  — Укладка временного переездного настила, установка и окраска путевых знаков, устройство выходов из кюветов

17	19 чел. (бр. № 1, 2 и 4 чел. бр. № 3)		2 машиниста		5 ч/280 м
16	15 чел. (бр. № 1, 2)		6 ч/360 м		
15	2 машиниста 19 чел. (бр. № 1, 2 и 4 чел. бр. № 3)		6 ч/360 м		
14	3 машиниста 3 машиниста		5 ч/280 м 16 чел. бр. № 2, 4		
13	31 чел. (бр. № 1, 5, 6 и 4 чел. бр. № 3) 2 машиниста 2 машиниста 3 машиниста		6 ч/220 м		
12			6 чел. бр. № 4		
11			6 ч/360 м		
10			6 ч/360 м		
9			5 ч/280 м		

8				
7				
6				
5				
4				
3				
2				
1				
Дни	Участок № 1 1000 м пути	Участок № 2 1000 м пути	Участок № 3 1000 м пути	Участок № 4 1000 м пути

- Очистка кюветов, срезка обочины в местах препятствий для работы машины СЗП-600 (МНК-1) и путевого струга, очистка и восстановление лотков, очистка нагорных канав
- Выправка пути машиной ВПР-02
- Стабилизация пути динамическим стабилизатором
- Уборка лишнего балласта у опор контактной сети АГД-1М(А) в комплекте с прицепом УП-4
- Выправка продольного профиля, переходных и круговых кривых машиной ВПР-02
- Рихтовка кривых по расчету, рихтовка прямых, устройство стеллажей для километрового запаса, ремонт переезда с укладкой настила из железобетонных плит
- Отделка балластной призмы и планировка междупутья быстходным планировщиком
- Подрезка балласта из-под подошвы рельса, уборка загрязнителей после очистки нагорных канав

Рис. 9.2. График производства работ усиленного капитального ремонта бесстыкового пути с укладкой пенопласта по дням

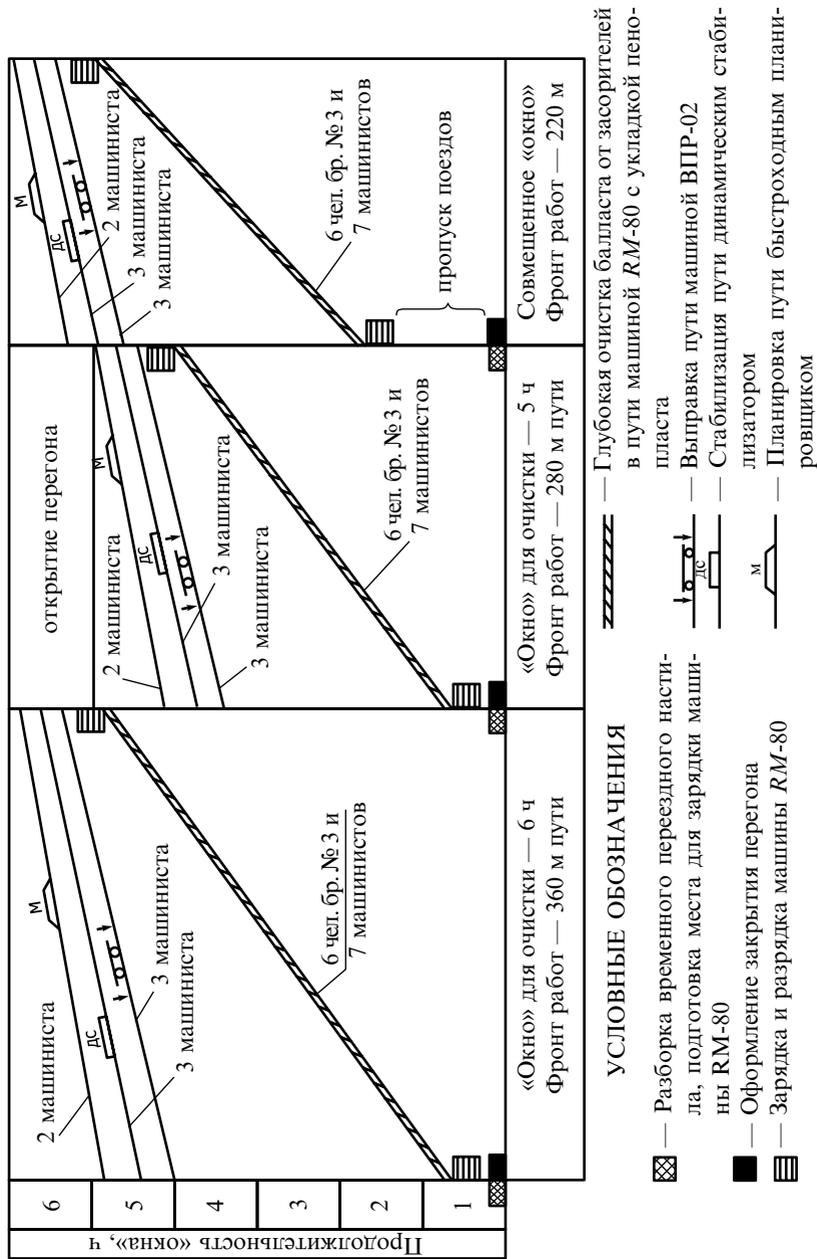


Рис. 9.3. Схема очистки балласта машиной RM-80 с укладкой пенопласта

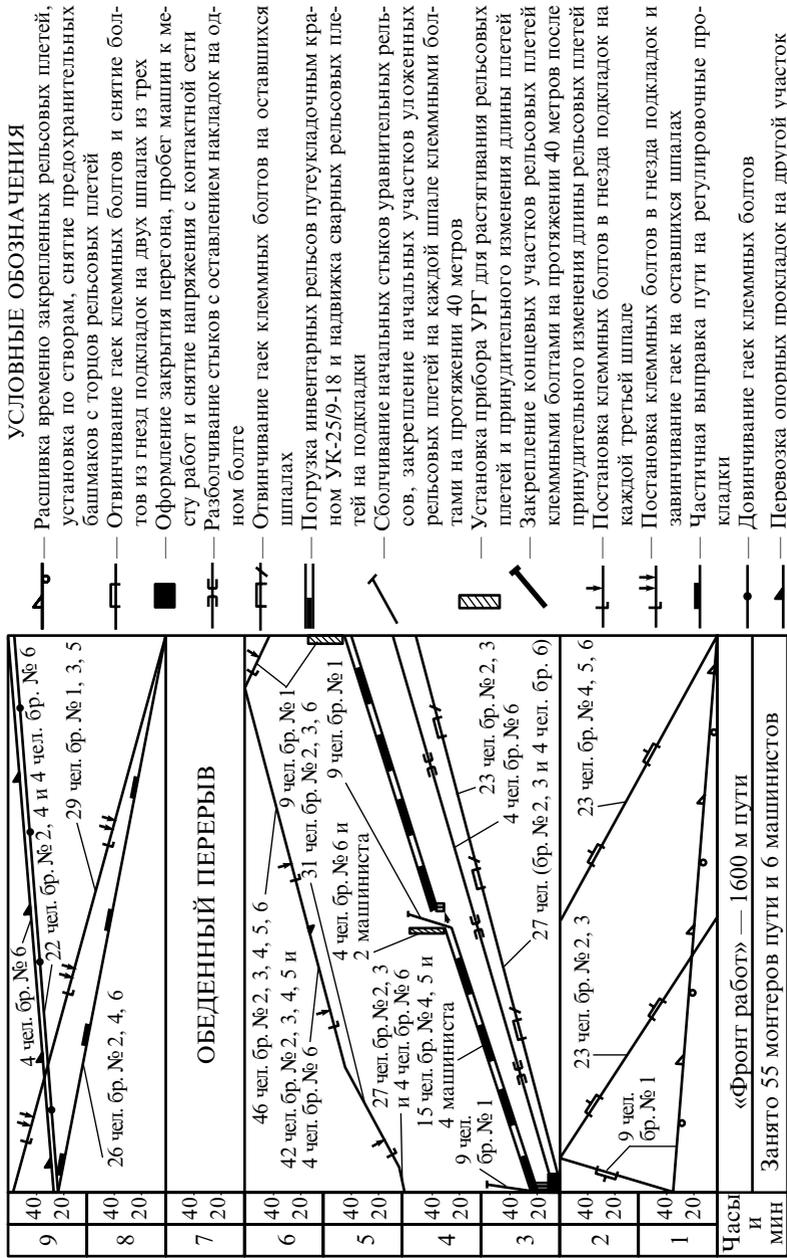


Рис. 9.4. График производства работ по замене инвентарных рельсов рельсовыми плетями с одновременным введением их в расчетный температурный интервал с применением устройства УРГМ Куйбышевской железной дороги

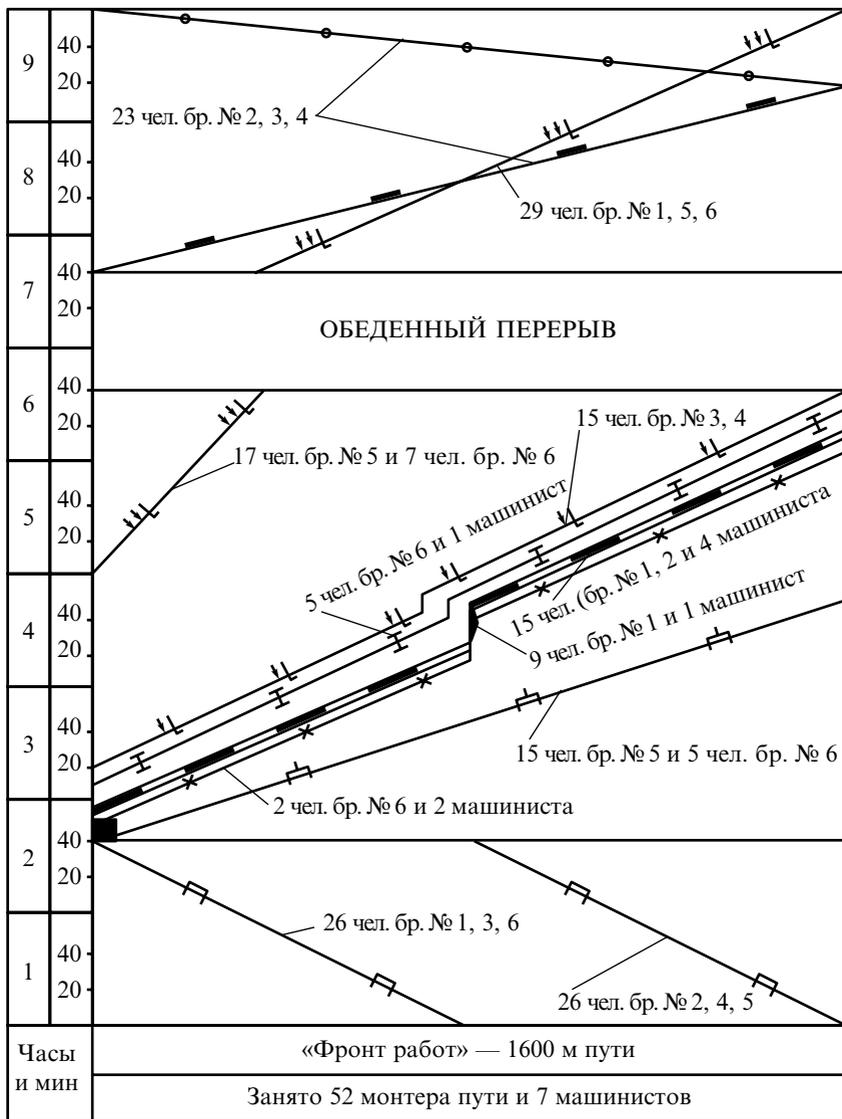
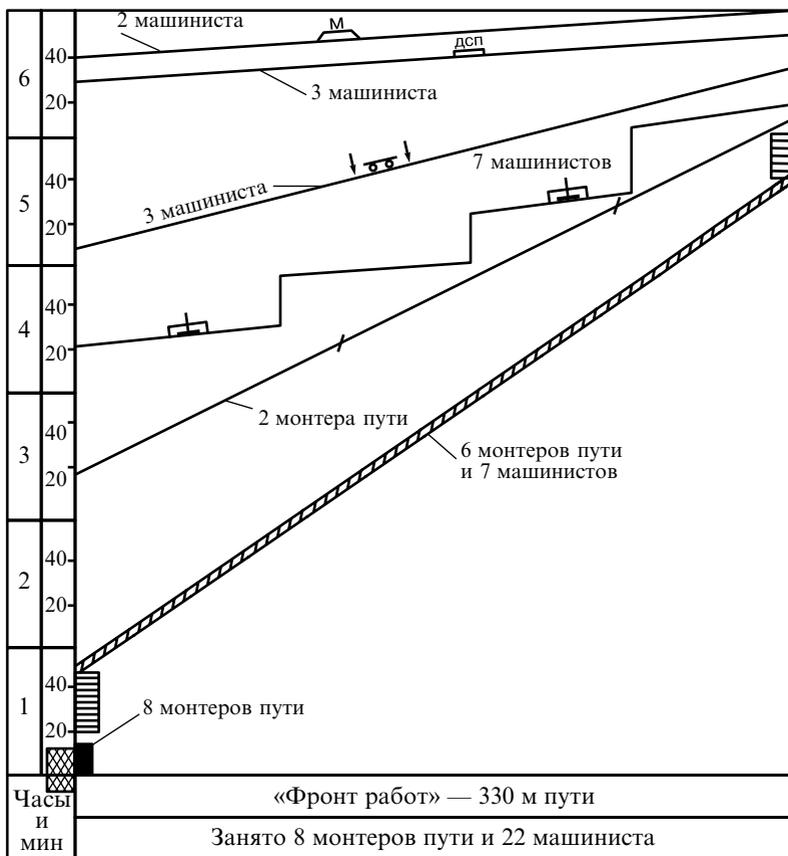


Рис. 9.5. График производства работ по замене сварных рельсовых плетей

УСЛОВНЫЕ ОБОЗНАЧЕНИЯ

-  — Разборка временного переездного настила, отвинчивание гаек клеммных болтов со снятием клемм на двух шпалах из трех
-  — Оформление закрытия перегона, снятие напряжения с контактной сети и проег машин к месту работ
-  — Отвинчивание гаек клеммных болтов, оставляя по 4 клеммных болта через каждые 12,5 м
-  — Отвинчивание гаек клеммных болтов на оставшихся шпалах
-  — Сдвигка рельсовых плетей внутрь колеи, укладка инвентарных рельсов на подкладки, закрепление рельсов клеммными болтами, выгрузка накладок и болтов
-  — Постановка накладок и сболчивание стыков электрогаечными ключами
-  — Постановка клеммных болтов в гнезда подкладок с завинчиванием гаек торцовыми ключами на каждой третьей шпале
-  — Установка предохранительных башмаков по торцам каждой рельсовой плети, заготовка и укладка рельсовых рубок
-  — Постановка клеммных болтов в гнезда подкладок с завинчиванием гаек торцовыми ключами на оставшихся шпалах
-  — Частичная выправка пути на регулировочные прокладки
-  — Подтягивание гаек клеммных болтов, укладка временного переездного настила

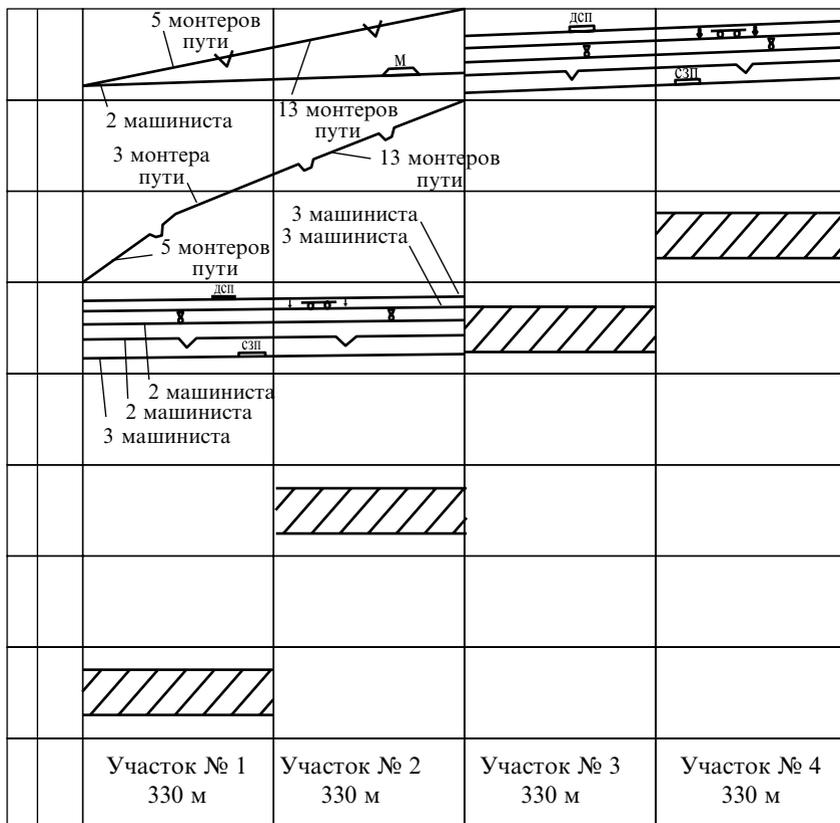
(при их сохранении) инвентарными рельсами с применением крана УК-25/9-18



УСЛОВНЫЕ ОБОЗНАЧЕНИЯ

-  — Подготовка места для зарядки машин РМ-80, ВПО-3000
-  — Оформление закрытия перегона
-  — Зарядка и разрядка машины
-  — Очистка балласта машиной РМ-80 с укладкой пенополистирольных плит
-  — Поправка шпал по меткам
-  — Выправка пути машиной ВПО-3000
-  — Выправка пути машиной ВПР-02
-  — Стабилизация пути динамическим стабилизатором
-  — Планировка пути быстроходным планировщиком

Рис. 9.6. График производства основных работ в «окно» усиленного ремонта с укладкой пенополистирольных плит



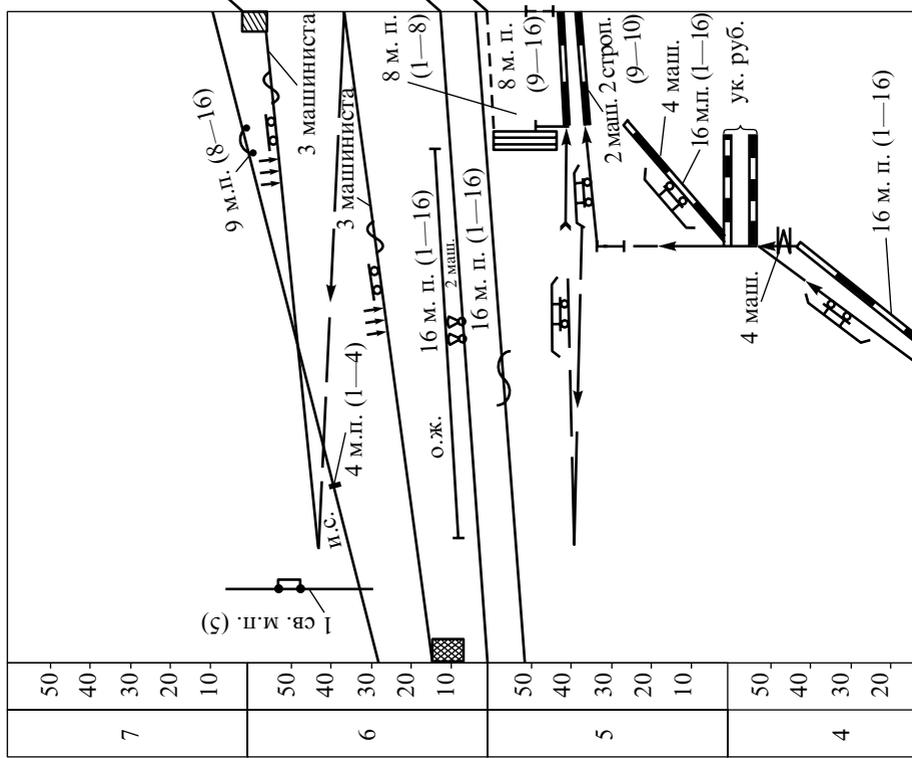
УСЛОВНЫЕ ОБОЗНАЧЕНИЯ

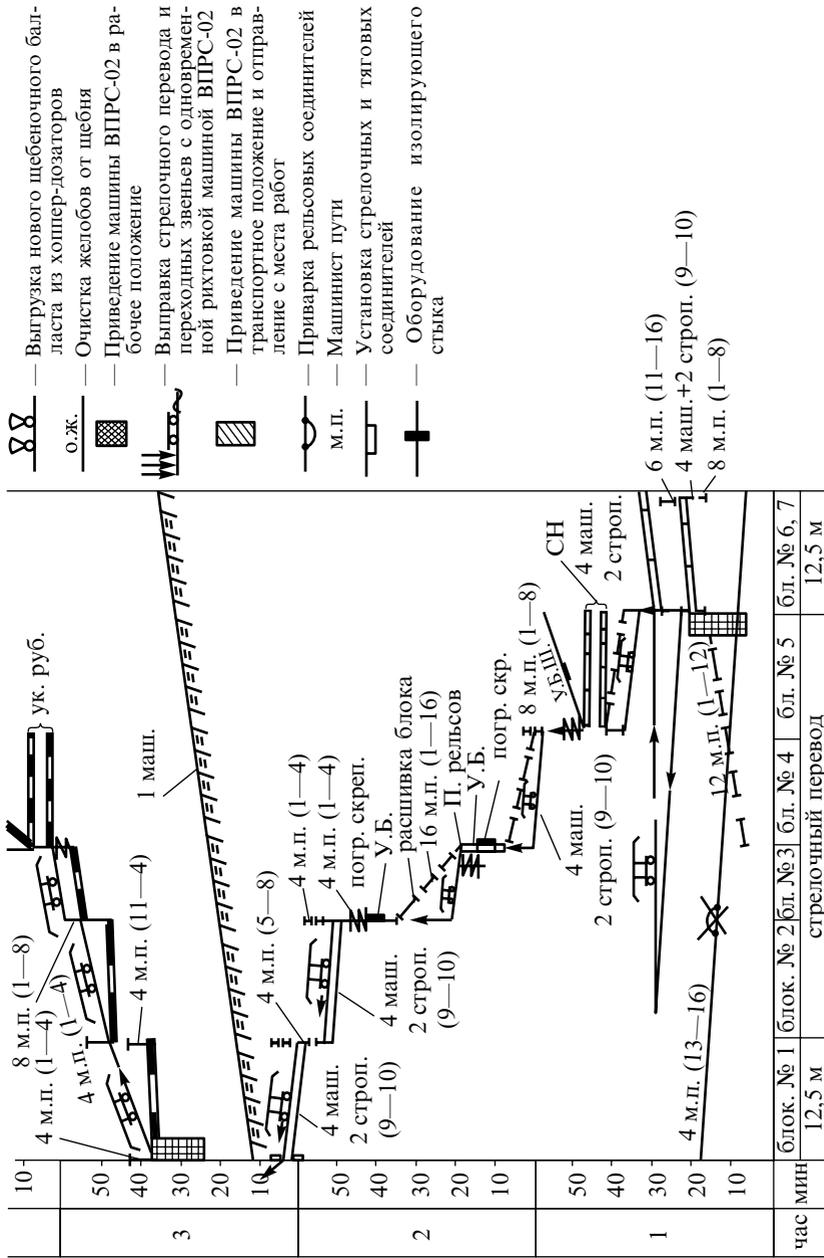
-  — Работы в основное «окно» по очистке балласта машиной *RM-80* с укладкой пенополистирольных плит
-  — Очистка кюветов машиной *СЗП-600*
-  — Срезка обочины и планировка кюветов путевым стругом
-  — Выгрузка балласта из хоппер-дозаторов
-  — Выправка пути, продольного профиля машиной *ВПР-02*
-  — Стабилизация пути динамическим стабилизатором
-  — Очистка и восстановление лотков, очистка нагорных канав, уборка загрязнителей после очистки нагорных канав, рихтовка пути
-  — Отделка балластной призмы и планировка междупутья быстроходным планировщиком
-  — Подрезка балласта из-под подошвы рельса

Рис. 9.7. График производства работ усиленного среднего ремонта по дням

УСЛОВНЫЕ ОБОЗНАЧЕНИЯ

- — Оформление закрытия стрелочного перевода и снятие напряжения в контактной подвеске
- ▤ — Приведение крана УК-25/9-18 в рабочее положение
- ⊗ — Снятие или обрубка рельсовых соединителей
- I I — Расшивка стыковых болтов, снятие накладок
- — — — — Снятие краном блока с пути и укладка его на платформу
- — — — — Переезд крана по месту работ
- Z — Переяжка пакета с грузом на другую платформу
- Погр. скр. — Погрузка контейнера со скреплением на другую платформу
- У.Б.Ш. — Уборка брусьев и шпал с пути, увязка их в пакеты и погрузка их на платформу краном
- ||||| — Планировка балластной призмы бульдозером
- — — — — Снятие нового блока краном с платформы и укладка его в путь
- — — — — Укладка краном блоков с инвентарными рубками
- — — — — Замена инвентарных рубок рельсами необходимой длины
- — — — — Приведение крана в транспортное положение и отправление его с места работ
- I — — — — — Постановка накладок и сблочкивание стыков уложенных блоков
- — — — — Рихтовка стрелочного перевода гидравлическими рихтовщиками





-  — Выгрузка нового щебеночного балласта из хоппер-дозаторов
-  о.ж. — Очистка желобов от щебня
-  — Приведение машины ВПРС-02 в рабочее положение
-  — Выправка стрелочного перевода и переходных звеньев с одновременной рихтовкой машиной ВПРС-02
-  — Приведение машины ВПРС-02 в транспортное положение и отправление с места работ
-  — Приварка рельсовых соединителей
-  м.п. — Машинист пути
-  — Установка стрелочных и тяговых соединителей
-  — Оборудование изолирующего стыка

Рис. 9.8. Графики производства работ в «окно» при замене стрелочного перевода на железобетонных брусьях путеукладочным краном УК-25/9-18 в «окно» продолжительностью 6 ч 10 мин.

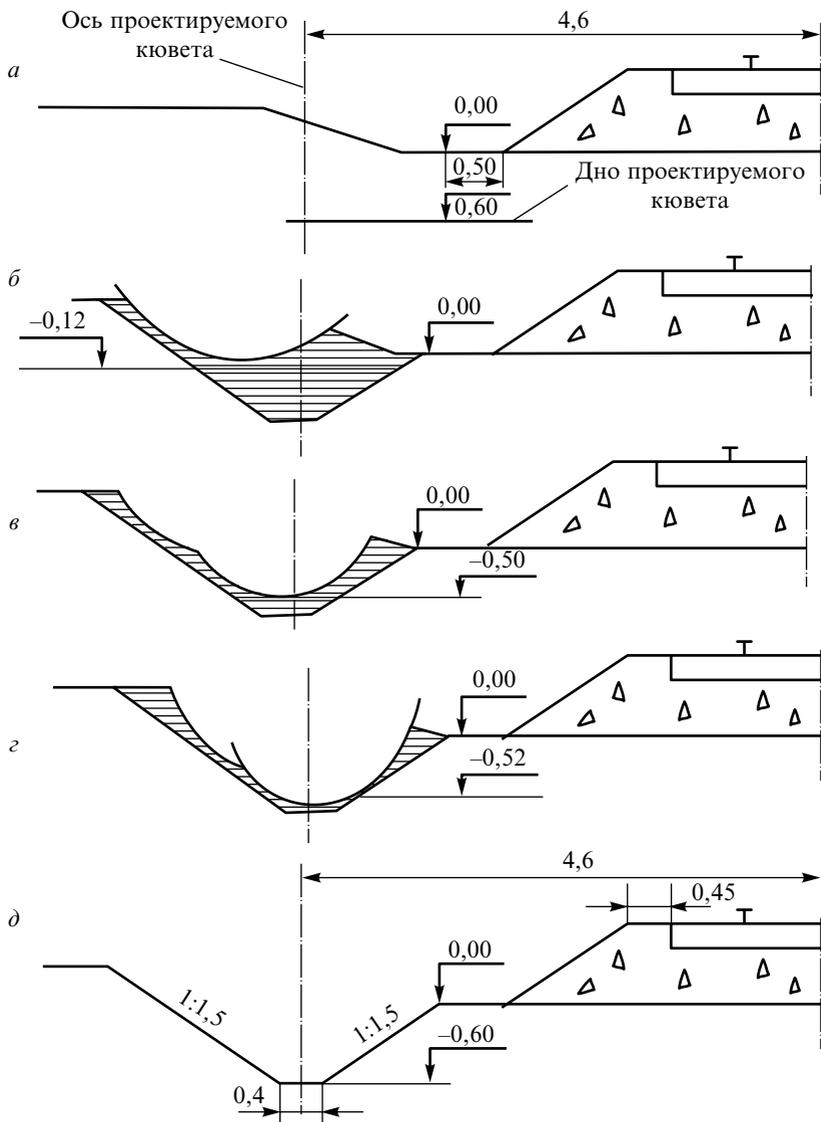
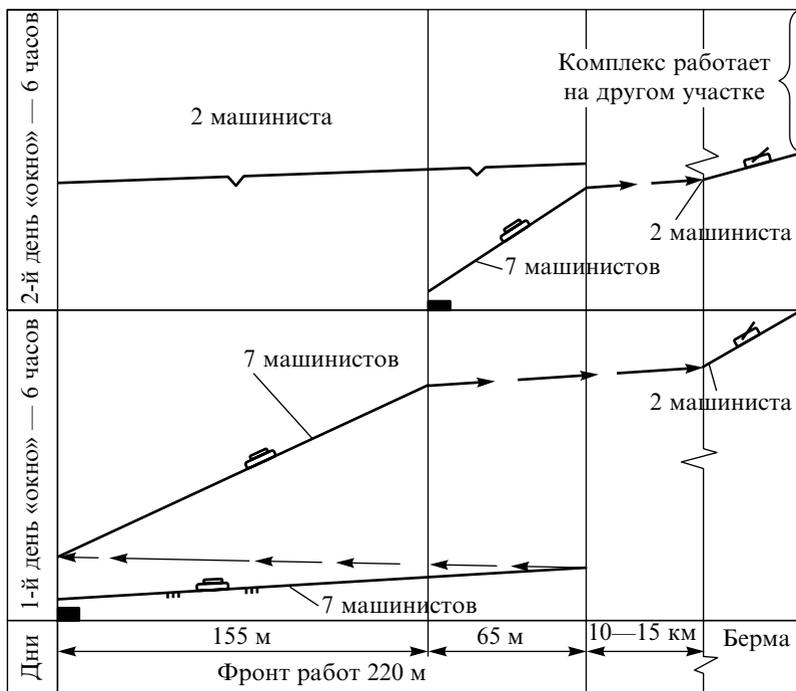


Рис. 9.9. Технологическая схема нарезки кюветов:
a — водоотвод до ремонта; *б* — состояние водоотвода после первого прохода машины СЗП-600; *в* — состояние водоотвода после второго прохода машины СЗП-600; *г* — состояние водоотвода после третьего прохода машины СЗП-600; *д* — поперечник кювета после работы СС-1М



УСЛОВНЫЕ ОБОЗНАЧЕНИЯ

- — Оформление закрытия перегона
-  — Срезка и отбрасывание травяного покрова плугом машины СЗП-600
-  — Переезд машины СЗП-600 по фронту работ
-  — Нарезка (очистка) кювета машиной СЗП-600
-  — Выгрузка из ПУ балласта в берму
-  — Профилирование откоса и планировка дна кювета путевым стругом СС-1М

Рис. 9.10. График производства работ по нарезке кюветов

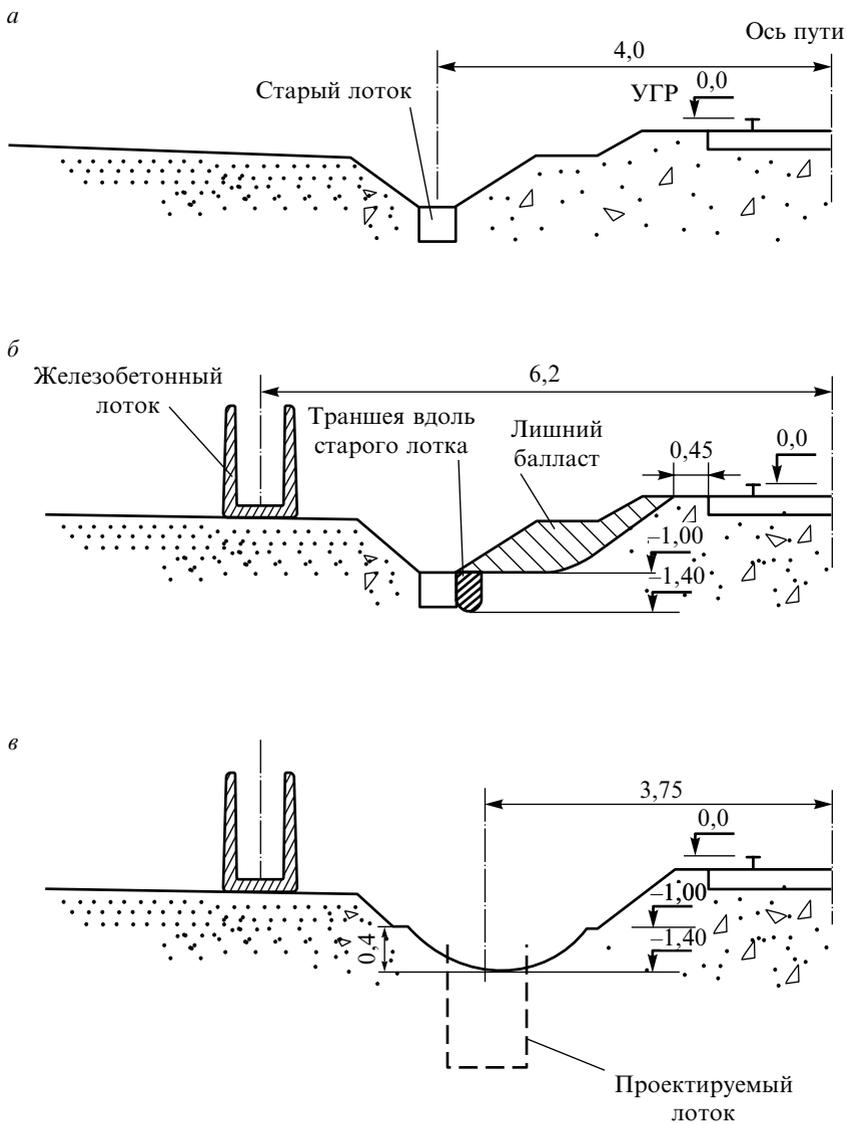
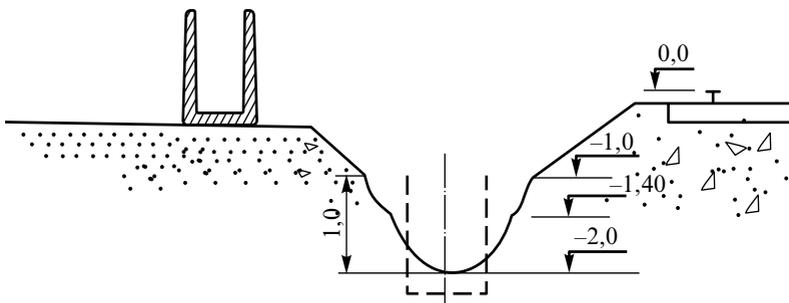
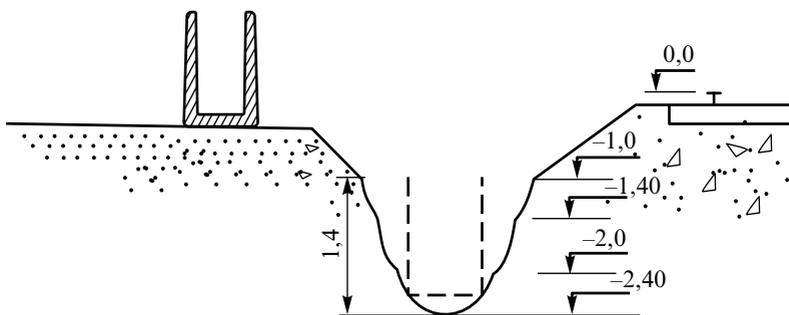


Рис. 9.11. Технологическая схема устрой
a — рабочий участок до укладки лотка; *б* — срезка лишнего балласта и уст старого лотка, разработка траншеи под новый лоток, первый проход машины СЗП-600; *е* — устрой

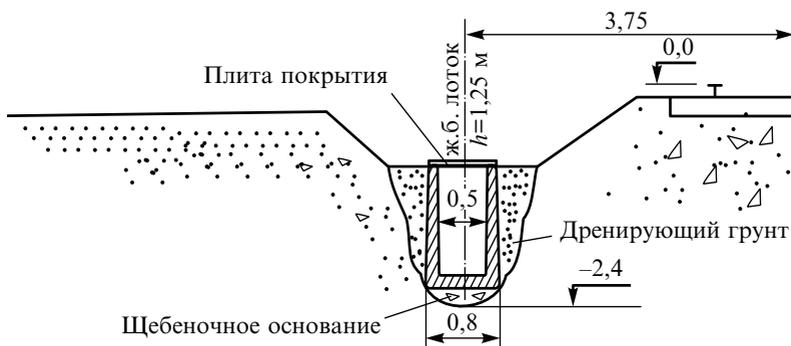
з



д

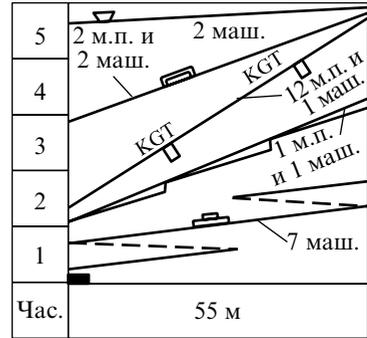
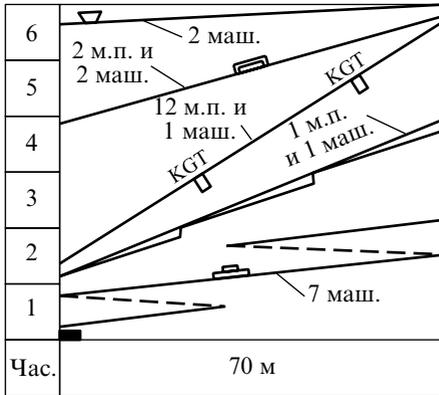


е



ства продольного водоотводного лотка:

ройство траншеи машиной СЗП-600, раскладка нового лотка; *в* — демонтаж СЗП-600; *з* — второй проход машины СЗП-600; *д* — третий проход машины ство нового лотка



УСЛОВНЫЕ ОБОЗНАЧЕНИЯ

- Срезка травяного покрова, лишнего балласта и нарезка траншеи вдоль старого лотка
- Вырезка балласта и грунта из кювета погрузчиком-экскаватором *KGT/V*
- Демонтаж старых лотков
- Срезка и уборка лишнего балласта, очистка части кювета
- Срезка первого слоя под новый лоток
- Выгрузка плит кранами и песка погрузчиком-экскаватором *KGT/V*
- Укрепление дна и откосов канавы
- Комплекс работ по монтажу нового лотка
- Планировка дренирующего балласта и очистка от него плит покрытия
- Оформление закрытия перегона
- Разработка траншеи машиной СЗП-600 для укладки лотков
- Засыпка дна траншеи щебнем
- Укладка лотка погрузчиком-экскаватором *KGT/V*, заделка швов блоков цементным раствором
- Укладка плит покрытия
- Засыпка дренирующим грунтом пустот между стенками лотка и траншеи
- м.п. — монтер пути
- маш. — машинист

и фрагменты выполнения комплекса работ в 5—6 часовые «окна» (б)

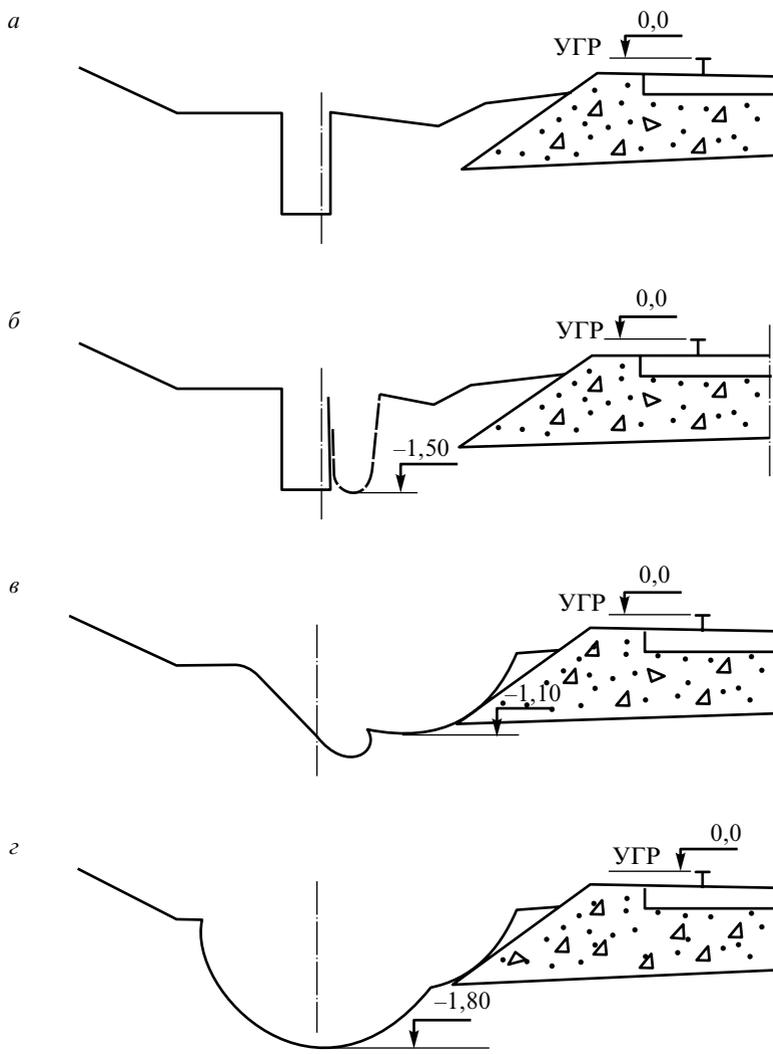


Рис. 9.13. Технологическая

a — состояние балластной призмы до ремонта; *б* — устройство траншеи для призмы после 2-го прохода машины СЗП-600 при вырезке лишнего балласта; *в* — вырезке лишнего балласта; *д* — устройство траншеи для укладки трубоукладки трубофильтров машиной СЗП-600 после 5-го прохода; *ж* — попе дренажа после

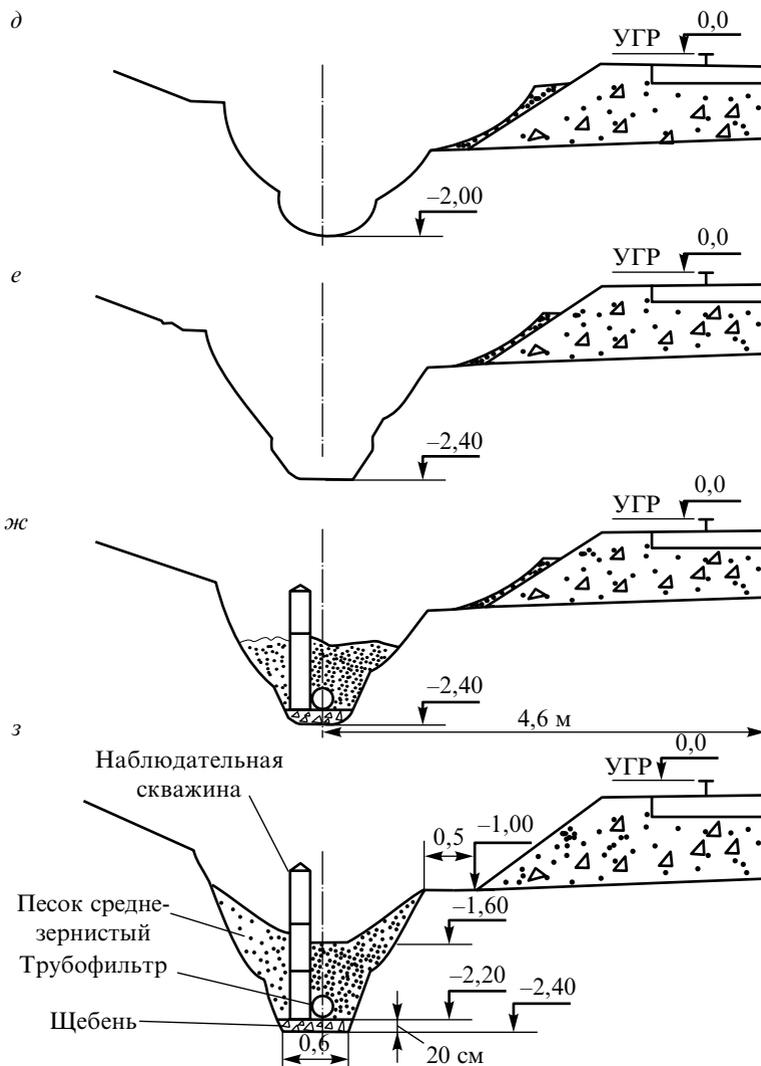


схема устройства дренажа:

снятия лотка машиной СЗП-600 после 1-го прохода; *e* — состояние балластной призмы после 3-го прохода машины СЗП-600 при фильтров машиной СЗП-600 после 4-го прохода; *e* — устройство траншеи для речный профиль устройства дренажа; *з* — поперечный профиль устройства работы СС-1М

a

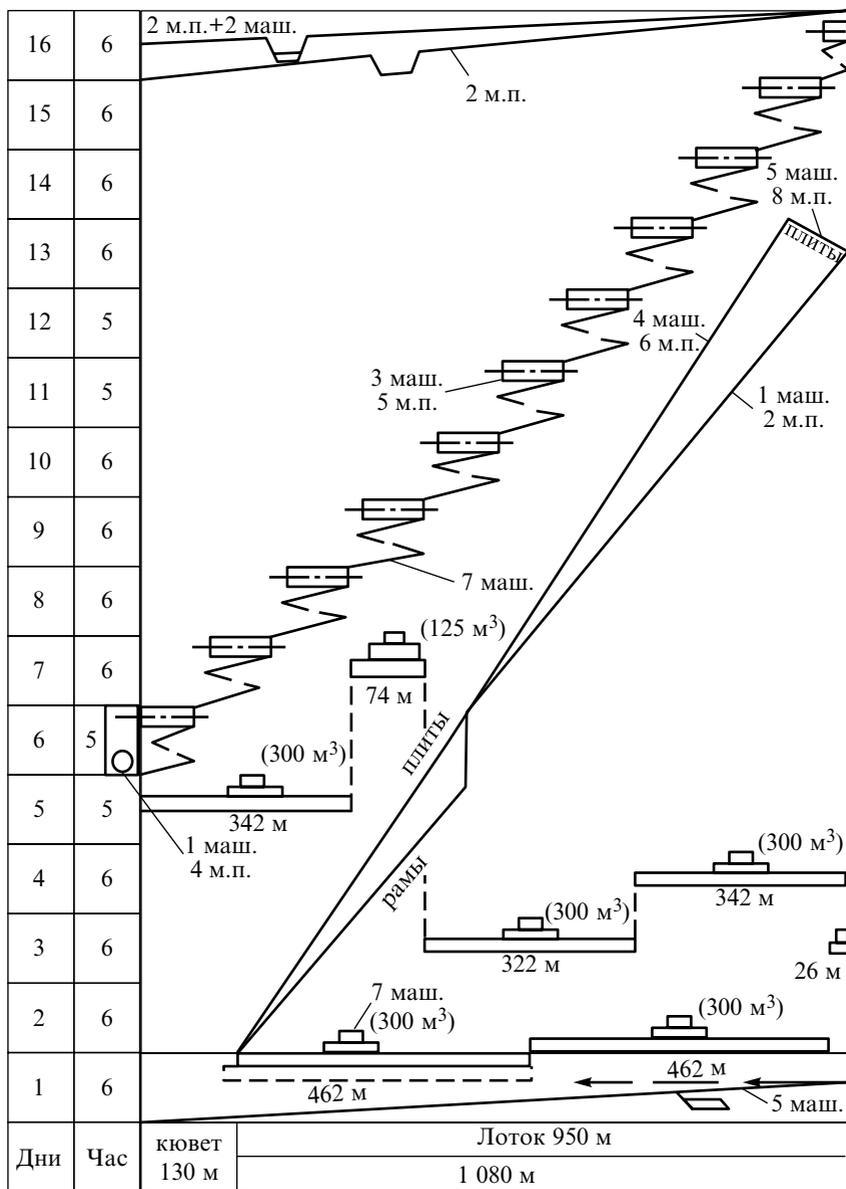
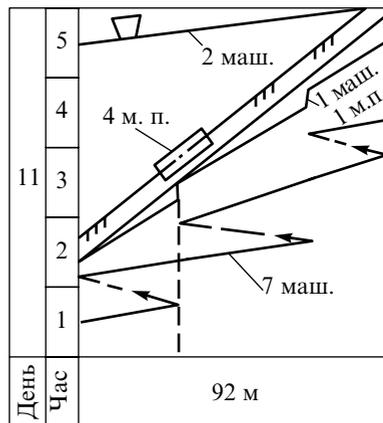
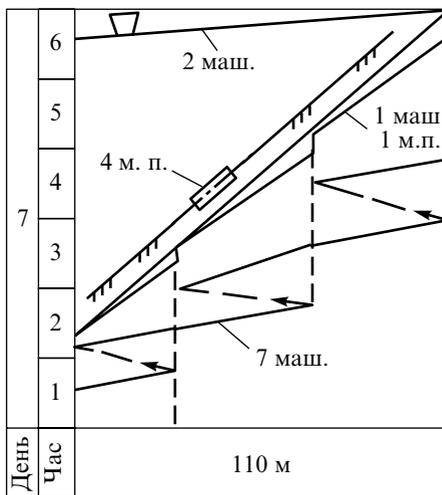


Рис. 9.14. График производства работ по дням и укладке трубофиль

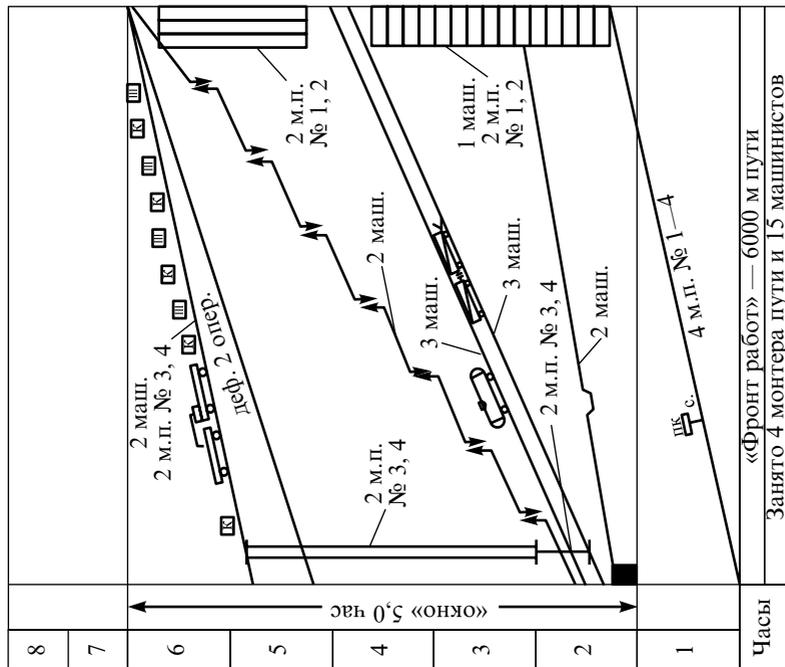
6



УСЛОВНЫЕ ОБОЗНАЧЕНИЯ

-  — Срезка и отбрасывание травяного покрова плугом машины СЗП-600
-  — Возвращение машины СЗП-600 к начальной точке
-  — Уборка лишнего балласта машиной СЗП-600
-  — Демонтаж старых рам лотка краном погрузчика-экскаватора КСТ-У с погрузкой рам на порожнюю платформу
-  — Демонтаж старых плит лотка и погрузка плит кранами мотовозов МПТ-4 на свои платформы (4 плиты за один захват)
-  — Комплекс работ по укладке трубофильтров
-  — Устройство бетонного оголовка и отводящей канавы
-  — Нарезка кювета путевым стругом СС-1
-  — Уборка лишнего балласта в местах препятствий (скважины) и профилировка кювета
-  — Разработка траншеи машиной СЗП-60 для укладки трубофильтров
-  — Засыпка дна траншеи щебнем на высоту 0,2 м грейферами АГД и УП-3
-  — Укладка трубофильтров и устройство наблюдательных скважин
-  — Засыпка трубофильтров увлажненным песком из универсальных полувагонов
-  маш. — Машинист
-  м.п. — Монтер пути

тров в «окна» (а) и фрагменты выполнения работ в 5—6-часовые «окна» (б)



УСЛОВНЫЕ ОБОЗНАЧЕНИЯ

- ШК с. — Снятие пикетных знаков
- — Оформление закрытия перегона, пробег путей машин к месту работ
- Очистка и планировка кювета путевым стругом СС-1М
- Уборка засорителей с пути машиной СМ-2
- Очистка рельсов и креплений от грязи машиной РОМ-3
- Правка рельсовых стыков машиной МПС
- Разборка постоянного железобетонного переездного настила с применением автокрана
- Укладка временного деревянного переездного настила
- Очистка кювета в местах препятствий для работы путевого струга
- Устройство выходов из кювета
- Проверка рельсов дефектоскопной тележкой
- Выгрузка железобетонных шпал и контейнеров со скреплением краном мотовоза МПТ по местам смены
- маш. — Машинист
- м.п. — Монтер пути

Рис. 9.15. Технология и организация выполнения комплексных планово-предупредительных работ на бесстыковом пути механизированным комплексом в подготовительный период

УСЛОВНЫЕ ОБОЗНАЧЕНИЯ

-  — Раскладка элементов скреплений по местам смены
-  — Снятие пикетных знаков
-  — Оформление закрытия перегона, пробег путевых машин к месту работ
-  — Разборка временного деревянного переездного настила
-  — Ослабление гаек клеммных и закладных болтов моторных тайковертом ПМГ №1
-  — Смена дефектных железобетонных шпал машиной МВТХ
-  — Смена дефектных креплений, изъятие регулировочных прокладок, укладка скреплений в контейнеры
-  — Смазка и закрепление гаек клеммных и закладных болтов моторным тайковертом ПМГ №2
-  — Замена загрязненного балласта в местах выплесков
-  — Выправка пути машиной ДУОМАТИК 09-32
-  — Уплотнение щебеночного балласта в шпальных ящиках машиной БУМ
-  — Выгрузка щебеночного балласта из хоппер-дозаторов
-  — Оправка балластной призмы планировщиком балласта ПБ
-  — Погрузка контейнеров со скреплением и сменными шпал краном мотовоза МПГ
-  — Укладка постоянного железобетонного переездного настила с применением автокрана
-  — Установка пикетных знаков
-  — Подрезка балласта из-под подошвы рельсов на 3 см
-  — Машинист
-  — Монтер пути

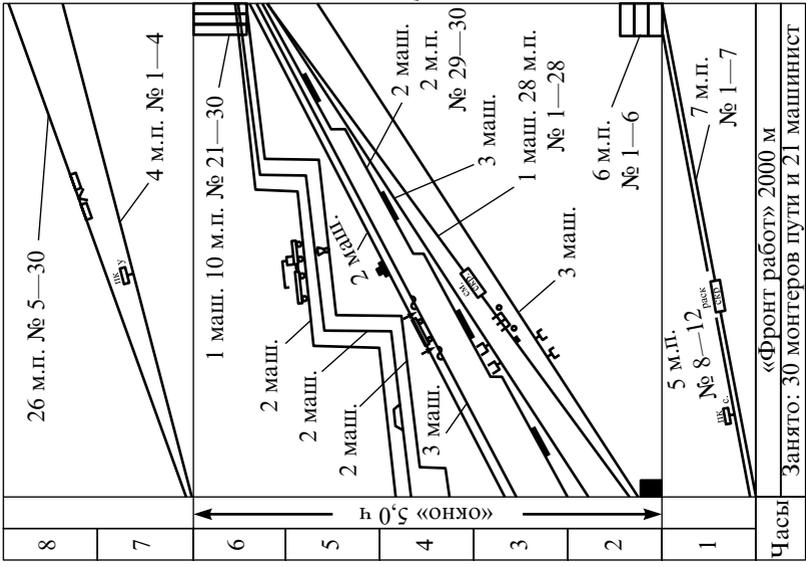


Рис. 9.16. График производства ППР в основной этап в «окно» 5 ч

— график производства работ по дням и укладке трубофильтров в «окна» и фрагменты выполнения работ в 5—6 часовые «окна» (рис. 9.14, а, б).

9.2.9. Технология и организация выполнения планово-предупредительных работ на бесстыковом пути механизированным комплексом, в состав которого входят путевой струг СС-1М, уборочная машина СМ-2, РОМ-3, МПРС, автокран, мотовоз МПТ:

— график производства работ в подготовительный этап (рис. 9.15);

— график производства работ в основной этап (рис. 9.16);

— график распределения работ по дням (рис. 9.17).

9.3. Приемка выполненных путевых работ и оценка их качества

Порядок приемки выполненных путевых работ и оценка их качества регламентированы «Техническими условиями на работы по ремонту и планово-предупредительной выправке путей» (ЦТП-53), утвержденными 30.09.2003 г.

Бригадир пути является полноправным членом комиссии по приемке и оценке качества ремонтных путевых работ, выполненных на его линейном (рабочем) отделении силами подрядных организаций.

Приемка отремонтированного усиленным капитальным, капитальным и усиленным средним ремонтом пути производится комиссией под председательством начальника дистанции пути в составе приемщика по качеству ремонта пути, начальника путевой машинной станции, местного дорожного мастера, бригадир пути, представителей дистанций электроснабжения (на электрифицированных участках) и сигнализации и связи. В комиссию могут быть включены представители проектной организации, дорожного центра диагностики и другие специалисты.

Без подписи приемщика по качеству ремонта пути в актах формы ПУ-48 и ПУ-48а отремонтированные усиленным капитальным, капитальным или усиленным средним ремонтом километры пути не считаются принятыми в эксплуатацию и оплате не подлежат.

Участки, отремонтированные средним, подъемочным ремонтом, планово-предупредительной выправкой, работы по сплошной замене рельсов новыми и старогодными, по замене стрелочных переводов, капитальному ремонту переездов принимаются комиссиями под председательством начальника дистанции пути или его заместителя, начальника ПМС (ПЧМ) или заместителя с участием местного дорожного мастера, бригадира пути и, при необходимости, представителей дистанций электроснабжения и сигнализации и связи, начальника станции.

Приемщик по качеству ремонта пути:

— осуществляет приемку, проверяет техническую документацию и устанавливает ее соответствие фактическому состоянию пути и объему выполненных работ при ремонте, а также соответствие количества и качества уложенных в путь материалов верхнего строения пути, наличие и соответствие сертификатов;

— контролирует соблюдение правил, инструкций, ГОСТов, технических указаний и технологических процессов при ремонте пути и его устройств, выполнение приказов и указаний МПС России по качеству ремонта пути.

Обеспечение качества капитальных ремонтов пути с железобетонными шпалами осуществляется техническим надзором еще на стадии сборки рельсошпальной решетки на производственной базе ПМС, в процессе которого выполняется проверка:

— электрического сопротивления звеньев с железобетонными шпалами;

— соблюдения сборочных допусков по ширине колеи и эпюре шпал собранных звеньев;

— соответствия группе годности используемых материалов верхнего строения пути;

— качества укладываемых в путь материалов верхнего строения пути в соответствии с сертификатами на рельсы, шпалы, крепления, балласт и др.

Измерение электрического сопротивления собранных на базе звеньев с железобетонными шпалами осуществляется приборами, прошедшими метрологическую проверку. Электрическое сопротивление между двумя рельсами одного звена должно быть не менее значений, указанных в табл. 9.2.

Таблица 9.2

Минимальное электрическое сопротивление звена с железобетонными шпалами

Температура воздуха, °С	Минимальное электрическое сопротивление, Ом, при длине звена			
	25 м		12,5 м	
	Погода			
	сухая	сырая	сухая	сырая
От 0 до + 5	400	200	800	400
От + 6 до + 10	300	150	600	300
От + 11 до + 15	250	125	500	250
От + 16 и выше	200	100	400	200

Состав контролируемых параметров и применяемые технические средства приведены в табл. 9.3.

Таблица 9.3

Состав контролируемых параметров и перечень технических средств, используемых при приемке отремонтированного пути

Контролируемые параметры	Технические средства
Параметры устройства пути в плане и профиле: уклоны продольного профиля; разность уклонов смежных элементов продольного профиля; длины элементов продольного профиля; параметры устройства кривых участков пути в плане; параметры устройства прямых участков пути в плане	ВПС ЦНИИ-4 или инструментальная съемка
Параметры качества выправки рельсошпальной решетки: короткие неровности в плане (рихтовка); уровень, перекосы и просадки; ширина колеи; общая оценка неровностей рельсовой колеи по показателю СССР	КВЛ-П ВПС ЦНИИ-4
Наличие сертификатов на материалы верхнего строения пути и их соответствие	
Состояние уложенной рельсошпальной решетки: стыковые зазоры, забег стыков;	Визуальный осмотр и

Контролируемые параметры	Технические средства
постановка шпал по эпюре; степень затяжки креплений и постановка противоугонов	инструментальные замеры
Балластный слой: размеры балластной призмы; толщина щебня; гранулометрический состав и количество загрязнителей	Ситовой анализ Линейные замеры
Земляное полотно: ширина обочины; соответствие водоотводов проекту; наличие шлейфов загрязненного балласта на откосах	Линейные замеры Визуальный осмотр
Искусственные сооружения соответствие проекту	Инструментальные замеры и визуальный осмотр

Вне зависимости от вида ремонтно-путевых работ отремонтированный путь должен удовлетворять следующим общим требованиям:

— путь и все его сооружения соответствуют проектной документации с отступлениями, не превышающими требований табл. 9.4, а работы выполнены в полном объеме;

— использованные материалы соответствуют стандартам, ТУ, группе годности и уложены в нормативных объемах;

— шпалы сплошь подбиты;

— балласт в шпальных ящиках и на откосах балластной призмы уплотнен;

— балластная призма спланирована и имеет проектные размеры;

— верх призмы находится на 3 см ниже поверхности деревянных шпал и на одном уровне с поверхностью железобетонных шпал в средней их части;

— расстояние от верха призмы до подошвы рельса не менее 3 см;

— болты смазаны и закреплены с требуемым усилием затяжки гаек, которое для клеммных болтов составляет 20 кгс·м, закладных — 15 кгс·м, стыковых — 60 кгс·м;

— костыли добиты;

— противоугоны установлены по соответствующей схеме, все противоугоны прижаты к шпалам;

- стыковые зазоры отрегулированы с учетом температуры рельсов;
- водоотводы очищены.

К моменту сдачи плети бесстыкового пути должны быть введены в оптимальную температуру.

Приемка сдаваемых после окончания ремонтных работ участков пути производится на основании анализа результатов промеров пути техническими средствами контроля и визуального осмотра. В ходе приемки работ оценка параметров устройства пути после ремонта и качество выполнения работ производится по требованиям табл. 9.4.

Таблица 9.4

Условия приемки и оценка качества выполнения работ

№ п/п	Параметры и условия приемки (не приемки) пути Средства контроля	Значения параметров отремонтированного пути при видах ремонта			
		У К, К, У С		С, П, С Р, В	
		Скорость движения поездов, км/ч			
		100—140	менее 100	100—140	менее 100
1	2	3	4	5	6
1	Максимальные уклоны продольного профиля:*	+	+	+(С, СР)	+(С, СР)
	отлично хорошо удовлетворительно не принимается	руководящий уклон не превышен руководящий уклон превышен			
2	Максимальная разность уклонов смежных элементов профиля:*	+	+	+(С, СР)	+(С, СР)
	отлично хорошо удовлетворительно не принимается	требования табл. 3.1 не превышены требования табл. 3.1 превышены			
3	Длины элементов продольного профиля:*	+	+	+(С, СР)	+(С, СР)
	отлично хорошо удовлетворительно не принимается	длины ме- нее проек- тных на ве- личину, мм	до 25 до 50 до 75 более 75	до 50 до 75 до 100 более 100	

Продолжение табл. 9.4

1	2	3	4	5	6
4	Уклон неровностей в продольном профиле (‰):**	+	+	+	+
	отлично	< 0,5	< 1,0	< 0,5	< 1,0
	хорошо	< 0,7	< 1,2	< 0,7	< 1,2
	удовлетворительно не принимается	> 0,7 > 1,0	> 1,2 > 1,4	> 0,7 > 1,0	> 1,2 > 1,4
5	Отклонение среднего радиуса круговой кривой от проектного ¹ , (‰) :**	+	+	+(С, СР)	+(С, СР)
	отлично	< 3	< 6	< 4	< 6
	хорошо	< 4	< 6	< 5	< 6
	удовлетворительно не принимается	< 8 > 8	< 10 > 10	< 10 > 10	< 10 > 10
6	Длины переходных кривых менее проектных на величину, м.*	+	+	+	+
	отлично	0	0	5	5
	хорошо	5	5	10	10
	удовлетворительно не принимается	10 > 10	10 > 10	20 > 20	20 > 20
7	Максимальная крутизна отвода возвышения в переходных кривых, ‰.*	–	+	+	+
	отлично хорошо удовлетворительно не принимается	не превышена превышена			
8	Величина горизонтальных неровностей в прямых участках длиной более 40 м, (мм):*	+	–	+(С, СР)	+(С, СР)
	отлично	< 8	< 12	< 8	< 12
	хорошо	< 12	< 16	< 12	< 16
	удовлетворительно не принимается	≤ 20 > 20	≤ 20 > 20	≤ 20 > 20	≤ 20 > 20
9	Отклонения от норм по уровню на длине более 30 м, (мм):*	+	+	+	+
	отлично	±2	±4	±2	±4
	хорошо	±3	±5	±3	±5
	удовлетворительно не принимается	±6 > 6	±8 > 8	±6 > 6	±8 > 8

Продолжение табл. 9.4

1	2	3	4	5	6
10	Отклонения от норм содержания ширины колеи, (мм)*:	УК, К		СР	
	отлично	±2		±3	
	хорошо удовлетворительно не принимается	>±2		>±3	
11	Отклонения в положении рельсовой колеи по двум последовательным проходам путеизмерителя (оценка по Инструкции ЦП-515):****	+	+	+	+
	отлично	отсутствуют			
	хорошо	отсутствуют		≤ 0,2	
	удовлетворительно не принимается	≤ 0,2 > 0,2		≤ 0,4 > 0,4	
12	Превышение показателя СССП при сдаче пути в эксплуатацию величины установленной скорости:**	+	+	+	+
	отлично	более 50			
	хорошо удовлетворительно требуется дополнительные работы	более 40 от 20 до 40 менее 20			
13	Наличие сертификатов на материалы верхнего строения пути и их соответствие требованиям НТД:	+	+	+	+
	отлично	имеются и соответствуют			
	хорошо удовлетворительно не принимается	не имеются и не соответствуют			
14	Отклонения от норм стыковых зазоров, мм.***	+	+	+	+
	отлично хорошо удовлетворительно не принимается	± 3 при условии не превышения более чем на 10 % отклонения от нормативной суммы зазоров на длине участка ремонта > ± 3 мм или >10 %			

Продолжение табл. 9.4

1	2		3	4	5	6
15	Забег стыков:***		+	+	+	+
	отлично хорошо удовлетворительно не принимается	соответствие требованиям инструкции ЦП-774	соответствует не соответствует			
16	Степень затяжки промежуточных креплений:***		+	+	+	+
	отлично хорошо удовлетворительно не принимается	соответствие требованиям инструкции ТУ-2000	соответствует не соответствует			
17	Соответствие схемы установки противоугонов:		+	+	+	+
	отлично хорошо удовлетворительно не принимается	соответствие требованиям инструкции ЦП-774	соответствует не соответствует			
18	Отклонения в расстоянии между осями шпал, см:***		+	+	(С, СР)	(С, СР)
	отлично хорошо удовлетворительно не принимается		± 2 $> \pm 2$		± 3 $> \pm 3$	
19	Соответствие размеров балластной призмы требованиям табл. 3.5:***		+	+	+	+
	отлично хорошо удовлетворительно не принимается		соответствуют не соответствуют			
20	Соответствие балласта требованиям по гранулометрическому составу и количеству загрязнителей:***		+	+	(С, СР)	(С, СР)
	отлично хорошо удовлетворительно не принимается		соответствуют не соответствуют			

Продолжение табл. 9.4

1	2	3	4	5	6
21	Соответствие проекту по ширине обочины, водоотводам, откосам земляного полотна, искусственным сооружениям и др.: ***	+	+	+	+
	отлично хорошо удовлетворительно не принимается	соответствуют не соответствуют			

* Инструментальная съемка или ЦНИИ-4

** Промеры ЦНИИ-4

*** Инструментальная съемка

**** КВЛ-П (ЦНИИ-2)

1) Если отклонение среднего радиуса (средней стрелы изгиба) превышает 8 ‰ (10 ‰ — для скоростей менее 100 км/ч), а устранение отклонения требует досыпки земляного полотна, то принимается решение об изменении проектного радиуса с внесением корректировок в проект.

2) Для участков со скоростями менее 100 км/ч величины отступлений II степени не должны превышать нормируемых для скорости 100 км/ч.

Обобщенная количественная оценка характеристик пути по данным путеобследовательских станций ЦНИИ-4 производится по форме ФПО, табл. 9.5. Форма ФПО является обязательным документом при приемке работ по капитальному и среднему ремонту.

Таблица 9.5 состоит из трех частей: общих характеристик участка ремонта, характеристик отдельных кривых и характеристик отдельных километров. К ней должны быть приложены:

- продольный профиль пути;
- ведомость элементов профиля;
- карточки для всех кривых участков ремонта;
- графики изменения величины СССР.

Перечень документов для оформления приемки отремонтированного пути представлен в таблице 9.6.

С целью разработки мероприятий по повышению качества ремонтов пути должен проводиться последующий статистический контроль за состоянием отремонтированных участков, критерии которого приведены в табл. 9.7.

Таблица 9.6

Перечень документов, используемых при приемке отремонтированного пути

№ п/п	Наименование и форма документа	Вид ремонтно-путевых работ											
		УК усиленный капиталь- ный ремонт пути	К капитальный ремонт пути	УС усиленный средний ремонт пути	С средний ремонт пути	П подъемочный ремонт пути	Сплошная замена рельсов новыми	Сплошная замена рельсов старогодными	Планово-предупреди- тельная выправка пути	Усиленный капиталь- ный ремонт стрелоч- ных переводов	Капитальный ремонт стрелочных переводов	Сплошная замена стрелочных частей металлических переводов	
1	Акт сдачи километра для производства работ и приемки выполненных работ — форма ПУ-48	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	
2	Акт приемки выполненных работ — форма ПУ-48а	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
3	Ведомость характеристик состояния и устройства пути после ремонтно-путевых работ — форма ФПО	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	
4	Исполненный продольный профиль	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	
5	Характеристики кривых	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	
6	Лента вагона-путизмержителя	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	
7	Акт о состоянии снятых с пути старогодных материалов верхнего строения пути (форма ПУ-81)	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	
8	Акт о ремонте земляного полотна и балластной призмы	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	
9	Ведомость габаритных промеров после работ	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	
10	Акт об укладке в путь рельсовых плетей	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	
11	Акт об удлинении рельсовых плетей после укладки с помощью контактной сварки	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	
12	Акт сварки стыков алумо-термитной сваркой	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	

Таблица 9.7

Оценка стабильности участков пути после проведения ремонтов

№ п/п	Параметры и оценка состояния пути	Значения параметров отремонтированного пути при видах ремонта			
		УК, К, УС (УСР)		С, П, СР, В	
		Скорость движения поездов, км/ч			
		100—140	менее 100	100—140	менее 100
1	Отсутствие отступлений II степени после сдачи работ по результатам прохода КВЛ-П (месяцы):	+	+	+	–
	<i>хорошо</i>	6	3	3	2
	<i>удовлетворительно</i>	3	–	–	–
2	Превышение показателем СССП величины установленной скорости в течение срока после сдачи работ по результатам прохода ЦНИИ-4, (месяцы):	+	+	+	+
	<i>отлично</i>	30	30	24	24
	<i>хорошо</i>	24	24	12	12
	<i>удовлетворительно</i>	12	12	8	8
	<i>требуется дополнительные работы</i>	<12	<12	<8	<8

Глава 10

ОРГАНИЗАЦИЯ РАБОТ ПО СНЕГОБОРЬБЕ

10.1. Характеристика снежных заносов и средств защиты от них

Своевременное осуществление мер по надежной защите пути от снежных заносов, эффективное использование снегоочистителей и снегоуборочной техники направлено на обеспечение четкой работы железнодорожного транспорта в зимний период.

Понятие «снегоборьба» подразумевает систему основных комплексных мероприятий:

- снегозадержание с полевых сторон от пути;
- удаление снега с пути.

При этом следует иметь в виду, что необходимо максимально обеспечивать снегозадержание, так как уборка снега значительно более дорогостоящее мероприятие.

Отложения снега на пути образуются при снегопадах и метелях, которые как природные явления в зависимости от осадков характеризуются следующими признаками:

- снегопад — выпадение снега при отсутствии ветра;
- поземка (низовая метель) — перенос ранее выпавшего снега при скорости ветра 5—10 м/с, но при отсутствии снегопада;
- верховая (общая) метель — выпадение снега при ветре и одновременный его перенос.

Снегопады подразделяются на умеренные, сопровождающиеся высотой снегоотложения $h_{\text{сн}} = 5\text{—}9$ см снега за сут (для мокрого снега — 3—7 см в сут), значительные с $h_{\text{сн}} = 10\text{—}19$ см в сут (мокрого снега — 7—14 см в сут) и сильные с $h_{\text{сн}}$ более 20 см в сут (для мокрого снега более 15 см в сут).

По опасности как метеорологические явления снегопады подразделяют на:

- умеренные, относимые к опасным явлениям (ОЯ), особенно для крупных станций и узлов в ночное время;
- значительные, особо опасные явления (ООЯ);
- сильные, сверхопасные явления (СОЯ).

При этом различают метели: умеренные (ОЯ) продолжительностью до 3-х ч и при скоростях ветра не более 10 м/с, значительные (ООЯ) продолжительностью от 3-х до 12 ч при скорости ветра 10—14 м/с, сильные (СОЯ) продолжительностью 12 ч и более, при скорости ветра 15 м/с и более.

Большую опасность для движения поездов представляют метели, при которых образуются заносы пути и плотные снегоотложения. При отложениях снега, даже при спокойном снегопаде, более 20 см выше головки рельса создается опасность схода подвижного состава с рельсов; из-за попадания снега между остряками и рамными рельсами затрудняется перевод стрелок; образование уплотненного слоя снега в области контакта подошвы рельса и подкладки (явление «напрессовки») может привести к аварии поезда; снег на пути увеличивает сопротивление движению, что приводит к повышенному расходу электроэнергии или топлива, снижает скорость движения, а глубокие заносы могут вызвать даже прекращение движения поездов.

Инструкцией по снегоборьбе на железных дорогах Российской Федерации в зависимости от интенсивности снегоотложения при снегопадах и метелях повторяемостью не реже 1 раза в 2 года различаются следующие территории (табл. 10.1):

Таблица 10.1

Характеристика территорий в зависимости от интенсивности снегопадов и метелей

Интенсивность	Характеристика интенсивности
умеренная	Снегоотложения до 10 см за случай; Метели со скоростью ветра до 10 м/с
значительная	Снегоотложения до 10—19 см за случай; Метели со скоростью ветра до 10—19 м/с
сильная	Снегоотложения до 20—25 см за случай; Метели со скоростью ветра до 20—30 м/с
очень сильная	Снегоотложения более 25 см за случай; Метели со скоростью ветра более 30 м/с

Выбор средств и осуществление тех или иных мероприятий по снегоборьбе, а также очередность их выполнения на конкретных участках пути и станциях производится на основании учета двух основных признаков: категории и степени снегозаносимости. Категория снегозаносимости зависит от поперечного профиля земляного полотна и характеризует уровень опасности заноса того или иного участка пути и угрозы движению поездов и поэтому определяет очередность по времени защиты пути от заносов.

Категория снегозаносимости участков и очередность их защиты приведены в табл. 10.2.

Таблица 10.2

Категории снегозаносимости участков и очередность их защиты

Категория снегозаносимости	Характеристика участков по категориям снегозаносимости	Очередность защиты
1	Выемки глубиной от 0,4 до 8,5 м и более; Нулевые места на косогорах; Участки на перегонах с путями в разных уровнях; Территории станций и узлов	Первая очередь
2	Выемки глубиной до 0,4 м и нулевые места	Вторая очередь
3	Насыпи высотой до 0,7 м в равнинной местности и до 1 м на косогорах	Третья очередь

Степень снегозаносимости определяется расчетным годовым объемом в м^3 метелевого снега, приносимого к 1 м пути с вероятностью повторения один раз в 15—20 лет. По степени снегозаносимости участки пути подразделяются на слабозаносимые с объемом приносимого снега за наиболее снежную (не менее чем из 10 зим) до $100 \text{ м}^3/\text{м}$, среднезаносимые $101—300 \text{ м}^3/\text{м}$, сильнозаносимые $301—600 \text{ м}^3/\text{м}$ и особо сильнозаносимые более $600 \text{ м}^3/\text{м}$.

Особо сильнозаносимой является Западно-Сибирская железная дорога, на территории которой в течении зимы наблюдаются снегопады и метели с очень сильной интенсивностью. К сильнозаносимым относятся Южно-Уральская, Свердловская, Куйбышевская, Красноярская, Северная (выше Сыктывкара), Октябрьская (выше станции Беломорск) и Сахалинская железные дороги, на территории которых наблюдаются снегопады с очень сильной интенсивностью, а метели с сильной интенсивностью (или наоборот). К заносимым относятся

Восточно-Сибирская, Дальневосточная, Горьковская железные дороги, а также южные части Северной и Октябрьской железных дорог, на территории которых наблюдаются снегопады и метели с сильной интенсивностью. К среднезаносимым относятся Юго-Восточная, Приволжская Московская, Северо-Кавказская и Калининградская железные дороги, на территории которых наблюдаются снегопады с сильной интенсивностью снегоотложения и метели со значительной интенсивностью (или наоборот). Слабозаносимой является Забайкальская железная дорога, на территории которой наблюдаются снегопады и метели с умеренной интенсивностью.

По степени снегозаносимости осуществляется выбор и проектирование типа и снегосборной способности снегозащитных ограждений. Снегосборность защитных ограждений характеризуется объемом задерживаемого ими снега на каждом погонном метре. Для того, чтобы воспрепятствовать приносу снега к пути во время метелей, вдоль него устраивают стационарные или переносные ограждения.

Стационарная защита осуществляется лесонасаждениями вдоль пути и вокруг территории станций (рис.10.1), а там, где

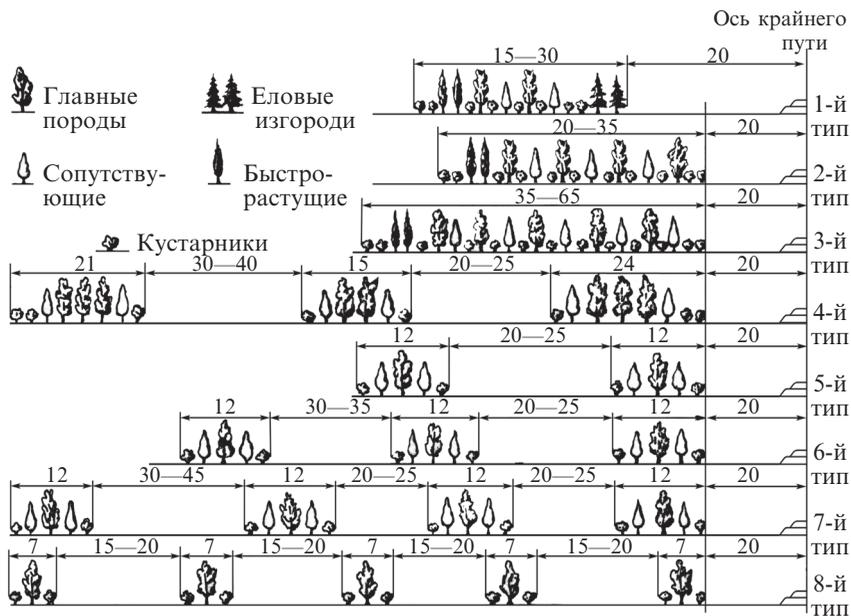


Рис.10.1. Схемы расположения снегозащитных полос типовых конструкций

они не могут быть созданы, применяют снегозадерживающие или снегопередающие постоянные заборы (рис.10.2), снегоборность которых в зависимости от конструкций составляет от

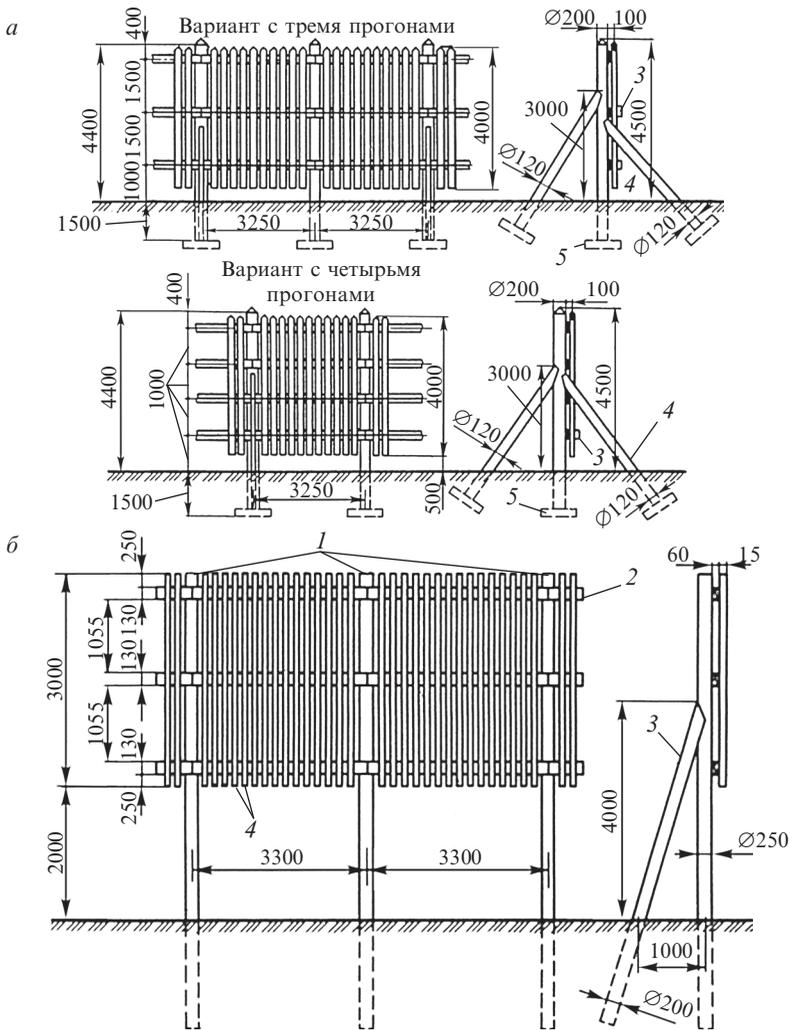


Рис.10.2. Типы и конструкции снегозадерживающих заборов: *a* — постоянных высотой 4,5 м: 1 — прогон; 2 — доска обшивки; 3 — полосовое железо (30×15 мм); 4 — подкос; 5 — подкладка; *б* — снегопередающего забора: 1 — столбы; 2 — прогон; 3 — подкос; 4 — подкладка

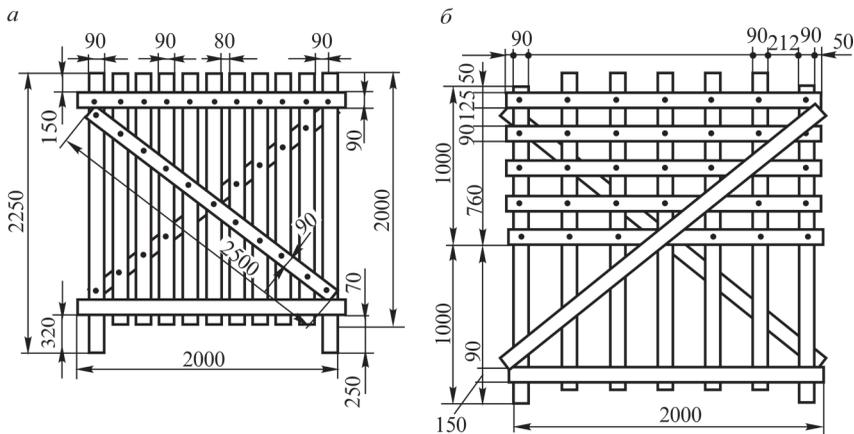


Рис.10.3. Конструкции щитов с равномерной просветностью по всей высоте (а) и с разреженной нижней частью (б)

130 до 370 м³/м. При малых объемах снегоприноса к пути (на слабозаносимых участках), а также как дополнение к стационарным защитам применяются переносные ограждения из решетчатых снеговых щитов снегосборностью 25—50 м³/м (рис. 10.3). Кроме того, защита снегозаносимых участков может быть произведена системой снежных траншей и валков, нарезаемых в снежном покрове снегопахами. Лучшим средством защиты пути от метелевых потоков являются естественные леса в полосе отвода и искусственные лесонасаждения, расположенные вдоль железных дорог.

В табл. 10.3 приведены наиболее рациональные, основанные на многолетнем практическом опыте, снегозащитные ограждения для участков различной степени снегозаносимости.

Таблица 10.3

Рекомендуемые снегозащитные ограждения заносимых участков

Объем приносимого снега за зиму, м ³ /м	Средства и способы защиты пути от снежных заносов
До 100	Слабозаносимые участки Одно-двухполосные лесонасаждения. Щиты с равномерной просветностью, щиты с разреженной нижней частью

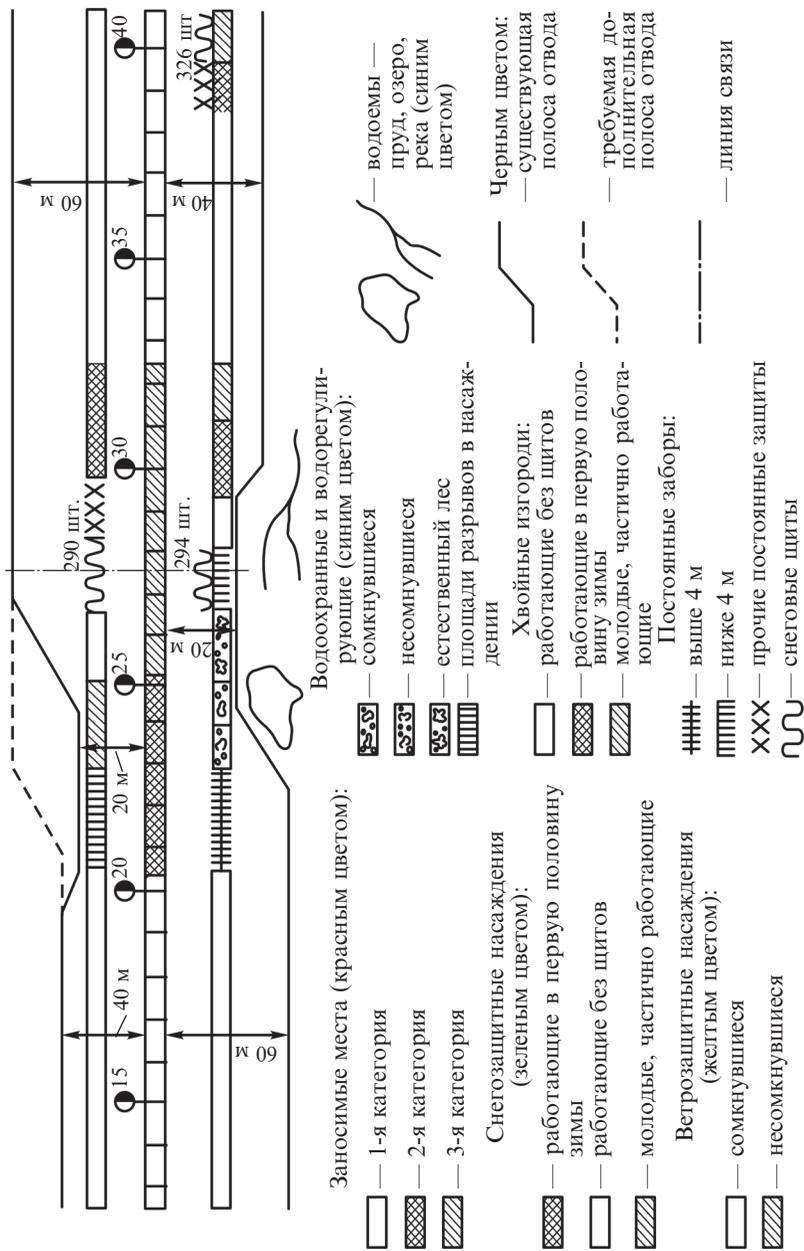


Рис. 10.4. Схематическая карта заносимых участков путей и существующих снегозащитных средств

Объем приносимого снега за зиму, м ³ /м	Средства и способы защиты пути от снежных заносов
101—300	<p>Среднезаносимые участки Двух-трехполосные лесонасаждения. Постоянный забор высотой до 5,5 м; забор облегченного типа высотой 4—5 м.</p>
301—600	<p>Сильнозаносимые участки Трех-четыреполосные лесонасаждения; один-два ряда постоянных заборов высотой до 5,5 м. Забор облегченного типа высотой 5 м, дополненный забор с просветностью 60—70 %</p>
Более 600	<p>Особо сильнозаносимые участки Четырех- и более полосные лесонасаждения. Два ряда постоянных заборов облегченного типа высотой 5 м. Снегопередующие заборы. Устройство снегозаносимых профилей земляного полотна</p>

На рис. 10.4 приведен фрагмент схематической карты заносимых участков дистанции пути и используемых снегозащитных средств.

Текущая непрерывная очистка стрелочных переводов от снега производится стационарными устройствами, средствами автоматической, ручной обдувки или электрообогревом.

Очистка пути от снега на перегонах осуществляется снегоочистителями, а уборка снега на сортировочных, участковых и крупных пассажирских станциях — снегоуборочными машинами.

10.2. Механизация работ по снегоборьбе на перегонах

Очистка пути от снега на перегонах осуществляется, как правило, снегоочистителями. Ручная очистка допускается в местах препятствий для прохода снегоочистителя в рабочем состоянии (настилы переездов и подходы к ним, стрелки примыкания, участки пути на подходах к мостам, тоннелям, между платформами и др.)

Очистка снега высотой до 1 м производится плужными (типов СДП, ЦУМЗ, ТГМ-40С) двухпутными или однопутными снегоочистителями, представляющими собой прицепные к локомотивам

машины вагонного типа, оборудованные отвальными снегоочистительными устройствами в виде плуга. Снежные заносы высотой более 1 м расчищаются электрическими роторными снегоочистителями (типов ЭСО и ФРЭС). Универсальными являются струги-снегоочистители, используемые для уборки снега с путей и на перегонах, на станциях, а также для очистки кюветов от снега и удаления его из выемок, околки льда на станционных путях и отвалки снега в местах его выгрузки.

Тяговыми единицами, перемещающими снегоочистители, являются локомотивы, которые обеспечивают сжатым воздухом пневматическую систему управления рабочими органами плужных снегоочистителей и стругов. На базе маневрового тепловоза ТГМ-40 создан самоходный однопутный плужный снегоочиститель ТГМ-40С.

Локомотивы (тепловозы), обеспечивающие работу роторных снегоочистителей, одновременно являются энергетическими единицами с переоборудованной электрической схемой для работы в «поездном» и «снеговом» режимах движения.

Положительным явился опыт оборудования снегоуборочных и снегоочистительных машин вентиляторными установками.

Основные параметры различных снегоочистителей приведены в табл. 10.4.

В период сильных снегопадов и метелей в первую очередь снегоочистителем производится очистка от снега главных путей по всему участку обслуживания, а затем очищаются приемо-отправочные и другие станционные пути на разъездах, обгонных пунктах и промежуточных станциях.

На сильнозаносимых участках для повышения эффективности очистки и избежания потерь времени на перестановку локомотива используется способ работы сплотки из двух снегоочистителей «челноком» по схеме: снегоочиститель — локомотив-снегоочиститель.

На многопутных участках с нормальными междупутьями и на косогорных участках двухпутных линий целесообразно производить очистку путей двумя двухпутными снегоочистителями, следующими друг за другом по соседним путям на расстоянии 1 км. При этом первый снегоочиститель сбрасывает снег в сторону крайнего пути, а следующий за ним — с крайнего пути под откос насыпи или на откос выемки. Примеры такого способа очистки приведены на рис. 10.5 и 10.6.



Рис.10.5. Схема очистки путей от снега на четырехпутном участке (1, 2, 3, 4)

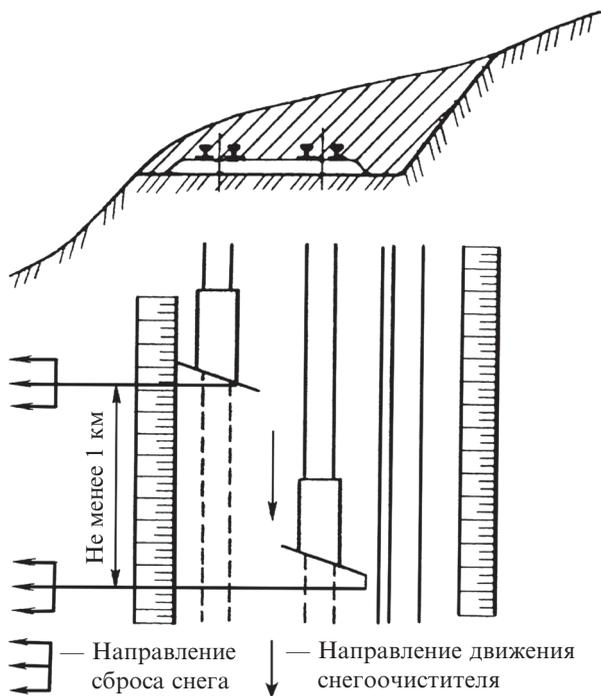


Рис.10.6. Схема очистки путей на перегоне в полувыемке, расположенной на косогоре

Таблица 10.4

Характеристики машин для очистки пути от снега на перегонах

Показатель	Двухпутный участок		Однопутный участок					Средняя скорость движения поездов по СС-1 и СС-1м
	СДП (СДП-М) СДП-2М	ЦУМЗ	ЦУМЗ	ТГМ-40С	ЭСО-3 (3-х роторный)	ЭСО-Щ (2-х роторный)	ФРЭС-2 (3-х роторный)	
Высота очищаемого снега (м)	до 1,0	до 0,6	до 0,6	до 1,0	4,5	3,0	4,5	До 1,0
Ширина полосы очищаемого снега, м, крылья:								
раскрытых	4,95	5,1	4,5	5,0				5,0
закрытых	3,18	3,2	3,2	3,25				3,25
поверху					6,0	6,0	5,1	
понизу					5,0	5,1	4,6	
без крыльев					3,425	3,425	3,6	
Рабочая скорость, км/ч	60	40	40	40	0,50	0,50	0,8—1,0	До 40
Транспортная скорость, км/ч	80	70	70		60	60	100	80
То же по прямому пути стрелочных переводов	80	70	70		60	60		80
То же по боковому пути	40	30	30		25	25		35

При работе плужных снегоочистителей на электрифицированных участках напряжение с контактного провода не снимается. При нахождении опор контактной сети от оси пути менее 3,1 м работа снегоочистителя должна проводиться с закрытыми крыльями, зафиксированными транспортными запорами.

При работе плужного снегоочистителя или струга с закрытыми крыльями на двух или многопутном участке со стороны междупутья смежный путь сигналами не ограждается, но поездам, проходящим по соседнему пути, выдаются предупреждения в установленном порядке. При необходимости работы снегоочистителя или струга с открытым крылом со стороны междупутья соседний путь для движения поездов закрывается.

При очистке пути роторным снегоочистителем место его работы ограждается по соседнему пути сигналами остановки, на электрифицированных участках напряжение с контактного провода должно быть снято.

При невысокой плотности снега и высоте его до 1 м расчистку производят за один проход электроснегоочистителем с раскрытыми крыльями. При глубине снега более 1 м расчистку осуществляют за два прохода: первый — с раскрытыми вертикальными подкрылками, но закрытыми крыльями, второй (по разделке траншеи) — с открытыми крыльями.

10.3. Механизация работ по снегоборьбе на станциях

Даже при хорошей контурной защите (лесопосадки, заборы) и внутристанционной защите (щиты) при снегопадах снег падает на территорию станций. Причем около 10 % этого снега может переноситься по территории станции. Сдуваемый ветром снег задерживается около стоящего подвижного состава и других препятствий, затрудняя маневровую работу и движение поездов.

Очистка заносимых путей станций и железнодорожных узлов осуществляется в соответствии с оперативным планом снегоборьбы, ежегодно заранее составляемым и корректируемым дистанцией пути, который должен быть согласован с начальником отдела движения, локомотивного хозяйства и пути, и до 1 октября текущего года утвержден начальником отделения дороги.

Оперативный план снегоборьбы включает:

— схематическую карту ограждения всех снегозаносимых участков пути;

— ведомость расстановки и организации работы снегоочистителей и снегоуборочных машин;

— план привлечения дополнительной рабочей силы от других предприятий и организаций и транспортных средств для уборки снега в периоды интенсивных снегопадов и метелей при ликвидации их последствий;

— организацию работ по очистке путей на перегонах, станциях и узлах, увязанную с графиком движения поездов, маневровой работой в единую технологию работы станций;

— порядок использования средств пневматической обдувки и электрообогрева стрелок.

План организации работ по очистке от снега станций составляется для расчетной толщины снежного покрова, которая может приниматься равной 10, 20 и 30 см. При этом учитывается, что уборка снега со всех станционных путей должна быть произведена не более чем за 3 суток.

Технология уборки снега должна предусматривать очередность очистки станционных путей и способы производства работ.

Очередность очистки станционных путей устанавливается в зависимости от значимости их в технологии работы станции в целом по приему, отправлению поездов и маневровой работе.

В первую очередь должны быть очищены главные пути приема и отправления поездов, горочные, сортировочные пути, маневровые вытяжки, приемо-отправочные пути с расположенными на них стрелочными переводами, пути стоянок восстановительных и пожарных поездов, снегоочистителей и снегоуборочных поездов, а также пути, ведущие к складам топлива и дежурным пунктам контактной сети. Очистка этих путей и стрелок должна начинаться немедленно с момента начала снегопада и метели.

Ко второй очереди очистки относятся пути малодеятельных парков, пакгаузные и погрузочные, деповские, пути локомотивных, вагоноремонтных и других мастерских.

К третьей очереди относятся все прочие пути, в том числе для отстоя вагонов под ремонт, стоянки служебных вагонов и др.

Очистка путей, стрелочных переводов, горловин станций включает в себя следующие операции: очистку снега, погрузку его в

полувагоны снегоуборочных машин или на платформы специально формируемых снеговых поездов, вывоз снега и выгрузку в заранее отведенных местах.

Очистка путей от снега на промежуточных станциях производится, как правило, снегоочистителями и стругами. Уборка на сортировочных, участковых и крупных пассажирских станциях осуществляется снегоуборочными машинами.

Основные технические характеристики снегоуборочных машин приведены в табл. 10.5.

Таблица 10.5

Основные характеристики снегоуборочных машин

Показатели	Снегоуборочный поезд ПТКБ ЦП МПС (несамоходный)		Самоходные поезда (машина)	
	Головная СМ-2	Полувагоны: промежуточные, концевой	Поезд СМ-3 с полувагонами: головной, 2 промежуточных, концевой	Машина одновагонная СМ5
Производительность заборного органа (при плотности снега 0,5 т/м ³), м ³ /ч	1200		1800	1200
Максимальная толщина слоя убираемого снега, м	0,8		0,8	0,8
Ширина полосы, очищаемой от снега, м:				
при работе без крыльев	2,45		2,6	2,6
при работе с крыльями	5,1		5,1	5,3
Вместимость кузова, м ³	—	125/90	410	100
Рабочая скорость, км/ч	До 10	До 10	До 15	До 12
Транспортная скорость, км/ч	100		До 100	До 100
Самоходом, км/ч	—	—	До 55	До 40

Технология очистки зависит от типа и числа имеющихся машин, которое в свою очередь определяется объемом снега, подлежащего уборке, производительностью загрузочного устройства машин и их скоростью, дальностью транспортировки снега к местам его выгрузки, а также интенсивностью движения поездов по

участку и работы станции. При этом, как указано ранее, организация работ должна обеспечить уборку и вывоз снега с территории станции за время не более чем 3 суток. Главные пути и два приемо-отправочных пути в пределах всех отдельных пунктов очищают снегоочистителями при проходе по участку во время снегопадов.

В парке прибытия в первую очередь очищают путь, на который будут принимать последующие поезда. При этом используется двух- или одностадийная технология работ. При двухстадийной уборке сначала двухпутным снегоочистителем и стругом (или вместе обоими) последовательно очищают пути перевалкой на один из путей снега, который затем убирает снегоуборочная машина. Такую технологию используют при применении снегоуборочных машин СМ-2 старых конструкций, в которых боковые щетки расположены в базе машины за питателем.

Более производительная технология уборки снега — одностадийная с использованием снегоуборочных машин последних выпусков, в которых щетки установлены на крыльях, что позволяет убирать снег за один проход.

Сочетание указанных технологий представлено в табл. 10.6, из которой видно (графа 8), что уборка снега с 1 и 2 путей осуществляется за один этап, а с других — в два, с выполнением предварительной перевалки.

В сортировочном парке путей с сортировочной горкой в первую очередь очищают и убирают снег с горочной горловины и сортировочных путей на расстоянии 150—200 м от башмако-сбрасывателей вглубь парка двумя снегоуборочными поездами. Снегоуборочным поездом № 1, подаваемым с горки на очищаемый путь локомотивом, прицепленным со стороны парка, осуществляется очистка подгорочных путей, загрузка состава с последующей транспортировкой к месту выгрузки снега и возвращением к месту работ.

По окончании уборки снега с участков подгорочных путей на тормозных позициях убирается снег на путях сортировочного парка за пределами тормозных позиций снегоуборочным поездом № 2. Заезд этого поезда производится со стороны горловины парка. При движении в сторону горки включают боковые крылья и щетки для забора снега с междупутья внутрь колеи. Если на пути имеются отдельно стоящие вагоны, по указанию манев-

Таблица 10.6
Ведомость механизированного выполнения снегоборочных работ в парке приема станции при толщине слоя снега 20 см

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	Полное время работы в группе путей без учета поездного движения, ч
Наименование парка	Очередность очистки	Номер пути	Полная длина, м	Ширина междупутья, м	Площадь очистки снега, м ²	Объем неуплотненного снега, м ³	Порядок очистки и уборки снега	Полный объем снега, собираемого на междупутье, м ³	Необходимое количество рейсов для вывоза снега	Время занятия пути без учета поездного движения, ч	Полное время работы в группе путей без учета поездного движения, ч
1	Первая	1	1000	6	6000	1200	уборка СМ-2	1200	2	1—28	1—28
		2	1150	5,3	6095	1220	то же	1230	2	1—28	1—28
		3	720	5,3	3816	760	пере-валка	—	—	0—16	—
		4	640	5,3	3400	680	уборка СМ-2	2120	4	2—56	3—28
		5	640	5,3	3400	680	пере-валка	—	—	0—16	—

Примечание. Снег вывозят в снегоборочный тулик горловины станции.

рового диспетчера или дежурного по горке они прицепляются к локомотиву и осаживаются на горку до тех пор, пока головная машина не встанет на начало очистки пути в сторону парка. Затем снегоуборочный поезд в рабочем состоянии движется в сторону горловины парка формирования и очищает пути от снега. Вагоны подтягиваются к предельному столбику этой горловины и отцепляются. При большой группе вагонов на сортировочном пути в помощь локомотиву снегоуборочного поезда выделяется горочный локомотив. После очистки одного или нескольких путей парка до полной загрузки снегом поезд отправляется под выгрузку с последующим возвращением к фронту уборки снега.

Для очистки и уборки снега с занятых путей парка приема поездов снегоуборочный поезд формируется по схеме: локомотив — концевой полувагон — промежуточные полувагоны — головная машина. Сформированный снегоуборочный поезд по свободному пути передвигается в противоположную от горки горловину станции. Одновременно за ним следует горочный локомотив, который состав, подлежащий роспуску, убирает на путь надвига, освободив тем самым занятый путь для работы снегоуборочного поезда. По окончании очистки этого пути снегоуборочный поезд возвращается и заезжает на следующий путь, освобожденный горочным локомотивом.

В парке отправления поездов уборка снега осуществляется на освобождающихся путях вслед за отправленными поездами. График работы снегоуборочных машин составляется на основании суточного плана-графика эксплуатационной работы станции с учетом промежутков времени в конкретное время по каждому пути и горловине, объема убираемого снега, типа машины и возможности выезда к местам выгрузки убранный снег.

Пример рациональной занятости станционных путей при очистке снега стругом с перевалкой в сторону крайнего пути и под откос с учетом конкретного времени занятости путей (свободности) представлена на рис. 10.7.

Выбор типов снегоуборочной техники осуществляют исходя из следующих соображений и расчетов.

Устанавливают, с каких путей снег следует удалять снегоочистителем и с каких — снегоуборочной машиной. При заданной высоте снега подсчитывают его общий объем, подлежащей уборке и вывозке со станции по формуле:

$$q = n \cdot q_{\text{п}} + q_{\text{к}},$$

где n — число промежуточных вагонов (обычно 2), $q_{\text{п}}$ — емкость промежуточного вагона, $q_{\text{к}}$ — емкость концевой вагона (табл. 10.4).

Продолжительность одного цикла работы определяется по формуле:

$$T_{\text{ц}} = t_1 + t_2 + t_3 + t_4 + t_5 \text{ (мин)},$$

где t_1 — время загрузки снегоуборочного поезда; t_2 — время на приготовление маршрута для выезда на выгрузку; t_3 — продолжительность следования снегоуборочного поезда к месту выгрузки снега; t_4 — продолжительность выгрузки; t_5 — время возвращения от места выгрузки к месту новой загрузки.

Значения отдельных составляющих продолжительности одного цикла, кроме известных, определяются так:

$$t_1 = \frac{qK_3}{j} 60 + t_{\text{зр}} \text{ (мин)},$$

где q и K_3 — см выше; j — производительность загрузочного устройства машины, м³/ч (табл. 10.5); $t_{\text{зр}}$ — время на зарядку и разрядку машины, ($t_{\text{зр}} = 3$ мин).

Время приготовления маршрута: $t_2 = 5$ мин.

Время t_3 определяется по формуле:

$$t_3 = t_5 = \frac{L_{\text{в}}}{V_{\text{ср}}} 60 \text{ (мин)},$$

где $L_{\text{в}}$ — расстояние от места погрузки до места выгрузки, км; $V_{\text{ср}}$ — средняя скорость следования снегоуборочного поезда, 10—25 км/ч;

Продолжительность выгрузки задана: $t_4 = 9$ мин.

Время для очистки от снега всей станции одной снегоуборочной машиной (поездом):

$$T = \frac{T_{\text{ц}} n_{\text{р}}}{60}.$$

Пример расчетов по приведенной методике представлен в табл. 10.6.

Очистка стрелочных переводов от снега осуществляется стационарными устройствами пневматической обдувки, электро- и газообогрева, обслуживаемыми, как правило, автоматизированным дистанционным управлением с поста электрической централизации (ЭЦ) или стрелочного поста.

Пневмообдувка используется при сухом снеге с начала снегопада или метели в течение 2—4 ч. По прошествии этого времени снегоуборочные поезда или другие средства должны убирать снежные валы, образованные у стрелочных переводов в результате работы пневмоустройств. При очистке стрелочных переводов и глухих пересечений от снега в первую очередь очищают пространство между рамными рельсами и остряжками стрелок, тяги электроприводов, подвижные сердечники крестовин, контррельсовые и крестовинные желоба.

Конструкция стационарных пневмообдувочных устройств Института Гипротрансигнал связь (ГТСС) показана на рис. 10.8 и включает в себя следующие основные части стрелочной арматуры: трубопроводы из дюймовых труб, располагаемые вдоль рельсов и подводящие и распределяющие сжатый воздух к отводам с соплами; отводы с соплами, из которых воздух под давлением не менее 0,354 МПа (3,5 кг/см²) на выходе подается в пространство между отжатым остряжком и рамным рельсом; трубы диаметром 1,5 дюйма, подводящие воздух от электропневматического клапана дистанционного управления ЭПК-64 к трубопроводам.

Число сопел в арматуре на один остряж обыкновенного стрелочного перевода зависит от типа стрелки и марки крестовины и составляет: 9 шт. — при рельсах Р43 и Р50 и марках крестовин 1/9, 1/11 на обыкновенных и перекрестных стрелочных переводах; 11 шт. — при Р65, М 1/9 и 1/11; 13 шт. — при Р65, М 1/11 с поддулкой; 24 шт. — при Р65, М 1/18.

В зависимости от снегозаносимости, интенсивности поездной и маневровой работы различают следующие автоматические устройства и способы очистки пневмообдувом:

— однопрограммное пневмоочистительное устройство с шаговой системой управления для крупных станций и узлов, обеспечивающее поочередную очистку в районах слабой заносимости, стрелок;

— многопрограммное пневмоочистительное устройство с блочной системой управления для крупных станций и узлов с интенсивной поездной и маневровой работой в районах средней и сильной снегозаносимости;

— пневмоочистительное устройство с малым компрессором для промежуточных станций, участков с ДЦ, пологих стрелок, а также для одиночных стрелочных переводов, удаленных от станции.

Блочная система управления осуществляет три способа очистки: циклический — на всех стрелках; групповой — на наиболее деятельных стрелках выделенных в отдельную группу; индивидуальный — на любой стрелке с учетом погодных условий. При этом возможны три режима работы — нормальный, облегченный и усиленный, характеризующиеся продолжительностью продувки и интервалами между продувками. Обычно продолжительность продувки при циклическом и групповом циклическом составляет: при облегченном режиме — 4 мин, при нормальном — 4 мин, при усиленном — 5 мин., соответственно со следующими интервалами между продувками — 6, 2 и 0,2 мин. Продолжительность индивидуальной продувки 8 мин.

При отключенной автоматике очистка стрелочных переводов производится шланговой ручной обдувкой, которая должна выполняться двумя монтерами пути. Один из них (старший) следит за проходом поездов, открывает разобщительный кран воздухопроводной колонки и переносит шланг, а второй — выполняет собственно работу по очистке снега на стрелке.

Электрообогрев с дистанционным и местным управлением предназначен для текущей очистки от снега и льда стрелочных переводов, оборудованных ДЦ; наиболее эффективен в районах, где преобладают оттепели и выпадает мокрый снег. Электронагревательное устройство стрелок состоит из нагревательных элементов, расположенных в зоне прилегания острия к рамным рельсам, распределительных шкафов, системы энергоснабжения, пульта дистанционного управления и прибора автомата-сигнализатора контроля изоляции (АКИ-2), исключаяющего влияние электрообогрева на рельсовые цепи. В качестве электронагревателей используются круглые стержневые трубчатые элементы (ТЭН) диаметром 13—16 мм или более эффективные — плоские подошвенные. Стержневые нагреватели устанавливаются с внешней стороны рамного рельса по упоркам в месте перехода шейки в подошву. Между упорками ставят экраны с теплоизоляцией.

В зависимости от конструкции нагревателей и климатической зоны их эксплуатации в табл. 10.7 приведены рекомендуемые мощности электронагревателей. Электрообогрев должен включаться не менее чем за 40—60 мин до начала снегопада, а выключение — через 30—40 мин после его окончания, чтобы обеспечить полное

испарение влаги с элементов стрелки и исключить образование наледей на острых краях, рамных рельсах и подушках.

Таблица 10.7

Рекомендуемые мощности электронагревателей (в кВт) для различных типов рельсов

Климатическая зона	Тип электронагревателя							
	Стержневой трубчатый				Плоский подошвенный			
	один ТЭН		на стрелку		один ТЭН		на стрелку	
	P50	P65	P50	P65	P50	P65	P50	P65
Юг, Запад	0,5	0,5	6,0	8,0	0,2	0,2	4,8	6,4
Центр	0,5	0,5	8,4	10,4	0,2	0,2	6,0	8,0
	0,8	0,8			0,3	0,3		
Сибирь	0,8	0,8	9,6	12,8	0,3	0,3	7,2	9,6

Глава 11

ОБЕСПЕЧЕНИЕ БЕЗОПАСНОСТИ ДВИЖЕНИЯ Поездов ПРИ ПРОИЗВОДСТВЕ ПУТЕВЫХ РАБОТ

11.1. Требования по ограждению путевых работ

Все работы по ремонту и содержанию железнодорожного пути, сооружений и устройств путевого хозяйства, а также строительные работы должны выполняться в соответствии с:

— Правилами технической эксплуатации железных дорог Российской Федерации (ПТЭ);

— инструкцией по сигнализации на железных дорогах Российской Федерации, инструкцией по движению поездов и маневровой работе на железных дорогах Российской Федерации;

— утвержденными проектами и технологическими процессами ремонтов пути;

— Правилами и технологией выполнения основных работ при текущем содержании пути;

— Правилами и технологией работ по текущему содержанию искусственных сооружений;

— соблюдением Правил техники безопасности и производственной санитарии при ремонте и содержании железнодорожного пути и сооружений;

— соблюдением Правил безопасности для работников железнодорожного транспорта на электрифицированных линиях.

При производстве путевых работ на участках, оборудованных автоблокировкой и электрической централизацией или другими устройствами, включенными в зависимость с сигналами (рельсовые цепи, системы ПОНАБ, ДИСК, САУТ, УКСПС, КГУ и т.д.), необходимо

контролировать правильность их выполнения 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.

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.

Запрещается приступать к работам до ограждения сигналами места производства работ или препятствия, опасного для движения, и снимать сигналы, ограждающие препятствие 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 объема работ, 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 соответствующим формам. До начала работ на станционных путях делается также запись в журнале осмотра путей, стрелочных переводов, устройств СЦБ, связи и контактной сети ФДУ-46 (Журнал осмотра). В табл. 11.1 приведен перечень путевых работ, выполняемых под руководством бригадира.

Таблица 11.1

Работы, выполняемые с закрытием перегона (пути, стрелочного перевода) или в интервалах между поездами, скорости пропуска, формы заявки на выдачу предупреждений

№ п/п	Наименование работ	Скорость пропуска поездов, км/ч	Форма заявки на выдачу предупреждений
1	2	3	4
Работы, места производства которых ограждаются сигналами остановки			
1	Регулировка зазоров без разрыва рельсовой колеи приборами, препятствующими движению поездов	Без снижения скорости	2

Продолжение табл. 11.1

1	2	3	4
2	Рихтовка бесстыкового пути со сдвижкой до 10 мм	Без снижения скорости	2
3	Одиночная смена рельсов и отдельных металлических частей нецентрализованных стрелочных переводов	То же	2
4	Смена накладок или элементов изоляции изолирующих стыков	—”—	2
5	Перешивка пути с одновременной расшивкой более трех смежных концов шпал	—”—	2
6	Монтаж арматуры пневматической обдувки и электрообогрева на стрелочных переводах работы, места	Без снижения скорости	2
Работы, места производства которых ограждаются сигналами уменьшения скорости			
7	Наплавка в пути рельсовых концов	40	3
8	Наплавка лежащих в пути крестовин стрелочных переводов и их науглероживание	40	3
9	Одиночная смена и добавление шпал с вырезкой балласта до подошвы шпал при ремонтах пути	25	3
10	Регулировка ширины колеи при раздельном скреплении с одновременным ослаблением закладных болтов не более чем на трех концах шпал	Без снижения скорости	Не выдается
11	Очистка щебня в шпальных ящиках на звеньевом пути на глубину до 10 см ниже подошвы шпал в местах одиночных выплесков	40	3
12	Выправка звеньевого пути с рельсами Р50 и тяжелее с подъемкой одновременно на высоту от 20 до 60 мм	40	3
13	Выправка звеньевого пути с рельсами Р43 и легче с подъемкой одновременно на высоту от 20 до 60 мм	25	3
14	Исправление пути с укладкой пучинных подкладок суммарной толщиной:		
	от 10 до 25 мм	40	3
	от 26 до 50 мм	25	3
15	Снятие регулировочных прокладок из-под рельсов на скреплении раздельного типа в период подготовки пути для работы машин в «окно»	40	3
16	Рихтовка звеньевого пути одновременно на величину от 20 до 60 мм	25	3

1	2	3	4
Работы, места производства которых ограждаются сигнальными знаками «С» (о подаче свистка)			
17	Одиночная смена шпал на бесстыковом пути	Без снижения скорости	Не выдается
18	Выправка пути с одновременной подъемкой до 20 мм	Без снижения скорости	7
19	Рихтовка звеньевого пути одновременно на величину до 20 мм	—”—	То же
20	Другие работы, выполняемые путевой бригадой непосредственно на пути и не требующие ограждения сигналами остановки или уменьшения скорости	—”—	—”—
21	Исправление отклонений по уровню, просадок и перекосов укладкой или заменой регулировочных прокладок толщиной до 10 мм, при раздельном и бесподкладочном скреплении	—”—	—”—
22	Исправление пути на пучинах укладкой пучинных карточек суммарной толщиной до 10 мм	—”—	—”—
23	Перешивка пути с одновременной расшивкой не более трех смежных концов шпал	—”—	—”—
24	Перегонка отдельных шпал	Без снижения скорости	Не выдается
25	Одиночная смена элементов промежуточных рельсовых скреплений при одновременной расшивке (ослаблении болтов) не более трех смежных концов шпал, при расстоянии между группами работающих бригад не менее 10 шпал	То же	То же
	на звеньевом пути и на переводных брусках на стрелочных переводах	Без снижения скорости	Не выдается

Примечания. При необходимости подъемки или рихтовки пути на величину более 6 см эти работы должны выполняться при закрытии движения поездов. Если при исправлении пути на пучинах укладываются пучинные прокладки, отличающиеся по толщине от лежащих в пути пучинных прокладок более чем на 15 мм, то место работ ограждается сигналами остановки, а поезд пропускается со скоростью, указанной в п. 38, табл. 2.3.

При работах на закрытых перегонах (в «окна») подготовительные работы должны организовываться таким образом, чтобы состояние пути до «окна» обеспечивало безопасный пропуск поездов со скоростью до 60 км/ч, но не менее 25 км/ч.

Состояние пути после «окна» должно обеспечивать, в зависимости от характера и условий производства работ, следующие скорости пропуска поездов:

— после замены путевой решетки, очистки или замены балласта, подъема или понижения пути с применением выправочно-подбивочных машин скорость первых одного-двух поездов по пути с рельсами Р50 и тяжелее — 25 км/ч, с рельсами легче Р50 — 15 км/ч, последующих поездов согласно табл. 11.2;

Таблица 11.2

Скорости пропуска поездов после работ по очистке балластного слоя, подрезки или подъема пути

Уровень, мм	Перекас, мм, при расстановке между вершинами пик до 20 м	Разность в смежных стрелах, мм, измеренных от середины хорды длиной 20 м	Скорость пропуска поездов по месту работ, км/ч			
			При создании слоя чистого балласта до 25 см, с применением ВПО	При создании слоя чистого балласта до 25 см, с применением:		
				ВПО или ВПР	ВПО плюс ВПР	ВПО плюс ВПР плюс ДСП
До 20	До 20	До 35	60	50	60	70
До 30	21—25	36—50	40	25	40	50
До 40	26—30	51—65	25	15	25	25

— при отсутствии выправочно-подбивочных и других уплотнительно-стабилизирующих машин первые один-два поезда должны пропускаться со скоростью 15 км/ч, последующие в течении 3 ч — не менее 25 км/ч, затем, при рельсах Р65 и тяжелее — до 50 км/ч и при рельсах Р50 и легче — до 40 км/ч;

— после сплошной смены металлических частей стрелочного перевода, глухого пересечения, переводных брусьев, постановки стрелочных переводов на щебень и сплошной смены мостовых брусьев скорость пропуска первых двух-трех поездов должна быть не более 25 км/ч, последующих — до 60 км/ч;

— после сплошной смены рельсов на костыльном скреплении без замены подкладок и пропуска первых одного-двух поездов со скоростью 25 км/ч, последующие поезда в период отделочных работ должны пропускаться со скоростью 50 км/ч, а с заменой подкладок — 25 км/ч;

— после сварки рельсов машиной ПРСМ — 25 км/ч;

— после выполнения работ на звеньевом пути при текущем содержании по выправке и рихтовке пути машинами при сдвиге и подъеме пути до 20 мм пропуск поездов должен осуществляться без снижения установленной скорости, а при сдвиге более 20 до 60 мм не более 60 км/ч для первых двух-трех поездов. На бесстыковом пути — во всех случаях — не более 60 км/ч для первых двух-трех поездов;

— скорость пропуска поездов после работ по усилению и переустройству искусственных сооружений, включая замену пролетных строений, а также по ремонту земляного полотна должна соответствовать предусмотренной в проекте организации этих работ, а при отсутствии его устанавливается начальником дистанции пути в зависимости от состояния указанных сооружений, но не менее 15 км/ч. При этом, пропуск поездов по рельсовым и по другим пакетам должен осуществляться со скоростью согласно проекту и фактическому состоянию пути.

Прежде чем пропустить поезд по месту работ, необходимо проверить, не осталось ли на пути и вблизи него каких-нибудь предметов или инструмента, нарушающих габарит, все ли работники сошли с пути на обочину (на двухпутном участке — на обочину пути, на котором производятся работы), после чего дать указание снять сигналы, перейти самому на ту же обочину и подавать сигнал свободного пропуска или уменьшения скорости. После пропуска первых поездов осматривают вторично и устраняют появившиеся расстройство.

Организация и выполнение путевых работ должны обеспечивать состояние пути, гарантирующее безопасное движение поездов со скоростями, предусмотренными графиком движения поездов, технологией ремонта, проектом производства работ или другими нормативами.

11.2. Порядок ограждения мест производства работ на перегоне

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

Перечень перегонов определяется начальником железной дороги в соответствии с табл. 11.3, в которой указаны расстояние Б, на котором должны укладываться петарды, и расстояние А, на котором должны устанавливаться сигналы уменьшения скорости в зависимости от руководящего спуска и максимальной допускаемой скорости движения поездов на перегоне.

Таблица 11.3

Расстояния от сигнальных знаков до места работ

№ п/п	Руководящий спуск и максимальная допускаемая скорость движения поездов на перегоне	Расстояние от сигнальных знаков «Начало опасного места» и «Конец опасного места» до сигналов уменьшения скорости А	Расстояние от переносных красных сигналов у места работ и от места внезапно возникшего препятствия до первой петарды Б
1	2	3	4
1	На перегонах, где имеются руководящие спуски менее 0,006, при скорости движения: грузовых поездов не более 80 км/ч, пассажирских и рефрижераторных поездов не более 100 км/ч; рефрижераторных поездов более 100 км/ч, но не более 120 км/ч и пассажирских поездов более 100 км/ч, но не более 140 км/ч; грузовых поездов более 80 км/ч, но не более 90 км/ч;	800 1000 1100	1000 1200 1300

1	2	3	4
	грузовых поездов более 90 км/ч, но не более 100 км/ч, пассажирских поездов более 140 км/ч, но не более 160 км/ч	1400	1600
2	На перегонах, где имеются руководящие спуски 0,006 и круче, но не более 0,010, при скорости движения грузовых поездов не более 80 км/ч, пассажирских и рефрижераторных поездов не более 100 км/ч;	1000	1200
	рефрижераторных поездов более 100 км/ч, но не более 120 км/ч и пассажирских поездов более 100 км/ч, но не более 140 км/ч;	1100	1300
	грузовых поездов более 80 км/ч, но не более 90 км/ч;	1100	1300
	пассажирских поездов более 140 км/ч, но не более 160 км/ч.	1300	1500
	На перегонах, где имеются руководящие спуски круче 0,010, устанавливается начальником железной дороги	1500	1700

Места производства работ, требующие остановки поездов, при фронте работ 200 м и менее на однопутном участке, на одном из путей и на обоих путях двухпутного участка ограждаются сигналами остановки следующим порядком (рис. 11.1).

На расстоянии 50 м от границ ограждаемого участка с обеих сторон устанавливаются переносные красные сигналы, 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,

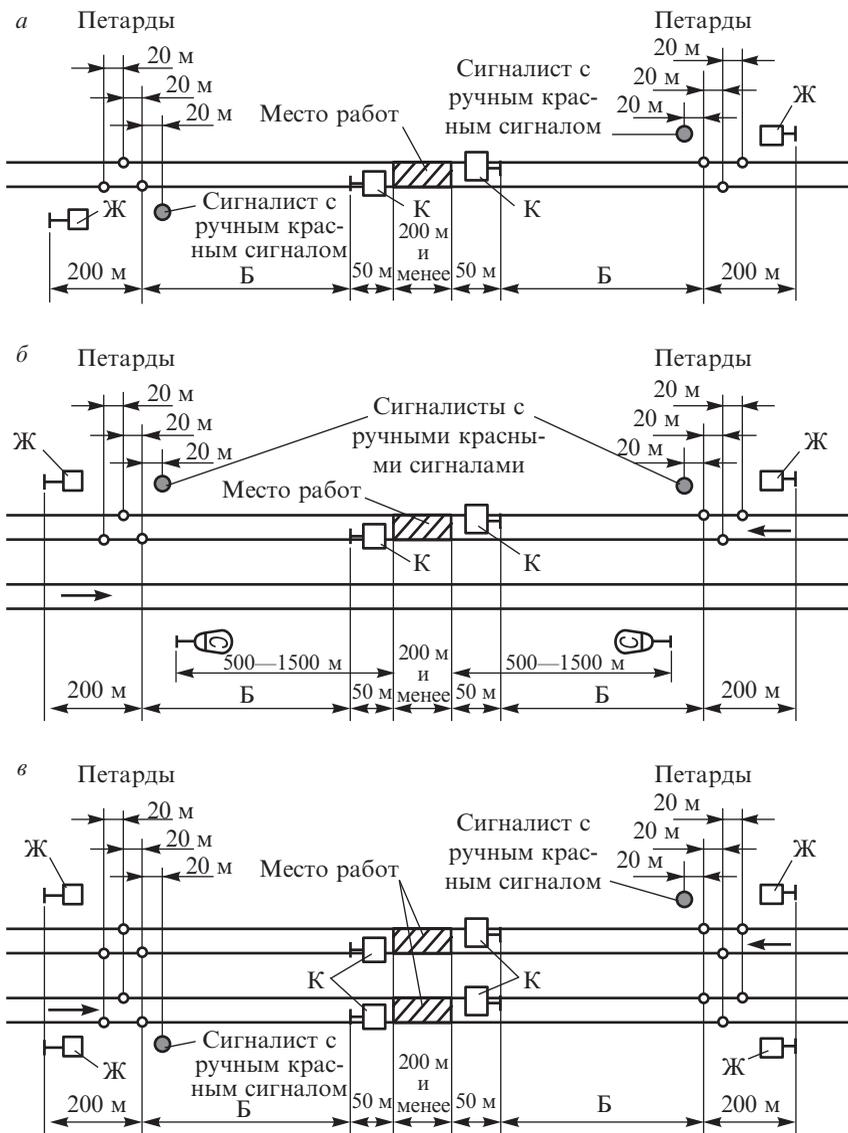


Рис. 11.1. Схема ограждения на перегоне мест производства работ, требующих остановки поездов при фронте работ 200 м и менее:
а — на однопутном участке; *б* — на одном из путей двухпутного участка; *в* — на обоих путях двухпутного участка

ночью с ручным фонарем, красный огонь которого обращен в сторону ожидаемого поезда). Ограждение производится сигналистами или монтерами пути, имеющими не ниже 3 разряда, выдержавшими предусмотренное испытание. Для отличия от других работников железнодорожного транспорта сигналисты должны носить головной убор с верхом желтого цвета.

При производстве работ развернутым фронтом (более 200 м) места работ ограждаются порядком, указанным на рис. 11.2. В этом случае устанавливаемые на расстоянии 50 м от границ участка, требующего ограждения, переносные красные сигналы должны находиться под охраной стоящих около них сигналистов с ручными красными сигналами.

Места производства работ, требующие остановки поездов на многопутных участках, ограждаются порядком, указанным на рис. 11.3. При этом сигналисты могут находиться на междупутье, если его ширина не менее 6 м, а при меньшей ширине междупутья сигналисты должны следить за подходом поездов, находясь на обочине. В случае подхода поезда по крайнему пути, у которого стоит сигналист, и отсутствия на этом пути препятствия сигналист встречает поезд со свернутым желтым флагом.

На перегонах, где расстояние от переносных красных сигналов 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.

В том случае, если место производства работ на перегоне находится вблизи станции и оградить это место установленным порядком невозможно, со стороны перегона оно ограждается так, как указано в п. 4.3 «Инструкции по обеспечению безопасности движения поездов при производстве путевых работ» (ЦП/485), а со стороны станции устанавливается переносной красный сигнал на оси пути против входного сигнала (или сигнального знака «Граница станции») с укладкой трех петард, охраняемых сигналистом (рис. 11.4, а, б). При расположении места работ на расстоянии менее 60 м от входного сигнала (или сигнального знака «Граница станции») петарды со стороны станции не укладываются (рис. 11.4, в).

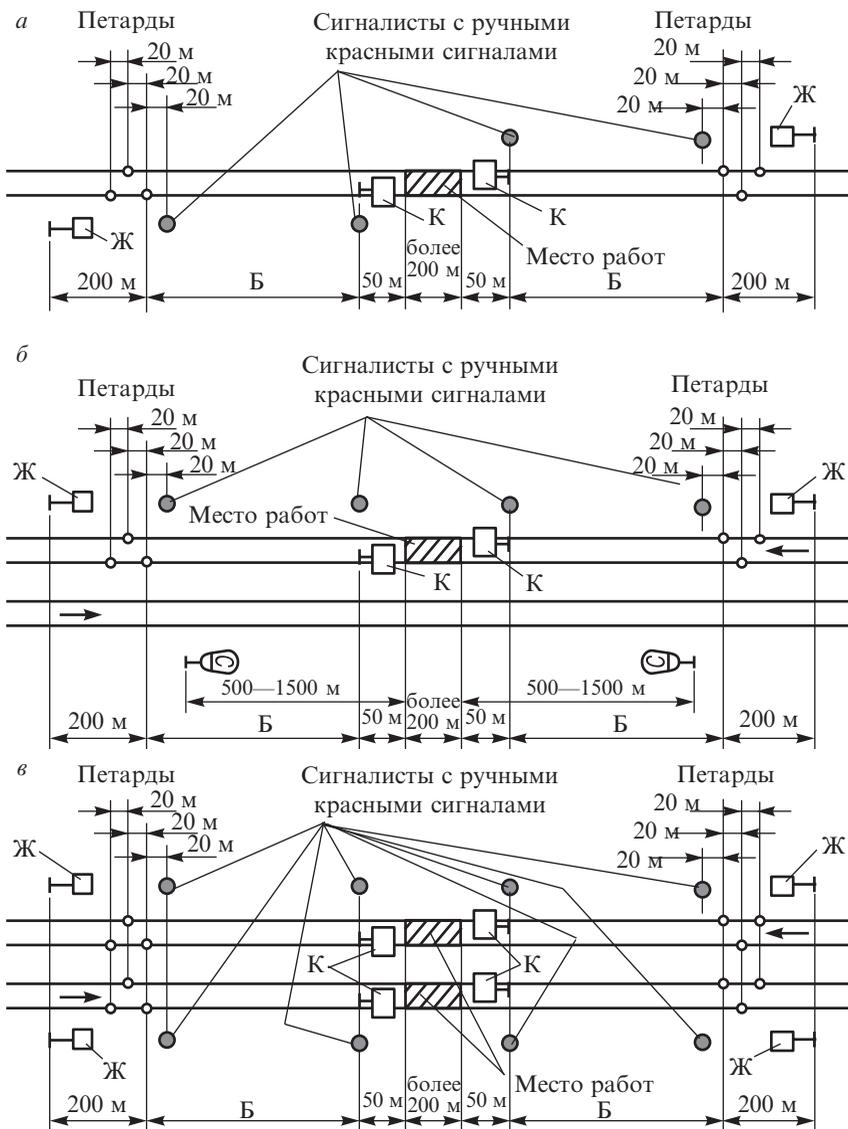


Рис.11.2. Схема ограждения на перегоне мест производства работ, требующих остановки поездов при фронте работ более 200 м:

a — на однопутном участке; *б* — на одном из путей двухпутного участка; *в* — на обоих путях двухпутного участка

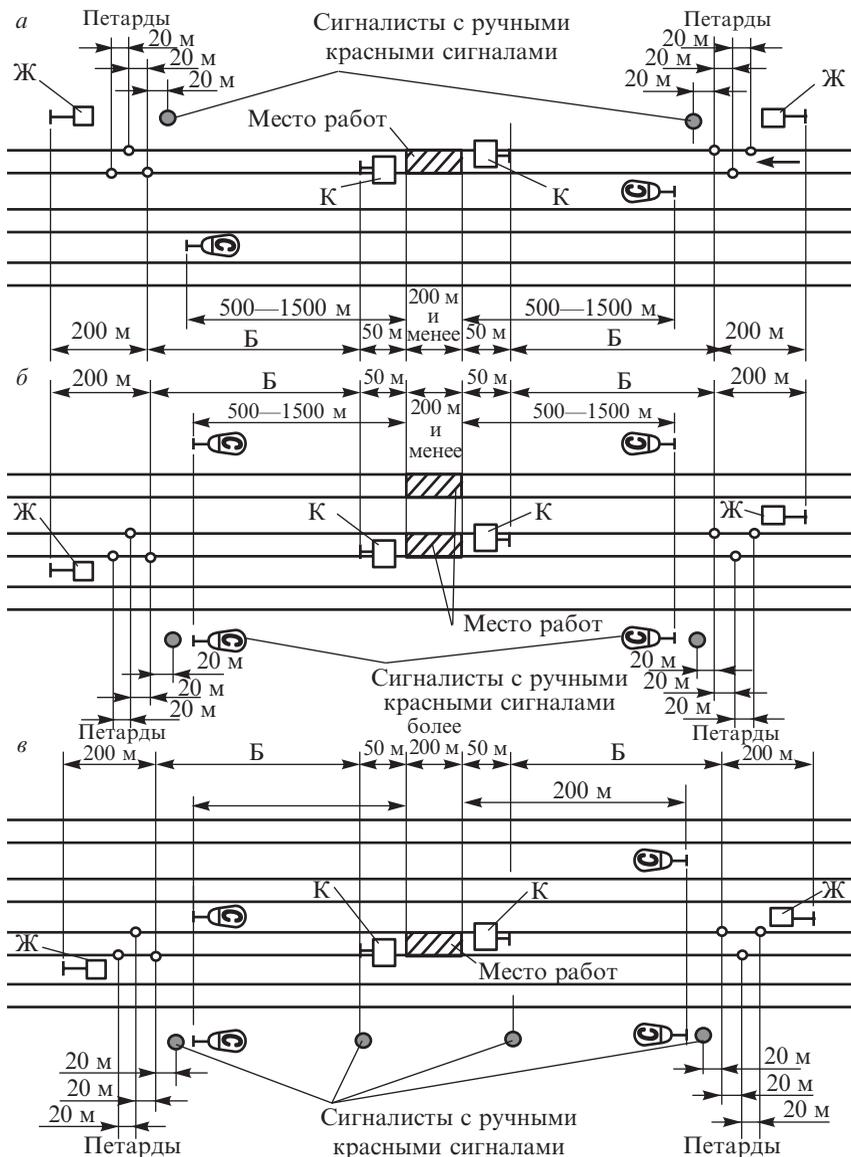


Рис.11.3. Схема ограждения на много-путном участке перегона мест производства работ, требующих остановки поездов:
a — крайнего пути трехпутного участка; *б* — среднего пути трехпутного участка; *в* — среднего пути четырехпутного участка

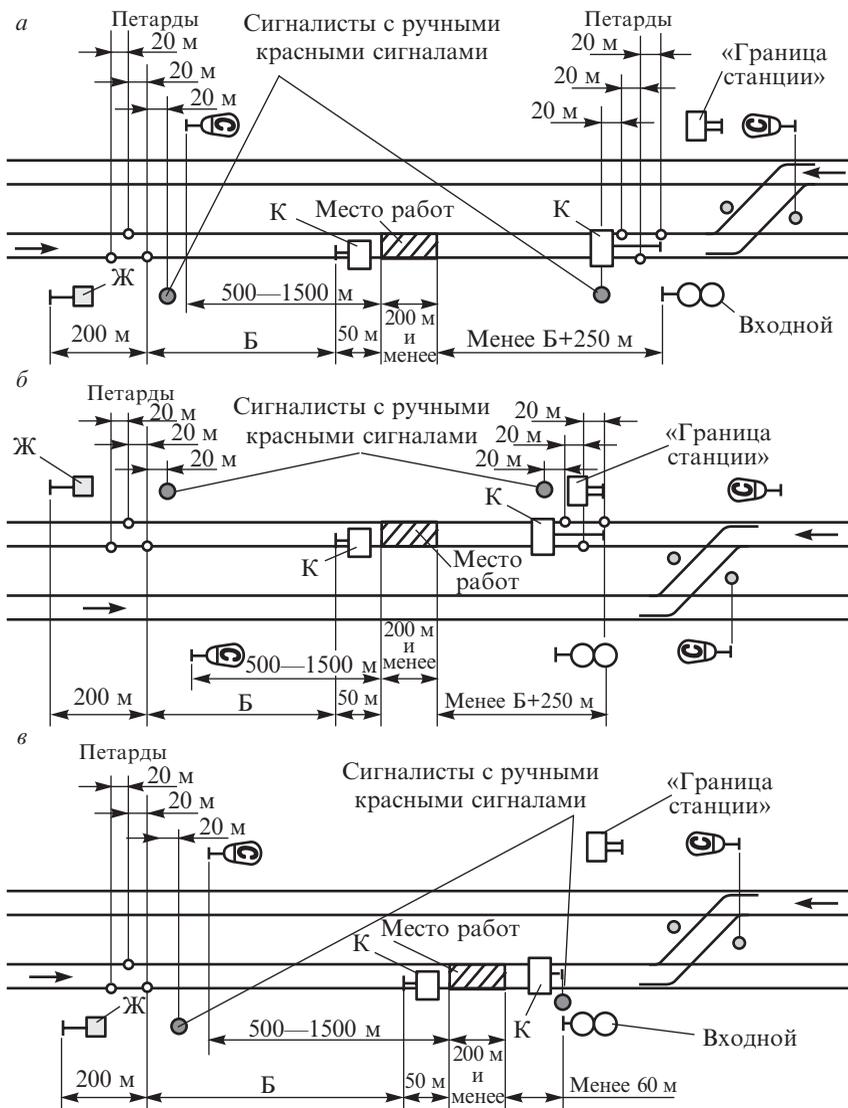


Рис.11.4. Схема ограждения на перегоне вблизи станции мест производства работ, требующих остановки поездов:

a — при установке переносного красного сигнала на оси пути против входного сигнала; *b* — при установке переносного сигнала против знака «Граница станции»; *v* — при расположении места работ на расстоянии менее 60 м от входного сигнала (или сигнального знака «Граница станции»)

Когда место работ находится вблизи станции, в Журнале осмотра путей, стрелочных переводов, устройств СЦБ, связи и контактной сети делается запись о приеме поездов с остановкой на станции и о порядке их отправления. Если по этому месту работ после снятия сигналов остановки поезда должны пропускаться с уменьшением скорости, то со стороны перегона оно ограждается установленным порядком, а со стороны станции против остряков выходной стрелки и против входного сигнала устанавливаются переносные желтые сигналы и на расстоянии 50 м от места работ — сигнальные знаки «Начало опасного места» и «Конец опасного места» (рис. 11.5).

В том случае, когда расстояние от места работ до границы станции менее чем 50 м, сигнальный знак «Начало опасного места» устанавливается против знака «Граница станции».

При производстве работ на пути развернутым фронтом, а также на кривых 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 радио) с работниками, находящимися у сигналов, ограждающих место работ. Сигналисты и руководитель работ должны иметь носимые УКВ радиостанции. Порядок обеспечения связью мест производства работ устанавливается начальником железной дороги.

При подходе поезда к переносному желтому сигналу машинист обязан подать один длинный свисток локомотива (моторвагонного поезда), а при подходе к сигнальнику с ручным красным сигналом подать сигнал остановки и принять меры к немедленной остановке поезда, чтобы остановиться, не проезжая переносного красного сигнала.

Места производства работ на перегонах, требующие следования поездов с уменьшенной скоростью, ограждаются с обеих сторон на расстоянии 50 м от границ участка работы переносными сигнальными знаками «Начало опасного места» и «Конец опасного места». От этих сигнальных знаков на расстоянии А (рис. 11.6) устанавливаются переносные сигналы уменьшения скорости.

Места производства работ, требующие уменьшения скорости движения поездов, на многопутных участках ограждаются порядком, указанным на рис. 11.7.

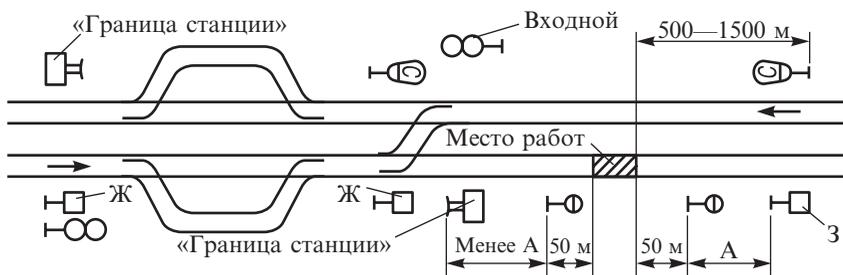


Рис.11.5. Схема ограждения на перегоне вблизи станций мест производства работ, требующих следования поездов с уменьшенной скоростью

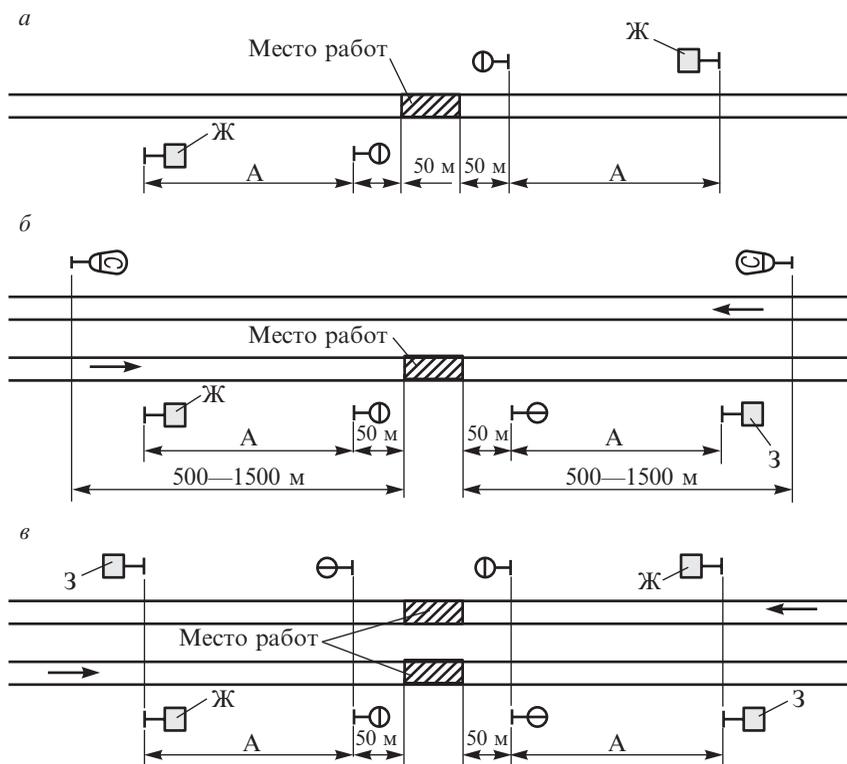


Рис. 11.6. Схема ограждения на перегоне мест производства работ и по состоянию пути, требующих следования поездов с уменьшенной скоростью: а — на однопутном участке; б — на одном из путей двухпутного участка; в — на обоих путях двухпутного участка

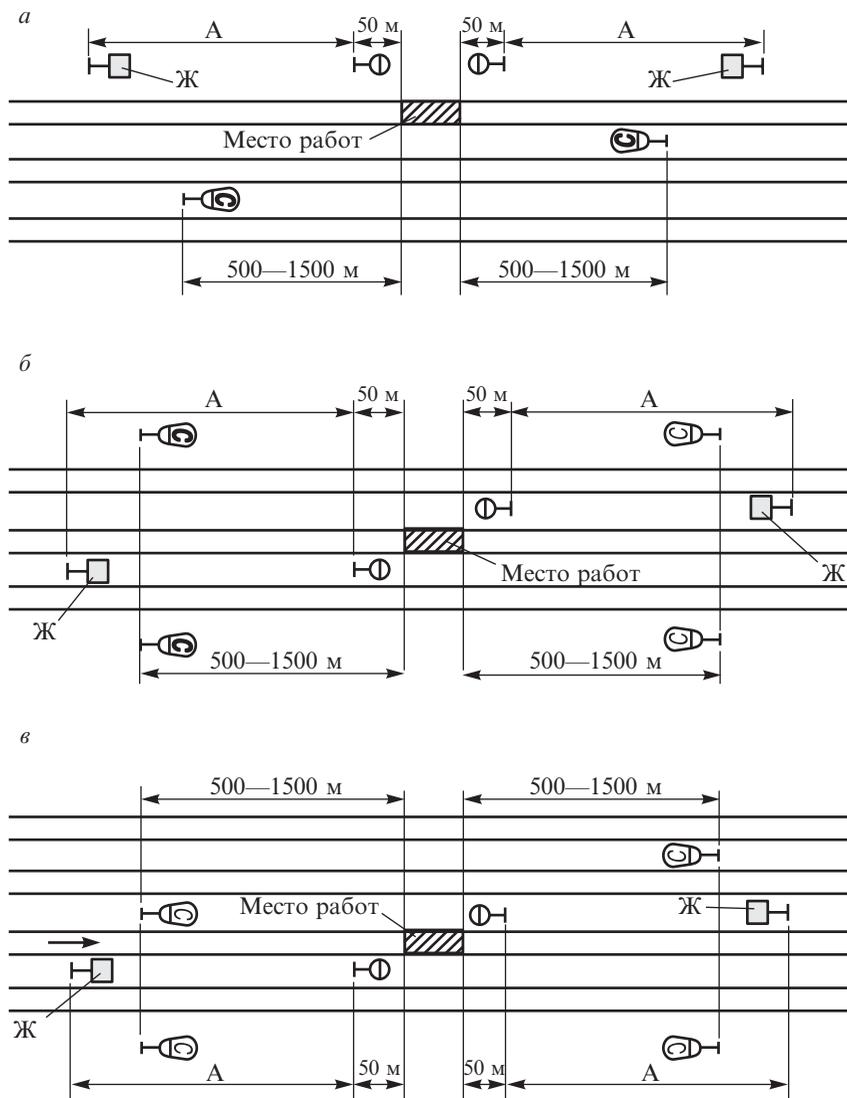


Рис. 11.7. Схема ограждения мест производства работ и по состоянию пути на многопутных участках перегона мест производства работ и по состоянию пути, требующих следования поездов с уменьшенной скоростью:
a — крайнего пути трехпутного участка; *б* — среднего пути трехпутного участка; *в* — среднего пути четырехпутного участка

Во всех случаях ограждения мест препятствий или мест производства работ на многопутных участках сигналы и сигнальные знаки, относящиеся к средним путям, устанавливаются на междупутье с правой стороны по направлению движения к месту работ, а сигналы и сигнальные знаки, относящиеся к крайним путям, — на ближайшей обочине с одной стороны пути.

В тех случаях, когда место, требующее уменьшения скорости на перегоне, расположено вблизи станции и оградить его установленным порядком невозможно, со стороны перегона его ограждают так, как установлено для перегона, а со стороны станции переносные сигналы уменьшения скорости устанавливаются против остялков выходной стрелки и против входного сигнала (см. рис. 11.5), а на станциях, имеющих маршрутные сигналы на главных путях, — против маршрутного сигнала.

При подходе поезда к переносному желтому сигналу машинист обязан подать один длинный свисток локомотива (моторвагонного поезда) и вести поезд так, чтобы проследовать место, огражденное переносными сигнальными знаками «Начало опасного места» и «Конец опасного места», со скоростью, указанной в предупреждении, а при отсутствии предупреждения — со скоростью не более 25 км/ч.

Места работ на пути, не требующие ограждения сигналами остановки или уменьшения скорости, но требующие предупреждения работающих о приближении поезда, ограждаются с обеих сторон переносными сигнальными знаками «С», которые устанавливаются у пути, где производятся работы, а также у каждого смежного главного пути. Переносные сигнальные знаки «С» устанавливаются таким же порядком, у смежных главных путей и при производстве работ, огражденных сигналами остановки или сигналами уменьшения скорости. Переносные сигнальные знаки «С» устанавливаются на расстоянии 500—1500 м от границ участка работ, а на перегонах, где обращаются поезда со скоростью более 120 км/ч, — на расстоянии 800—1500 м. Машинист поезда обязан при подходе к переносному сигнальному знаку «С» подать тифонное оповестительный сигнал — один длинный свисток локомотива (моторвагонного поезда).

При производстве работ на мостах и в тоннелях за участок работы принимается полная длина тоннеля или моста, т.е. границами участка работ являются порталы тоннеля или задние грани

устоев моста. Когда при ограждении работ сигналами остановки место укладки петард и установки переносного сигнала уменьшения скорости попадает в тоннель или на мост, укладка петард и установка сигналов уменьшения скорости производятся далее от места работ, за порталом или устоем этих сооружений. Если при этом передача сигналов в сторону места работ становится невозможной, то руководитель работ должен установить телефонную связь или радиосвязь с сигнаристами или выставить промежуточных сигнаристов. При ограждении места производства работ переносными сигналами уменьшения скорости или переносными сигнальными знаками «С» знаки также располагаются далее от места работ, за порталами или устоями этих сооружений.

При наличии на участке моста или тоннеля длиной более 500 м порядок ограждения места работ устанавливает начальник железной дороги.

При работах с инструментом (электрическим, пневматическим и др.), ухудшающим слышимость, а также при производстве путевых работ в условиях плохой видимости (в крутых кривых, в глубоких выемках, лесистой местности, при наличии строений и других условий, ухудшающих видимость), если работы не требуют ограждения сигналами остановки, руководитель работ обязан для предупреждения рабочих о приближении поездов установить оповестительную сигнализацию. В случае отсутствия таковой выставить со стороны плохой видимости сигналиста с духовым рожком, который должен стоять возможно ближе к работающей бригаде так, чтобы приближающийся поезд был виден сигналисту на расстоянии не менее 500 м от места работ при скорости до 120 км/ч и 800 м при скорости более 120 км/ч (например, наверху откоса выемки). В тех случаях, когда расстояние от места работ до сигналиста и расстояние видимости от сигналиста до приближающегося поезда в сумме составляют менее 500 или 800 м, основной сигналист ставится дальше и выставляется промежуточный сигналист также с духовым рожком для повторения сигналов, подаваемых основным сигналистом. Число сигналистов определяется исходя из местных условий видимости и скорости движения. В этих случаях предусмотренным порядком дается заявка на выдачу предупреждения на поезда об особой бдительности и более частой подаче оповестительных сигналов.

Сигналы на местах производства работ, требующих остановки, устанавливаются в следующей последовательности:

— первыми устанавливаются переносные желтые сигналы с правой стороны по направлению движения;

— на двух- и многопутных участках одновременно с переносными желтыми сигналами устанавливаются сигнальные знаки «С» у соседнего пути;

— установив желтые сигналы и, если требуется, сигнальные знаки «С» у соседнего пути, сигналисты подходят к месту укладки петард и ожидают распоряжения руководителя работ об укладке петард, укладывают их в направлении от желтого сигнала к месту работ (первая петарда — ближайшая к переносному желтому сигналу, на правом рельсе, если встать лицом к месту работ, вторая — через 20 м на левом рельсе, третья — еще через 20 м на правом рельсе);

— после укладки последней петарды сигналист отходит на 20 м в сторону места работ и стоит с ручным красным сигналом (днем красным развернутым флагом, ночью — ручным фонарем с красным огнем) на обочине полотна, охраняя уложенные петарды и установленный переносной желтый сигнал.

При производстве работ, требующих ограждения сигналами остановки, в темное время суток, а также в светлое время суток в период тумана, метелей и других неблагоприятных условий видимости место работ ограждается установленным выше порядком, но с заменой красных сигнальных щитов и флагов сигнальными фонарями, которые должны показывать красный огонь в обе стороны. Руководитель работ и сигналисты в темное время суток показывают соответственно следующие ручные сигналы:

— вместо развернутого ручного красного флага — красный огонь ручного фонаря;

— вместо развернутого ручного желтого флага — медленное движение вверх и вниз ручного фонаря с прозрачно белым огнем;

— вместо свернутого ручного желтого флага — прозрачно-белый огонь ручного фонаря, не производя им движений.

Сигналы уменьшения скорости и сигнальные знаки «Начало опасного места» и «Конец опасного места» снимаются после окончания работ и приведения пути в состояние, обеспечивающее пропуск поездов с предусмотренными скоростями.

Сигналисты, монтеры пути (не ниже 3 разряда), выделяемые для ограждения путевых работ, должны иметь при себе необходимые сигнальные приборы и принадлежности: комплект ручных сигналов, духовой рожок и запас петард (в коробках).

11.3. Порядок ограждения мест производства работ на станциях

Всякое препятствие для движения по станционным путям и стрелочным переводам должно быть ограждено сигналами остановки независимо от того, ожидается поезд (маневровый состав) или нет.

На станционных путях при необходимости оградить место производства работ сигналами остановки путь для движения закрывается, все ведущие к этому месту стрелочные переводы устанавливаются в такое положение, чтобы на него не мог попасть подвижной состав. Стрелочные переводы в этом положении запираются на замок. На месте производства работ на оси пути устанавливается красный сигнал (рис. 11.8, *а*). Если какие-либо из этих стрелочных переводов направлены остряками в сторону места работ и не дают возможности изолировать путь, то такое место с обеих сторон ограждается переносными красными сигналами, устанавливаемыми на расстоянии 50 м от границ участка работ (рис. 11.8, *б*). В том случае, когда остряки стрелочных переводов расположены ближе 50 м от места производства работ, между остряками каждого такого стрелочного перевода устанавливается переносной красный сигнал (рис. 11.8, *в*). Если вблизи стрелочного перевода, на котором производятся путевые работы, расположен другой стрелочный перевод, то последний устанавливается и закрепляется в положении, исключающем возможность попадания поезда на стрелочный перевод, на котором выполняются путевые работы. В этом случае переносной красный сигнал со стороны этого стрелочного перевода не ставится. Когда стрелку в указанное положение поставить нельзя, то на расстоянии 50 м от места производства работ в направлении к этому стрелочному переводу, а при недостаточном расстоянии — против предельного столбика по оси каждого из сходящихся путей устанавливается переносной красный сигнал (рис. 11.8, *г, д, е*). Место производства работ на входном стрелочном переводе ограждается

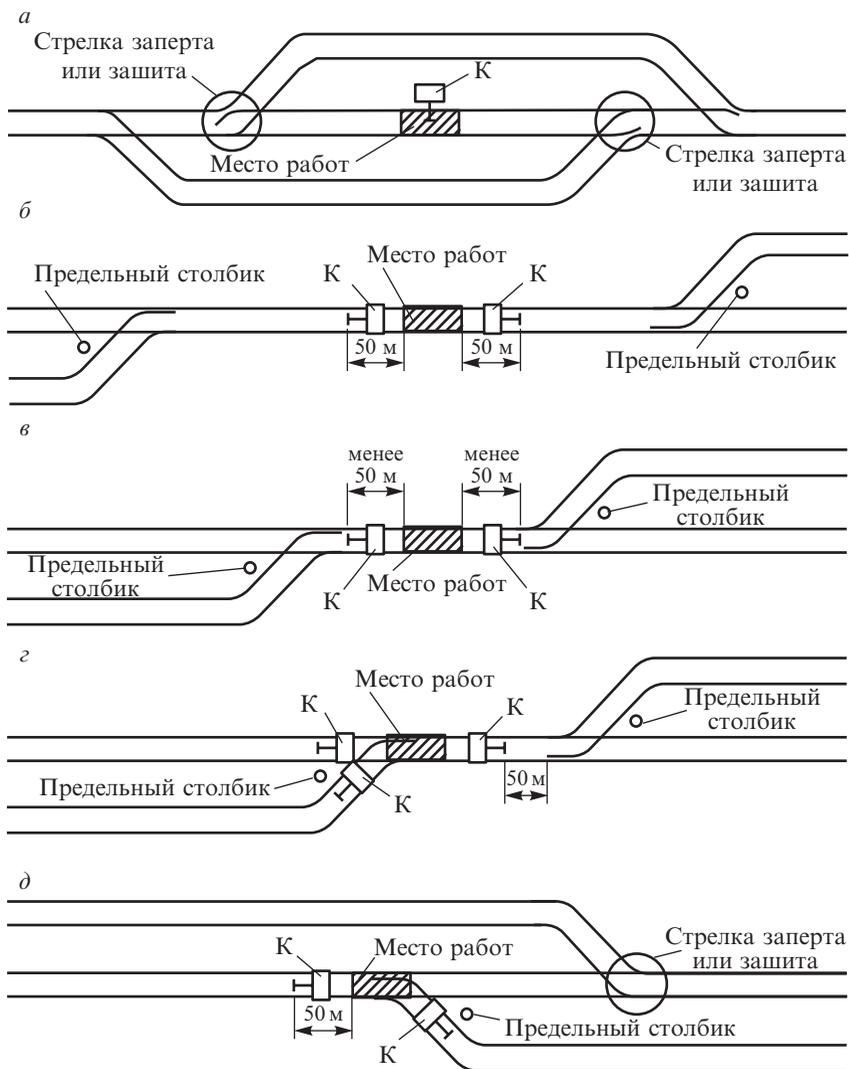
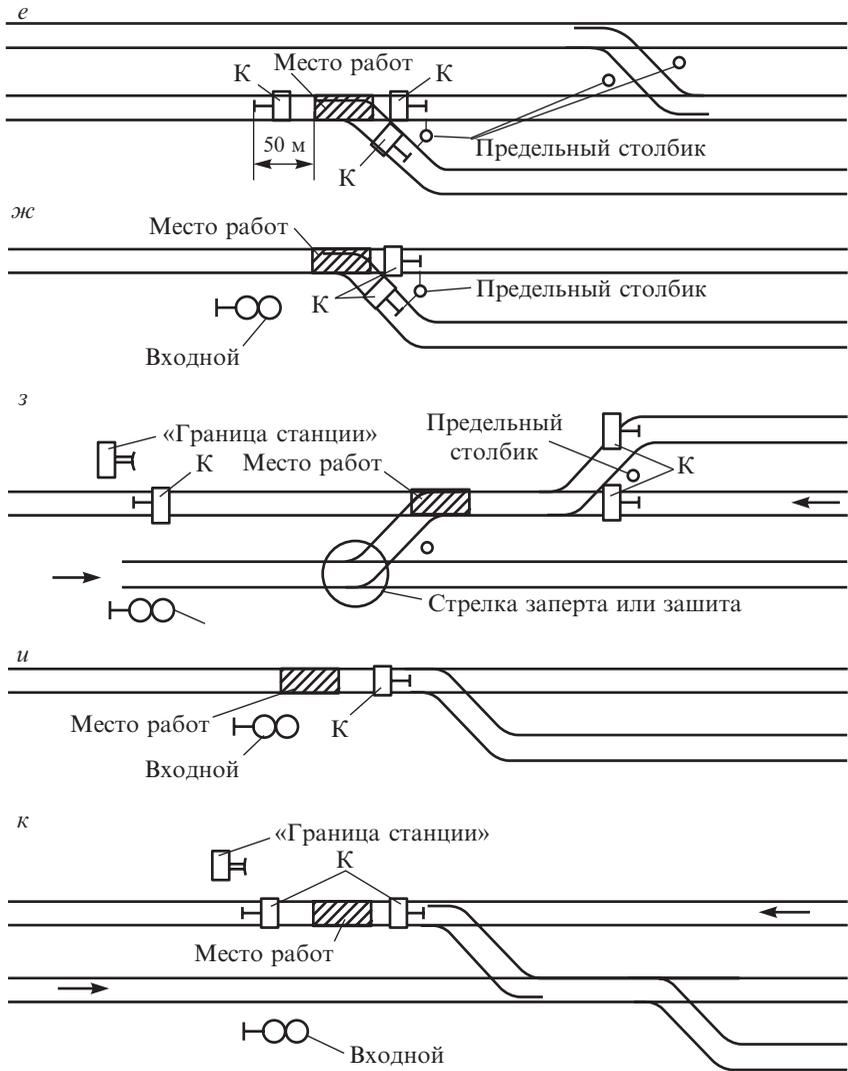


Рис. 11.8. Схема ограждения на станции мест произ
a — ведущие к месту производства работ стрелки заперты; *б* — острия стрелочных переводов расположены ближе 50 м от места производства работ; женная вблизи другая стрелка запирается, чтобы на стрелочный перевод, где воде, когда расположенную вблизи другую стрелку нельзя запереть так, состав; *жс* — на входном стрелочном переводе; *з* — на выходном стрелочном дом и входным сигналом; *к* — между выходным стрелочным



водства работ, требующих остановки поездов:
 стрелок направлены в сторону производства работ и не заперты; *в* — острияки
г — на стрелочном переводе; *д* — на стрелочном переводе, когда располо-
 производятся работы, не попал подвижной состав; *е* — на стрелочном пере-
 тобы на стрелочный перевод, где производятся работы, не попал подвижной
 переводе на двухпутном участке; *и* — между выходным стрелочным перево-
 переводом и знаком «Граница станции» двухпутного участка

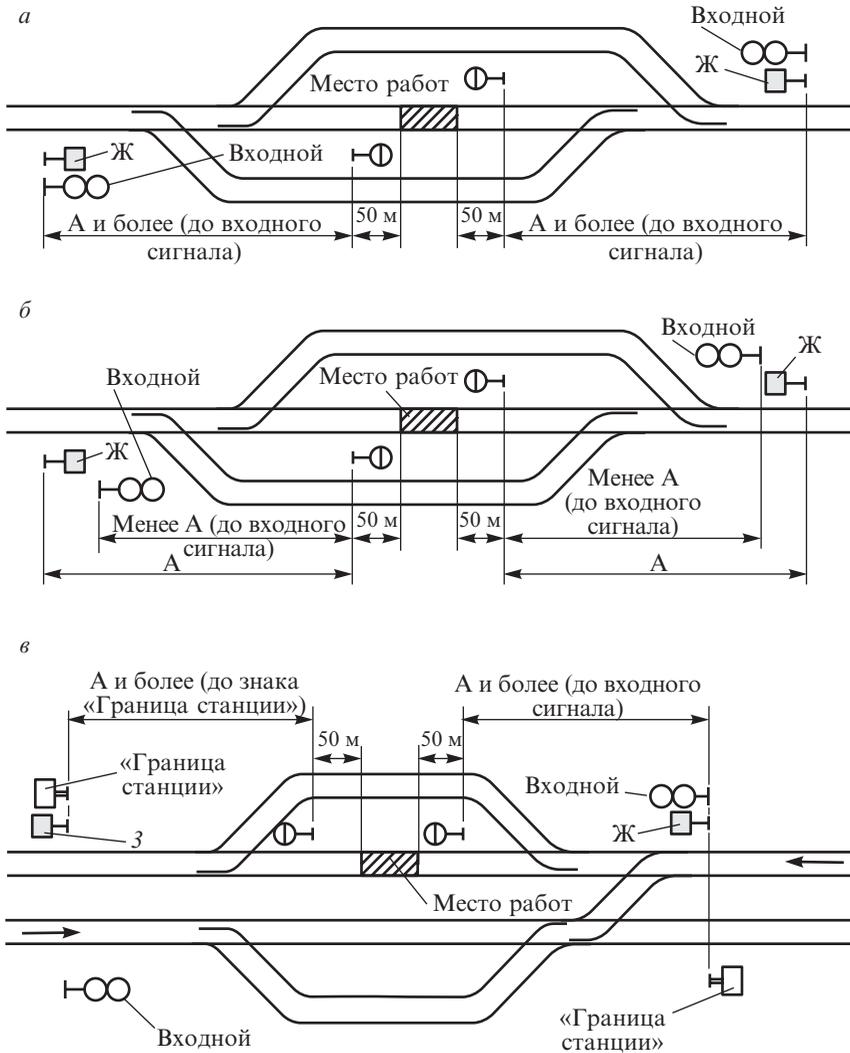
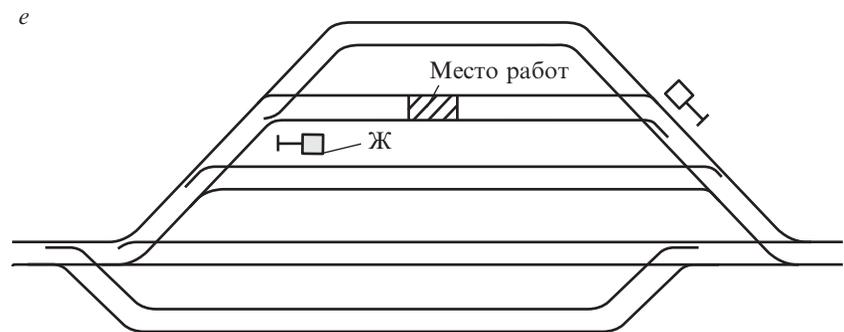
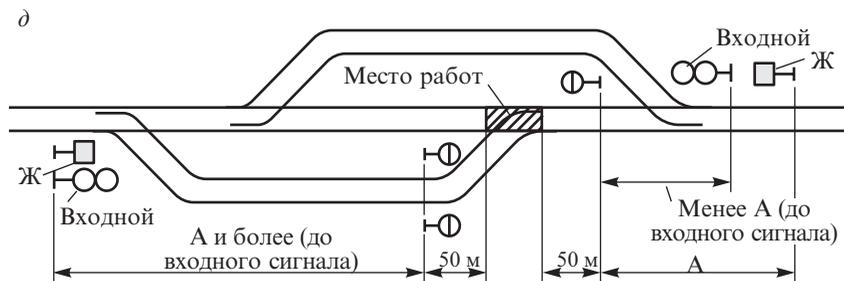
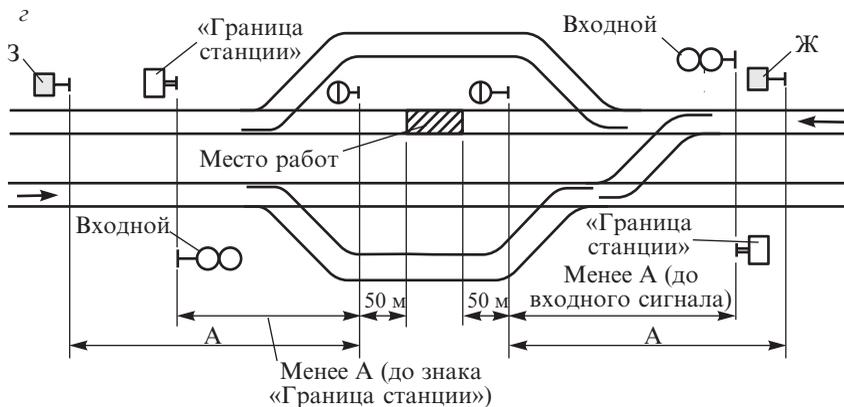


Рис. 11.9. Схема ограждения на станции мест производства ра
a — на однопутном участке на главном пути станции, когда расстояние от входного сигнала более или равно A ; *b* — на однопутном участке на главном месте» («Конец опасного места») до входного сигнала менее A , *v* — на двух знака «Начало опасного места» («Конец опасного места») до знака «Граница станции», когда расстояние от сигнального знака «Начало опасного места» менее A ; *d* — на стрелочном переводе; *e* — на остальных стан



бот, требующих следования поездов с уменьшенной скоростью: сигнального знака «Начало опасного места» («Конец опасного места») до пути станции, когда расстояние от сигнального знака «Начало опасного путном участке на главном пути станции, когда расстояние до сигнального станции» более или равно A ; 2 — на двухпутном участке на главном пути («Конец опасного места») до входного сигнала (знака «Граница станции») цийонных путях или находящихся на них стрелочных переломах

со стороны перегона закрытым входным сигналом, а со стороны станции — переносными красными сигналами, размещаемыми на оси каждого из сходящихся путей против предельного столбика (рис. 11.8, ж).

При выполнении работ на выходном стрелочном переводе двухпутного участка, переносной красный сигнал со стороны перегона должен находиться на оси пути против знака «Граница станции» (рис. 11.8, з), за исключением станций, имеющих входные светофоры по неправильному пути. В последнем случае стрелочный перевод ограждается входным светофором. Со стороны станции переносные красные сигналы устанавливаются по оси каждого из сходящихся путей против предельного столбика. Место работ между входным стрелочным переводом и входным сигналом ограждается со стороны перегона закрытым входным сигналом, а со стороны станции — переносным красным сигналом, устанавливаемым между острьями входного стрелочного перевода (рис. 11.8, и). Если работы выполняются на двухпутном перегоне между выходным стрелочным переводом и знаком «Граница станции», то переносные красные сигналы размещаются со стороны перегона против знака «Граница станции», а со стороны станции — между острьями выходного стрелочного перевода (рис. 11.8, к). В том случае, когда станция имеет входной светофор по неправильному пути, со стороны перегона место работ ограждается закрытым входным сигналом.

В пределах станции места, требующие уменьшения скорости движения поездов, ограждаются в следующем порядке:

— место работ на главном и приемоотправочном пути станции, предназначенном для безостановочного пропуска поездов и требующее уменьшения скорости, ограждается переносными сигналами уменьшения скорости и сигнальными знаками «Начало опасного места» и «Конец опасного места», как показано на рис. 11.9, а, б — для однопутного участка, на рис. 11.9, в — для двухпутного участка;

— если расстояние от сигнального знака «Начало опасного места» («Конец опасного места») до входного сигнала (знака «Граница станции») более или равно A , то сигнал уменьшения скорости устанавливается у входного сигнала (знака «Граница станции»), при этом на станциях, имеющих маршрутные сигналы на главных

путях, сигнал уменьшения скорости размещается не у входного сигнала, а у маршрутного, если расстояние от сигнального знака «Начало опасного места» до этого сигнала будет более или равно A (рис. 11.9, *а, в*);

— если расстояние от сигнального знака «Начало опасного места» («Конец опасного места») до входного сигнала (знака «Граница станции») менее A , то сигнал уменьшения скорости устанавливается на перегоне на расстоянии A от сигнального знака «Начало опасного места» («Конец опасного места») (рис. 11.9, *б, г*);

— если место, требующее уменьшения скорости, расположено на стрелочном переводе, то сигнальные знаки «Начало опасного места» и «Конец опасного места» ставятся по прямому и боковому путям (рис. 11.9, *д*), а сигналы уменьшения скорости — указанным выше порядком.

Место работ, требующее уменьшения скорости, на станционных и прочих путях или находящихся на них стрелочных переводах ограждается только переносными сигналами уменьшения скорости, которые ставятся напротив остриев стрелок, ведущих к этому месту (рис. 11.9, *е*).

При производстве работ в пределах станции сигнальные знаки «С» не применяются. Порядок оповещения работающих о движении поездов и маневровых составов на станции назначается начальником отделения железной дороги, а при безотделенческой структуре — руководством железной дороги.

11.4. Порядок ограждения мест внезапно возникшего препятствия для движения поездов

В соответствии с требованием п.1.3 ПТЭ каждый работник железнодорожного транспорта при обнаружении на пути препятствия и в случаях, угрожающих жизни и здоровью людей или безопасности движения, обязан подавать сигнал остановки поезду или маневровому составу и принимать все меры к их остановке. При обнаружении неисправностях сооружений или устройств, создающих угрозу безопасности движения или загрязнения окружающей природной среды, работник должен немедленно принимать меры к ограждению опасного места и устранению неисправности.

Обходчики железнодорожных путей и искусственных сооружений, монтеры пути, назначаемые для осмотра, и другие работ-

ники железнодорожного транспорта, при проведении осмотров пути и обнаружении на перегоне внезапно возникшего препятствия для движения поездов (лопнувший рельс, размыв пути, обвал откосов насыпей или выемок, снежный занос и т.д.) и при отсутствии на месте необходимых переносных сигналов должны немедленно на месте препятствия установить сигнал остановки (днем — красный флаг, ночью — фонарь с красным огнем). Затем сигналом общей тревоги (один длинный и три коротких звука духового рожка), подаваемым непрерывно, вызывать на помощь другого работника железной дороги или же проходящих людей и в зависимости от обстоятельств поступать следующим образом:

— когда имеется твердая уверенность, с какой стороны должен прибыть первый поезд, необходимо идти навстречу поезду и, пройдя от места препятствия расстояние **Б** (см. табл. 11.2), установленное начальником железной дороги для данного перегона, уложить петарды, затем пойти в противоположную сторону от места препятствия и уложить петарды с другой стороны, также на расстоянии **Б** от него, и вернуться к месту препятствия;

— если подход поездов неизвестен, то следует на однопутном участке немедленно на месте препятствия установить сигнал остановки (днем — красный флаг, ночью фонарь с красным огнем), укрепить его имеющимися средствами, затем уложить в первую очередь петарды на расстоянии **Б** со стороны спуска к месту препятствия, а на площадке — со стороны худшей видимости (кривая, выемка и др.), затем уложить петарды с другой стороны препятствия на расстоянии **Б** от него и вернуться к месту препятствия;

— на двух- и многопутном участках при препятствии на одном пути немедленно на месте препятствия установить сигнал остановки (днем — красный флаг, ночью — фонарь с красным огнем), укрепить его имеющимися средствами, затем идти от него в сторону ожидаемого поезда правильного направления и уложить петарды на расстоянии **Б**, затем уложить петарды с другой стороны препятствия (со стороны неправильного направления) на том же расстоянии и вернуться к месту препятствия; при препятствии на двух и более путях оставаться у места препятствия.

Уходя с места препятствия для укладки петард, необходимо непрерывно подавать сигнал общей тревоги (один длинный и три коротких звука духового рожка), а на месте препятствия оставить

красный сигнал (днем — красный флаг, ночью — фонарь с красным огнем), укрепив его имеющимися средствами. Красный огонь фонаря должен быть направлен в сторону, противоположную той, куда идет работник железной дороги укладывать петарды. При наличии фонаря с двухсторонним красным светом красный огонь фонаря должен быть направлен в обе стороны. Если во время следования к месту укладки петарды обходчик железнодорожных путей и искусственных сооружений, монтер пути или другой работник, производящий осмотр пути и имеющий сигнальные приборы и принадлежности, услышит или заметит приближающийся поезд, то он должен бежать навстречу поезду, подавая сигнал остановки любым способом (днем — флагом или рукой, ночью — огнем фонаря), и уложить петарды в том месте, где успеет.

Если на сигнал тревоги прибудет работник железной дороги, имеющий при себе петарды и ручные сигналы, то обнаруживший препятствие обходчик, монтер пути или другой работник, производивший осмотр пути, на месте препятствия устанавливает сигнал остановки, после чего они вместе с этим работником ограждают препятствие с обеих сторон петардами на расстоянии **Б** и остаются у петард в ожидании поезда (рис. 11.10). Если прибывший на сигнал тревоги работник не имеет петард и ручных сигналов, то после того, как будет установлен сигнал остановки на месте препятствия, обходчик, монтер пути или другой работник, производивший осмотр пути, выдает прибывшему три петарды, а в днев-

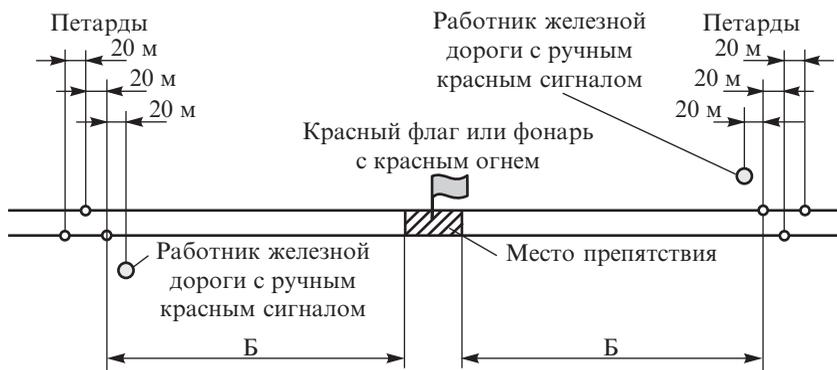


Рис. 11.10. Схема ограждения мест внезапно возникшего препятствия для движения поездов

ное время — также и желтый флаг (оставляя красный на месте препятствия), разъясняет порядок укладки петард и подачи сигнала остановки, после чего оба ограждают место препятствия с обеих сторон, укладывая петарды на расстоянии **Б**, и остаются у петард в ожидании поезда. Если на сигнал тревоги явится второй работник железной дороги или лицо, не работающее на транспорте, то необходимо послать его за ближайшим бригадиром пути или дорожным мастером. При наличии на перегоне средств связи (телефон, радио) следует по возможности использовать их для сообщения о случившемся дежурному по станции, поезвному диспетчеру, дорожному мастеру или бригадиру пути.

Остановив приближающийся поезд, необходимо предупредить о препятствии машиниста. Место препятствия должно быть осмотрено совместно с машинистом, если по нему можно пропустить поезд (при отсутствии бригадира пути вопрос о возможности пропуска поезда решается машинистом), то поезд пропускается со скоростью 5 км/ч. Если поезд остановлен у лопнувшего рельса, по которому согласно заключению бригадира пути, а при его отсутствии — машиниста, возможен пропуск поезда, то по нему разрешается пропустить только один первый поезд. По лопнувшему рельсу в пределах моста или тоннеля пропуск поездов во всех случаях **ЗАПРЕЩАЕТСЯ**. При сквозном поперечном изломе рельсовой плети бесстыкового пути, если образовавшийся зазор менее 25 мм, до вырезки дефектного места допускается концы плети соединить накладками, сжатыми струбцинами (утвержденного типа). В этом случае поезда в течение 3 ч пропускаются по дефектной плети со скоростью не более 25 км/ч. Такой стык должен находиться под непрерывным наблюдением специально выделенного работника.

При препятствии на одном пути двух- или многопутного участка необходимо остановить поезд, следующий по соседнему пути, и заявить машинисту о наличии препятствия с указанием километра и пути. Машинист этого поезда должен остановить встречный поезд и предупредить машиниста о наличии препятствия для движения. Этот же машинист обязан сообщить дежурному по ближайшей станции или поезвному диспетчеру о наличии лопнувшего рельса или другого препятствия для движения с указанием километра и пути. При наличии поездной радиосвязи сообщение об обнаружении препятствия машинист должен передать по радио на

ближайшую станцию дежурному или поезвному диспетчеру и машинисту поезда, следующего по смежному пути.

При обнаружении препятствий, угрожающих безопасности движения поездов, на мосту, в тоннеле или на обвальном участке обходчики железнодорожных путей и искусственных сооружений поступают следующим образом:

— если мост, тоннель или обвальный участок оборудованы заградительной светофорной сигнализацией, то обходчик немедленно включает в действие заградительные светофоры, а в случае приближения поезда бежит навстречу ему, подавая сигнал остановки, и укладывает петарды в том месте, где успеет;

— если мост, тоннель или обвальный участок не оборудованы заградительной светофорной сигнализацией, то он ограждает место вышеуказанным порядком, используя при этом для ограждения на охраняемых объектах помощь личного состава военизированной охраны.

При ограждении препятствия на мосту (в тоннеле) местом препятствия считается полная длина моста (тоннеля).

Если обходчик железнодорожных путей и искусственных сооружений, дежурный по переезду или любой другой работник железной дороги заметят в поезде неисправность, требующую остановки поезда (колеса, идущие юзом, колеса, которые издают сильные удары из-за ползунов, пожар, горение букс, падение с поезда человека или груза, неправильное положение груза, могущее вызвать аварию, и др.), то они обязаны принять меры к остановке поезда.

11.5. Порядок выдачи предупреждений

В случаях, когда при следовании поездов необходимо обеспечить особую бдительность локомотивных бригад и предупредить их о производстве работ или возникших препятствиях, на поезда выдаются письменные предупреждения.

Предупреждения выдаются в следующих ситуациях:

— при неисправности пути, устройств контактной сети, переэздной сигнализации, искусственных и других сооружений, а также при производстве ремонтных и строительных работ, требующих уменьшения скорости или его остановки;

— при вводе в действие новых видов средств сигнализации и связи, а также при включении новых, перемещении или упраздне-

нии существующих светофоров и при их неисправности, когда светофор невозможно привести в закрытое положение;

— при неисправности путевых устройств автоматической локомотивной сигнализации;

— при отправлении поезда с грузами, выходящими за пределы габарита погрузки, когда необходимо снижать скорость или соблюдать особые условия следования этого поезда;

— при работе на двухпутном перегоне снегоочистителя, электробалластера, путеукладчика, грузоподъемного крана, щебнеочистительной и других путевых машин;

— при постановке в поезд подвижного состава, который не может следовать со скоростью, установленной для данного участка;

— при работе съемных подвижных единиц в условиях плохой видимости, а также при перевозке на них тяжелых грузов;

— во всех других случаях, когда требуется уменьшение скорости или остановка поезда в пути, а также когда необходимо предупредить локомотивные бригады об особых условиях следования поезда.

Все предупреждения подразделяются на три вида:

— действующие с момента установления до отмены, когда соответствующий руководитель по условиям производства работ не может определить точного срока их окончания;

— действующие в течение определенного срока, указываемого в заявке на выдачу предупреждения, устанавливаемые для отдельных поездов при необходимости соблюдения особых условий их пропуска (наличие в поезде груза или подвижного состава, который не может следовать с установленной скоростью, при назначении не предусмотренных расписанием остановок и т.д.):

Заявки на выдачу предупреждений в связи с предстоящим производством предвиденных путевых работ даются: дорожными мастерами — на время производства работ, но не более чем на один день; начальниками дистанций пути — на срок до пяти суток; начальниками отделений железных дорог — на срок до десяти суток. При безотделенческой структуре действие предупреждений от 5 до 10 сут. должно подтверждаться начальником службы пути железной дороги. Предупреждения на более длительные сроки устанавливаются приказом начальника железной дороги. При этом в приказе об установлении предупреждения начальник железной дороги может предоставить соответствующим работникам право

отмены предупреждения после выполнения необходимых работ и восстановления условий для пропуска поездов с нормальной скоростью.

Дорожные мастера дают заявки на выдачу предупреждений в следующих случаях:

— при работе съемных подвижных единиц и бригад в условиях плохой видимости; при работах с инструментом (электрическим, пневматическим и другим), ухудшающим слышимость;

— при перевозке на путевых вагончиках тяжелых грузов, когда на двух и многопутных перегонах выгружаются материалы на междупутье или когда производится погрузка или выгрузка грузов через путь, по которому идут поезда;

— перед началом производства работ в темное время суток, во время тумана, метели.

Дорожными мастерами, кроме того, даются заявки о выдаче предупреждений в связи с предстоящим производством предвиденных работ, руководить которыми имеет право бригадир пути или монтер пути. Для выполнения непредвиденных работ по устраниению обнаруженных неисправностей пути и сооружений, угрожающих безопасности движения и требующих ограждения сигналами остановки (одиночная смена дефектного рельса, накладок, стрелочных остяков, элементов уравнильных приборов, крестовин, исправление пути на пучинах и т.д.) или сигналами уменьшения скорости, заявки на выдачу предупреждений даются так же дорожным мастером (при его отсутствии бригадиром пути) с последующим сообщением об этом начальнику дистанции пути.

При обнаружении в ходе обследования пути путеизмерительным или дефектоскопным вагонами мест, угрожающих безопасности движения поездов, заявки на выдачу предупреждений об уменьшении скорости движения поездов или закрытии движения передаются начальниками этих вагонов или их заместителями. В случаях, когда с места дать эту заявку не представляется возможным, для принятия мер по обеспечению безопасности движения поездов (ограждения опасного места, организации работ по устраниению отступлений) на месте остается находившийся в путеизмерительном вагоне работник дистанции пути, а заявка на выдачу предупреждения или закрытие движения дается по прибытии на станцию, ограничивающую перегон.

Работы по устранению непредвиденных, опасных для движения поездов неисправностей пути, сооружений и устройств, а также связанных с этим передвижение дрезин, путевых вагончиков, электростанций и других съемных единиц должны осуществляться немедленно по обнаружении неисправности после соответствующего ограждения места работ. В заявке о выдаче предупреждений должны указываться: точное обозначение места действия предупреждения (перегон, номер пути, километр и пикет); меры предосторожности при движении поездов; начало и срок действия предупреждения. Предупреждения, устанавливаемые до отмены, выдаются на поезда впредь до получения извещения об отмене. Предупреждения, устанавливаемые на определенный срок, выдаются на поезда только в течение этого срока. Заявки об отмене таких предупреждений не даются и выдача их на поезда прекращается, если от руководителя работ не будет получено извещение о необходимости продления установленного срока действия предупреждения.

Когда руководитель работ по каким-либо причинам не может закончить в срок указанные в заявке работы, вызвавшие предупреждение, он обязан до окончания срока его действия выслать к выставленным переносным сигналам уменьшения скорости сигнальных и известить дежурных по станциям, ограничивающим перегон, о продлении действия предупреждения с указанием нового срока окончания работ. Предупреждение, установленное впредь до отмены, имеет право отменить только тот работник, которым оно установлено, или непосредственный его начальник. Должностные лица, устанавливающие предупреждения, могут поручить подчиненным им руководителям линейных подразделений после выполнения соответствующих работ отменить установленные предупреждения или повесить предусмотренную предупреждением скорость движения поездов. О таком поручении должно быть указано в заявке на выдачу предупреждения.

Предупреждения, установленные до отмены, после устранения причин, их вызвавших, отменяются немедленно подачей телеграммы (телефонограммы) в те же адреса, что и при назначении предупреждений. Отменить предупреждение можно также письменно или записью в Книге предупреждений на станции их выдачи лицом, заявляющим отмену, с указанием месяца, числа и времени отмены и с последующим подтверждением этой записи телеграм-

мой (телефонограммой) в установленные адреса. Отмену предупреждений, выдаваемых по заявке начальника путеизмерительного и дефектоскопного вагона, производит руководитель дистанции пути или его заместитель.

На участках, оборудованных поездной радиосвязью, уведомление об окончании работ ранее установленного срока, указанного в предупреждении, или о повышении установленной предупреждением скорости может быть передано машинисту локомотива по радиосвязи регистрируемым приказом поездного диспетчера. При отсутствии радиосвязи приказ диспетчера об отмене предупреждения может быть передан машинисту также через дежурного по ближайшей станции, на которой поезд имеет остановку.

Приказы начальника железной дороги о предупреждениях адресуются начальникам соответствующих подразделений и должны быть немедленно объявлены под расписку поездным диспетчерам, машинистам-инструкторам, поездным машинистам, дежурным по станциям, дорожным мастерам и бригадирам пути, связанным с обслуживанием участков, на которых устанавливается предупреждение. Эти приказы вывешиваются в помещениях дежурных по станциям, дежурных по локомотивным депо, а также вклеиваются в Книгу предупреждений, а выписки из них выдаются машинистам локомотивов.

Машинисты локомотивов (моторовагонных секций) и водители дрезин при следовании по участку должны руководствоваться выданными предупреждениями и внимательно следить за переносными сигналами, установленными на путях. При следовании поезда по месту работ в период, указанный в предупреждении, установленная предупреждением скорость должна соблюдаться независимо от наличия сигналов ограждения. При прохождении места работ ранее или позднее указанного в предупреждении срока и при отсутствии на путях сигналов остановки или уменьшения скорости, скорость следования поезда не снижается.

При получении от любого лица заявления о замеченной им на перегоне неисправности пути, контактной сети, сооружений или устройств дежурный по станции обязан записать его в Журнал осмотра и немедленно поставить в известность поездного диспетчера, дежурного по соседней станции и работника, обслуживающего устройства (дорожного мастера, электромеханика СЦБ, элек-

тромеханика контактной сети, электромонтера контактной сети, энергодиспетчера и др.). Если неисправность будет обнаружена машинистом локомотива (моторвагонного поезда), следующего по перегону, то он обязан снизить скорость с применением служебного торможения, а при необходимости и остановить поезд, объявить об этом по поездной радиосвязи машинистам следующих за ним поездов, дежурному по ближайшей станции или поезвному диспетчеру, указав характер неисправности и место (километр), на котором она обнаружена. Если полученное дежурным по станции заявление (от машиниста или другого лица) свидетельствует о наличии препятствий для нормального движения поездов, то он обязан принять меры к передаче указанного заявления машинистам поездов, следующих по перегону, а когда характер заявления свидетельствует о невозможности движения поездов — запретить им дальнейшее движение, впредь до получения уведомления об устранении препятствий. Не ожидая приказа о закрытии перегона (пути), дежурный по станции обязан также передать дежурному по соседней станции указание о запрещении отправления на перегон других поездов.

Машинисты локомотивов поездов, находящихся на перегоне, в зависимости от полученного сообщения обязаны проследовать опасное место с особой бдительностью, при необходимости с пониженной скоростью и готовностью остановиться (или же остановить поезд) и возобновить движение лишь после получения уведомления об устранении препятствия.

Первый поезд на перегон, с которого получено заявление о наличии препятствия для нормального движения, может быть отправлен только в сопровождении дорожного мастера или при его отсутствии бригадира пути, а при повреждениях контактной сети — электромонтера контактной сети. При нахождении дорожного мастера или бригадира пути на перегоне и известном их местонахождении машинисту поезда выдается предупреждение об остановке и посадке этих работников для сопровождения поезда к опасному месту. Машинисту этого поезда должно быть выдано письменное предупреждение об остановке поезда в пределах километра, предшествующего тому, на котором была обнаружена неисправность, и о дальнейшем следовании по указаниям работника, сопровождающего поезд или находящегося в районе опасного места.

Работник, сопровождающий поезд, устанавливает порядок пропуска последующих поездов, а при необходимости установленным порядком дает заявку о выдаче на поезда предупреждений.

11.6. Условия и скорости пропуска поездов по месту производства работ

Ремонт сооружений и устройств должен производиться при обеспечении безопасности движения и техники безопасности, как правило, без нарушения графика движения поездов.

Подготовленный к пропуску поездов путь должен отвечать следующим требованиям.

Рельсы должны быть пришиты на каждом конце шпалы (бруса) не менее чем на два основных костыля. При скорости пропуска поездов 80 км/ч и более рельсы в кривых радиусом 1200 м и менее должны быть зашиты на три основных костыля. При скоростях пропуска поездов 25 км/ч и менее допускается в прямых и кривых радиусом более 1200 м расширять (зашивать) путь через шпалу. При раздельном скреплении КБ и КД или анкерных допускается: при скорости пропуска поездов до 25 км/ч включительно закрепление клеммных и закладных болтов на каждой 6-й шпале; при скорости пропуска поездов от 26 до 60 км/ч включительно — закрепление клеммных и закладных болтов на каждой 3-й шпале. При бесподкладочных скреплениях типа ЖБ (ЖБР) или другие клеммы должны быть поставлены на всех шпалах. Допускается при скорости пропуска поездов до 60 км/ч включительно закрепление клемм на каждой 4 шпале, на остальных шпалах они должны быть развернуты на 90°; при скоростях пропуска поездов более 60 км/ч — закрепление клемм на всех шпалах.

При разрядке температурных напряжений допускается сплошное ослабление гаек клеммных болтов раздельного скрепления на 3—4 оборота, для свободного изменения длины плетей, при этом скорости пропуска поездов по месту должны быть не более 25 км/ч.

Рельсовые стыки перед пропуском поезда должны иметь не менее чем по два затянутых болта на каждом конце рельса. При разгонке зазоров и разрядке температурных напряжений в плетях бесстыкового пути рельсовый стык, в зазор которого временно на период производства работ установлен рельсовый вкладыш, дол-

жен быть соединен накладками и закреплен с одного конца рельса полным числом путевых болтов, а с другого конца рельса — двумя болтами, один из которых должен проходить через вкладыш. Для соединения стыков с вкладышами разрешается применять инвентарные накладки с увеличенными болтовыми отверстиями или стандартные накладки с четырьмя струбцинами. Вкладыш во всех случаях должен быть закреплен болтом. Вкладыши, инвентарные накладки и струбцины должны быть утвержденных типов. Скорость пропуска поездов по стыкам, в которых установлены вкладыши, не должна превышать 25 км/ч при рельсах Р50 и тяжелее и 15 км/ч при рельсах легче Р50. Для соединения рельсов без болтовых отверстий (при ликвидации разрывов рельсовых плетей и изломов рельсов для временного пропуска поездов) разрешается применять типовые накладки, также стягиваемые четырьмя струбцинами.

Все шпалы и переводные брусья должны быть уложены на свои места и подбиты. Для пропуска поезда со скоростью до 60 км/ч допускается подбивка шпал только под рельсами. Мостовые брусья должны быть прикреплены к балкам пролетных строений лапчатыми болтами, а безбалластные железобетонные плиты — полным числом шпилек. При пропуске поездов со скоростью до 25 км/ч допускается прикреплять лапчатыми болтами каждый четвертый брус, а безбалластные железобетонные плиты — не менее чем четырьмя шпильками, расположенными не реже, чем через 1 м.

Разрешается при производстве работ пропуск поездов со скоростью до 40 км/ч при снятых контруголках (контррельсах). При этом лапчатые болты должны быть установлены на каждом втором бруссе, а безбалластные железобетонные плиты закреплены полностью.

Ширина плеча балластной призмы должна быть не менее 20 см — на звеньевом пути, 25 см — на бесстыковом. Шпальные ящики должны быть заполнены балластом не менее, чем на 2/3 толщины шпалы. Допускается оставлять незасыпанными не более двух подряд шпальных ящиков при условии, что между такими ящиками будет не менее 10 ящиков, заполненных балластом. После окончания основных работ в «окно» и при скорости пропуска поездов до 60 км/ч допускается на железобетонных и деревянных шпалах оставлять шпальные ящики незаполненными балластом внутри ко-

леи при условии, что на бесстыковом пути ширина плеча балластной призмы обеспечивается не менее 25 см, а на звеньевом пути — не менее 20 см. В период подготовительных работ на звеньевом пути балласт может быть удален из шпальных ящиков по концам шпал и за их торцами. При этом скорости пропуска поездов не должны превышать 40 км/ч при рельсах Р50 и тяжелее в прямых и в кривых радиусом 1200 м и более, 25 км/ч во всех остальных случаях. Непосредственно перед предоставлением «окна» для подготовки мест зарядки машин допускается вырезка балласта ниже подошвы шпал с подведением под них в подрельсовых сечениях лежней (шпал). Скорость пропуска поездов по таким местам устанавливается не более 25 км/ч.

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

При отводе возвышения по одной рельсовой нити на переходных кривых крутизна отвода не должна превышать:

1 ‰ — при скорости пропуска поездов более 60 до 80 км/ч;

2 ‰ — при скорости пропуска поездов более 40 до 60 км/ч.

Железнодорожный путь должен быть отрихтован и выправлен. Запрещается открывать движение поездов после завершения путевых работ при следующих размерах амплитуд неровностей: по уровню — более 40 мм; перекосы — более 30 мм; просадки — более 30 мм; разность смежных стрел изгиба — более 65 мм, крутизна отводов на переходных кривых более 2 ‰.

Рекомендуемая литература

Инструкция по текущему содержанию земляного полотна железнодорожного пути. — М.: Транспорт, 1998. — 189 с.

Инструкция по сигнализации железных дорог Российской Федерации: ЦРБ-757 / МПС России. — М.: Транспорт, 2000. — 128 с.

Инструкция по обеспечению безопасности движения поездов при производстве путевых работ: ЦП-485 / МПС России. — М.: Транспорт, 2000. — 184 с.

Инструкция по движению поездов и маневровой работе на железных дорогах Российской Федерации: ЦД-790 / МПС России. — М.: Транспорт, 2000. — 285 с.

Инструкция по техническому обслуживанию и эксплуатации сооружений, устройств, подвижного состава и организации движения на участках обращения скоростных пассажирских поездов (с изменениями и дополнениями от 30.04.03) / ЦРБ-393 / МПС России. — М.: Транспорт, 2003. — 64 с.

Инструкция по текущему содержанию пути: ЦП-774 / МПС России. — М.: Транспорт, 2001. — 223 с.

Инструкция по расшивровке лент и оценке состояния рельсовой колеи по показаниям путеизмерительного вагона и мерам по обеспечению безопасности движения поездов: ЦП-515 / МПС России. — М.: Транспорт, 1997. — 42 с.

Инструкция по содержанию искусственных сооружений: ЦП- 628 / МПС России. — М.: Транспорт, 1999. — 108 с.

Инструкция по снегоборьбе на железнодорожных дорогах Российской Федерации (ЦП-751) / МПС России. — М.: Транспорт, 2000. — 96 с.

Положение о системе ведения путевого хозяйства на железных дорогах Российской Федерации. Утверждено Министром путей сообщения Российской Федерации 27 апреля 2001 г. / МПС России. — М.: Транспорт, 2001. — 21 с.

Правила технической эксплуатации железных дорог Российской Федерации: ЦРБ-756 / МПС России. — М.: Транспорт, 2000. — 192 с.

Правила и технология выполнения основных работ при текущем содержании пути. / МПС России. — М.: Транспорт, 1998. — 136 с.

Приказ МПС РФ от 12.11.2001. Нормы допускаемых скоростей движения подвижного состава по железнодорожным путям колеи 1520 (1524) мм федерального железнодорожного транспорта / МПС России. — М.: Транспорт, 2002. — 125 с.

Приказ МПС РФ № 2 ЦЗ от 25.02.97. О совершенствовании системы контроля состояния рельсов средствами дефектоскопии / МПС РФ. — М., 1997. — 24 с.

Технические указания по устройству, укладке, содержанию и ремонту бесстыкового пути / МПС России. — М.: Транспорт, 2001. — 96 с.

Технические условия на работы по ремонту и планово-предупредительной выправке пути (ЦТП — 53) / ЦП МПС, ВНИИЖТ. — М., 2003. — 147 с.

Технические указания по применению габионов для усиления земляного полотна. — М.: ПТКБ ЦП МПС РФ, 1998. — 140 с.

Технические указания по инструментальной диагностике земляного полотна. — М.: ЦП МПС РФ, 2000. — 62 с.

Типовые технически обоснованные нормы времени на работы по текущему содержанию пути. / ЦП МПС. — М.: 1998. — 518 с.

Указание МПС России № С-600 У от 04.07.2002. О порядке ввода в действие НТД/ЦП-(1—3) 2002. — М., 2002. — 87 с.

Бесстыковой путь / В.Г. Альбрехт, Н.П. Виногоров, Н.Б. Зверев и др.; под ред. В.Г. Альбрехта, А.Я. Когана. — М.: Транспорт, 2000. — 408 с.

Грицык В.И. Возможные деформации земляного полотна: Учеб. пособие. — М.: УМК МПС РФ, 2002. — 61 с.

Грицык В.И. Противодеформационные конструкции земляного полотна железных дорог.: Учеб. пособие. — М.: УМК МПС РФ, 2003. — 96 с.

Железнодорожный путь / Т.Г. Яковлева, Н.И. Карпущенко, С.И. Клинов и др.; под ред. Т.Г. Яковлевой. — 2-е изд. испр. и доп. — М.: Транспорт, 2001. — 407 с.

Железные дороги колеи 1520 мм: СТК Ц-01-95 / МПС РФ. — М., 1995. — 86 с.

Классификация дефектов и повреждений элементов стрелочных переводов. Дополнение к НТД/ЦП-1-93: Каталог дефектов и повреждений элементов стрелочных переводов. Дополнение к НТД/ЦП-3-93. /МПС России. — М.: Транспорт, 1996. — 43 с.

Крейнис З.Л., Коришкова Н.П. Техническое обслуживание и ремонт железнодорожного пути: Учебник для техникумов и колледжей железнодорожного транспорта. — М.: УМК МПС России, 2001. — 768 с.

Лысюк В.С., Сазонов В.Н., Башкатова Л.В. Прочный и надежный железнодорожный путь. — М.: ИКЦ «Академкнига», 2003. — 589 с.

Памятка дорожному мастеру и бригадиру пути по устройству и ремонту бесстыкового пути. / МПС России. — М.: Транспорт, 2000. — 23 с.

Проектирование земляного полотна железных дорог колеи 1520 мм. СП 32-104-98 / Госстрой России. — М., 1999. — 90 с.

Путевой механизированный инструмент: Справочник / В.М. Бугаенко, И.М. Пиковский, Р.Д. Сухих. — М.: Транспорт, 2000. — 368 с.

Состояние и перспективы развития путевого хозяйства. / В.Т. Семенов, Н.И. Карпущенко. — Новосибирск.: СГУПС (НИИЖТ), 2000. — 246 с.

Справочник по земляному полотну эксплуатируемых железных дорог / Под ред. А.Ф. Подпалого, М.А. Чернышева, В.П. Титова. — М.: Транспорт, 1978. — 766 с.

Стандартные проектные решения и технологии усиления земляного полотна при подготовке полигонов сети для введения скоростного движения пассажирских поездов. — М.: МПС. — Вып. 1. 1997. — 172 с.; Вып. 2. 1998. — 141 с.; Вып. 3. 1999. — 78 с.

ОГЛАВЛЕНИЕ

Предисловие	3
Глава 1. Система ведения путевого хозяйства	5
1.1. Основные положения технического обслуживания железнодорожного пути	5
1.2. Классификация путей и путевых работ	14
1.3. Нормы периодичности, критерии назначения и состав ремонтно-путевых работ	19
1.4. Основные направления дальнейшего развития путевого комплекса	30
Глава 2. Обязанности бригадира пути	39
2.1. Общие обязанности	39
2.2. Обязанности по осмотру пути и сооружений, планированию и выполнению работ	41
2.3. Обязанности по содержанию земляного полотна и верхнего строения пути	43
2.4. Обязанности по содержанию стрелочных переводов	45
2.5. Обязанности по содержанию искусственных сооружений	45
2.6. Обязанности по содержанию пути и обустройств на электрифицированном участке и на участке с автоблокировкой	46
2.7. Обязанности по содержанию переездов	47
2.8. Обязанности при пропуске весенних и ливневых вод	47
2.9. Обязанности по путевым работам в зимнее время	48
2.10. Обязанности по содержанию полосы отвода и противопожарным мероприятиям	49
2.11. Обязанности при обнаружении неисправностей пути, сходах и столкновениях подвижного состава и других происшествиях	50
2.12. Перечень прав бригадира пути	51

Глава 3. Габариты и габаритные расстояния	52
3.1. Габариты приближения строений	
и подвижного состава	52
3.2. Габарит погрузки	56
3.3. Учет габаритов при размещении материалов верхнего	
строения пути	61
Глава 4. Устройство, содержание и ремонты земляного полотна	65
4.1. Устройство земляного полотна	65
4.1.1. Конструкция и требования к земляному полотну	65
4.1.2. Поперечные профили земляного полотна в сложных	
природно-климатических условиях	77
4.2. Возможные деформации земляного полотна	91
4.3. Противодеформационные конструкции	102
4.3.1. Водоотводные устройства и сооружения	102
4.3.2. Защитные покрытия	117
4.3.3. Противодеформационные конструкции в сложных	
природных условиях	127
4.4. Текущее содержание и ремонты земляного полотна	133
4.4.1. Надзор за состоянием объектов земляного полотна ...	133
4.4.2. Работы по текущему содержанию и ремонтам	
земляного полотна	143
4.5. Мероприятия при усилении и ремонтах объектов	
земляного полотна	146
Глава 5. Верхнее строение пути	174
5.1. Назначение и классификация верхнего строения пути	174
5.1.1. Рельсы	175
5.1.1.1. Профиль, тип и длина рельсов	176
5.1.1.2. Технология изготовления и химический	
состав рельсовой стали	181
5.1.1.3. Маркировка новых рельсов	186
5.1.1.4. Приемка, транспортировка	
и хранение рельсов	189
5.1.1.5. Маркировка старогодных отремонтированных	
сварных рельсов	190
5.1.2. Назначение опор и требования к ним	191
5.1.2.1. Деревянные шпалы и переводные брусья	192
5.1.2.2. Составные деревянные шпалы, переводные	
и мостовые брусья	198
5.1.2.3. Железобетонные шпалы	201

5.1.3. Рельсовые крепления	214
5.1.3.1. Промежуточные рельсовые крепления, требования, предъявляемые к ним	214
5.1.3.2. Промежуточные крепления для деревянных шпал	215
5.1.3.3. Промежуточные крепления для железобетонных шпал	219
5.1.4. Рельсовые стыки и стыковые крепления	224
5.1.4.1. Основные виды стыков и особенности их работы	225
5.1.4.2. Основные элементы стыка	227
5.1.4.3. Переходные стыки и рельсы	230
5.1.4.4. Особенности устройства стыков на линиях с автоблокировкой и электрической тягой поездов	231
5.1.5. Балластный слой	238
5.1.5.1. Материалы балластного слоя и требования к ним	240
5.1.5.2. Типовые поперечные профили балластной призмы	244
5.1.5.3. Защита щебеночного балласта от засорений... ..	248
5.2. Верхнее строение пути на мостах, путепроводах и в тоннелях	249
5.3. Верхнее строение пути новых и реконструируемых железнодорожных линий	254
5.4. Бесстыковой путь	258
5.4.1. Особенности устройства и работы бесстыкового пути	259
5.4.2. Сварные стыки	264
5.4.3. Температура закрепления плетей	266
5.5. Стрелочные переводы и пересечения путей	270
5.5.1. Классификация	270
5.5.2. Конструкции основных частей	272
5.5.2.1. Стрелки	273
5.5.2.2. Крестовины	278
5.5.2.3. Эпюры стрелочных переводов	283
5.5.2.4. Основные размеры, нормы, допуски и дефекты	292

Глава 6. Устройство рельсовой колеи	322
6.1. Устройство рельсовой колеи на прямых	325
6.2. Устройство рельсовой колеи в кривых	330
Глава 7. Средства текущего содержания и ремонтов пути	348
7.1. Электрический инструмент	348
7.1.1. Электрошпалоподбойки	349
7.1.2. Рельсорезные станки	350
7.1.3. Рельсосверлильные станки	354
7.1.4. Рельсошлифовальные станки	362
7.1.5. Электрогаечные ключи и шуруповерты	367
7.1.6. Электрокостылезабивщики и электрогидравлические костылевыдерживатели	374
7.2. Гидравлический путевой инструмент	377
7.2.1. Домкраты	377
7.2.2. Рихтовщики	380
7.2.3. Разгонщики и натяжители	385
Глава 8. Текущее содержание пути	390
8.1. Система контроля состояния пути	390
8.1.1. Проверки и осмотр пути	391
8.2. Технические средства контроля пути	401
8.2.1. Рельсовая дефектоскопия	402
8.2.1.1. Классификация дефектов рельсов	402
8.2.1.2. Маркировка дефектов рельсов	419
8.2.1.3. Пропуск поездов по остродефектным рельсам	420
8.2.2. Методы и средства дефектоскопии рельсов	421
8.2.3. Периодичность дефектоскопного контроля рельсов и стрелочных переводов	424
8.2.4. Путьеизмерительные средства	426
8.2.5. Оценка состояния рельсовой колеи	437
8.3. Планирование и организация текущего содержания пути	446
8.3.1. Текущее содержание элементов верхнего строения	452
8.3.1.1. Особенности содержания бесстыкового пути	452
8.3.1.2. Содержание участков с автоблокировкой и электрической тягой	459
8.3.1.3. Содержание пути на участках скоростного движения	460

8.4. Технологии работ текущего содержания	469
8.4.1. Выправка пути в продольном профиле.	469
8.4.2. Выправка пути в плане	476
8.4.3. Регулировка и разгонка стыковых зазоров	479
8.4.4. Исправление ширины колеи	487
8.4.5. Одиночная смена шпал и переводных брусьев	489
8.4.6. Одиночная замена рельсов	495
8.4.7. Смена отдельных металлических частей стрелочного перевода	502
8.4.8. Восстановление целостности рельсовой плети бесстыкового пути	512
8.4.9. Разрядка температурных напряжений в плетях бесстыкового пути	517
8.4.10. Исправление пути на пучинах	524
Глава 9. Машинизация ремонтно-путевых работ	552
9.1. Машинные комплексы для производства работ	552
9.2. Технологические процессы ремонтно-путевых работ	558
9.3. Приемка выполненных путевых работ и оценка их качества	585
Глава 10. Организация работ по снегоборьбе	597
10.1. Характеристика снежных заносов и средств защиты от них	597
10.2. Механизация работ по снегоборьбе на перегонах	604
10.3. Механизация работ по снегоборьбе на станциях	608
Глава 11. Обеспечение безопасности движения поездов при производстве путевых работ	620
11.1. Требования по ограждению путевых работ	620
11.2. Порядок ограждения мест производства работ на перегоне	626
11.3. Порядок ограждения мест производства работ на станциях	639
11.4. Порядок ограждения мест внезапно возникшего препятствия для движения поездов	645
11.5. Порядок выдачи предупреждений	649
11.6. Условия и скорости пропуска поездов по месту производства работ	655
Рекомендуемая литература	658

Учебное издание

Воробьев Эдуард Викторович
Грицык Валерий Иванович
Крейнис Зосим Лейбович
Новакович Василий Иванович

ПОСОБИЕ БРИГАДИРУ ПУТИ

Учебное пособие

Редактор *Л.П. Черноцкая*
Корректор *Л.В. Будюкина*
Компьютерная верстка *В.М. Данильченко*

Подписано в печать 14.06.2012 г.
Формат 60×84/16. Усл. печ. л. 41,75.
Тираж 1200 экз. Зак.
ФГБОУ «Учебно-методический центр по образованию
на железнодорожном транспорте»
105082, Москва, ул. Бакунинская, д. 71
Тел.: +7 (495) 739-00-30,
e-mail: info@umczdt.ru
<http://www.umczdt.ru>

Для заметок

Для заметок