

**ОРГАНИЗАЦИЯ СОТРУДНИЧЕСТВА ЖЕЛЕЗНЫХ ДОРОГ
(ОСЖД)**

III издание

Разработано экспертами Комиссией ОСЖД по инфраструктуре и подвижному составу 31 марта - 2 апреля 2015 г.,
Комитет ОСЖД, г. Варшава

Утверждено совещанием Комиссии ОСЖД по инфраструктуре и подвижному составу 27-30 октября 2015 г.
Комитет ОСЖД, г. Варшава, Республика Польша

Дата вступления в силу: 30 октября 2015 г.

Примечание: Теряет силу II издание Памятки от 16.11.2001 г.

P 757/1

**КОНСТРУКТИВНЫЕ ОСОБЕННОСТИ,
РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ПРИМЕНЕНИЮ
И УЛУЧШЕНИЮ ОБЫКНОВЕННЫХ
ОСТРЫХ КРЕСТОВИН
РАЗЛИЧНЫХ КОНСТРУКЦИЙ**

1. ОПРЕДЕЛЕНИЕ И КОНСТРУКТИВНЫЕ ОСОБЕННОСТИ ОСТРЫХ (ОБЫКНОВЕННЫХ) КРЕСТОВИН

1.1. Крестовина – часть конструкции стрелочного перевода или глухого пересечения путей, служащая для прохода гребней бандажей колесных пар подвижного состава в местах перекрещивания двух рельсовых нитей в одном уровне. В соответствии с углом, образуемым пересекающимися нитями, различают острые и тупые крестовины.

Крестовина острая (обыкновенная) представляет собой сложную по геометрической конфигурации конструкцию. Она должна выдерживать высокие динамические нагрузки, оказываемые подвижным составом на путь при прохождении по стрелочному переводу или глухому пересечению, и, соответственно, иметь достаточную прочность, износостойкость и сопротивляемость ударам, а также упругость для предотвращения быстрого развития трещин.

Срок службы крестовины зависит от скорости движения подвижного состава на данном участке, нагрузок на рельс от оси подвижного состава и преимущественного (пошерстного или противощерстного) движения по прямому или по боковому направлению.

Каждая крестовина имеет идентификационное обозначение, выполненное посредством выпуклых букв и цифр, полученных литым способом. Это обозначение отображает все основные сведения о крестовине: номер проекта, марку (тангенс угла клина сердечника), тип рельсов, направление (правое или левое), радиус бокового направления (при наличии криволинейной боковой поверхности), дату изготовления, код поставщика.

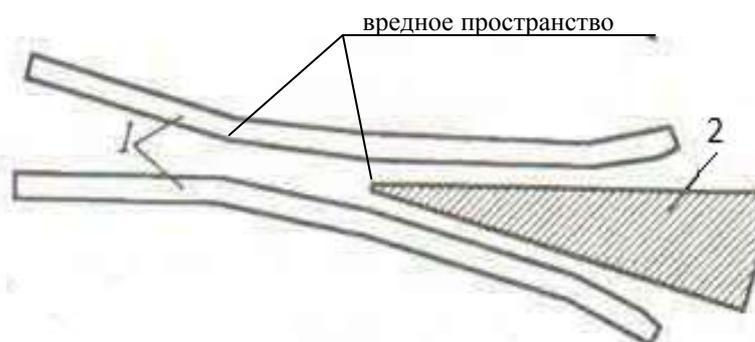
Также идентификационное обозначение может быть отражено на пластине, прикрепленной к крестовине.

1.2. Конструктивные особенности острых крестовин.

По особенностям поверхности катания острые крестовины подразделяются на две основные группы:

- жесткие (без подвижных элементов) с прерывистой поверхностью катания;
- крестовины с непрерывной поверхностью катания с подвижными элементами.

Острая крестовина состоит из клинообразного (подвижного или неподвижного) сердечника с рабочими гранями по обоим сторонам клина и двух усовиков (литых или рельсовых). Самое узкое место между усовиками впереди сердечника называется горлом крестовины. Расстояние между горлом и клином сердечника вдоль траектории перекачивания колеса, где гребень бандажа колеса теряет контакт с рабочими гранями усовика и сердечника, называется вредным пространством крестовины (рис. 1).



- 1 - усовики;
- 2 - сердечник

Рис. 1. Схема крестовины острой.

Чтобы колесо на протяжении вредного пространства не изменило своего направления и попало в нужный желоб крестовины необходимо против вредного пространства на соседних рельсовых нитях уложить контррельсы.

1.2.1. Разновидность жестких крестовин.

Жесткие крестовины бывают:

- сборно-рельсовые;
- сборные крестовины типа общей отливки сердечника с изнашиваемой частями усовиков и с рельсовыми усовиками;
- моноблочные;
- цельнолитые.

Наибольшее распространение получили острые крестовины без подвижных элементов, представляющие собой специальные желобчатые конструкции.

Сборно-рельсовые крестовины изготавливаются и собираются полностью из рельсов – сердечник состоит из двух подогнанных друг к другу рельсов по продольной острожке, соединенных между собой и с усовиками системой вкладышей и болтов. К недостаткам относятся большое количество деталей, тщательная подгонка, которые повышают трудоемкость изготовления. Эксплуатация сборно-рельсовых крестовин предполагает повышение затрат по подтяжке крепежных элементов для обеспечения целостности конструкции и безопасности движения (рис. 2).



Рис. 2. Крестовина сборно-рельсовая.

Подъем усовиков возможно образовать путем перековки, наварки или постепенного укладывания подкладок под подошву усовика.

Сборные крестовины типа общей отливки сердечника с изнашиваемой частью усовиков и с рельсовыми усовиками являются с одной из распространенных конструкций.

Существует несколько разновидностей таких крестовин.

Базовая модель этих крестовин представляет собой сборную конструкцию, у которой контакт литого сердечника с рельсовыми усовиками выполнен по специальной

выборке в усовиках, а присоединение примыкающих закрестовинных рубок осуществляется посредством стыковых накладок и крестовинного вкладыша (рис. 3).

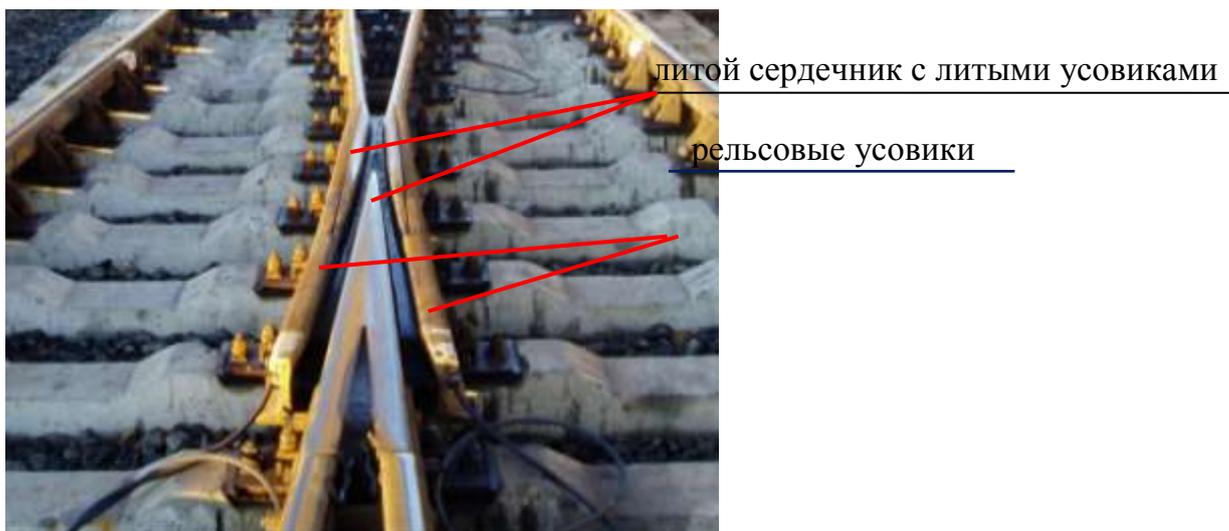


Рис. 3. Крестовина сборная с косой врезкой сердечника.

Сборные крестовины с литыми сердечниками при достаточно высоких эксплуатационных характеристиках имеют ряд существенных недостатков, к которым, в первую очередь относятся:

- низкая надежность вкладыше-накладочного стыка, влекущая его быстрое расстройство в эксплуатации с образованием горизонтальных и вертикальных ступенек со стыкуемыми рельсами;
- резкий перепад жесткости в зоне перекатывания со стыкуемых рельсов на хвостовую часть крестовины;
- невозможность сварки примыкающих рельсов с крестовиной;
- подверженность дефектам зоны передней врезки сердечника в рельсовые усовики;
- повышенные динамические воздействия в зоне заднего стыка крестовин, развитие опасных дефектов в хвостовой части, выкрашиваний и выколов во врезках.

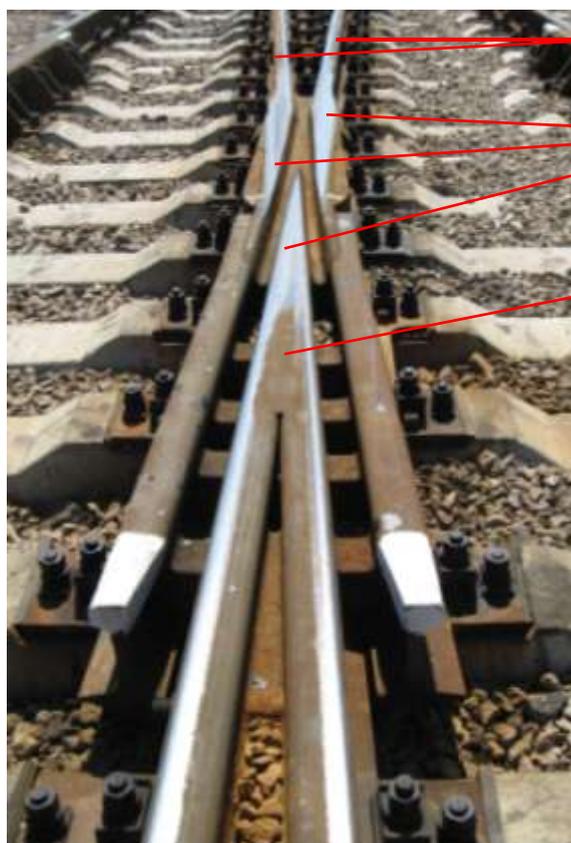
С целью улучшения эксплуатационных показателей этих крестовин, освоены конструкции сборных крестовин с ломаной линией контакта сердечника с усовиками и с удлиненными (приварным или механическим креплением) рельсовыми окончаниями в хвостовой части сердечника (рис. 4).



Рис. 4. Крестовина с ломаной линией контакта сердечника с усовиками.

Моноблочные крестовины.

Чтобы максимально исключить образование дефектов сборной крестовины, разработана конструкция моноблочной крестовины, у которой передняя часть литая. А к хвостовой части приварены V-образные рельсовые окончания (рис. 5).



приварные рельсовые окончания в передней части крестовины

литая часть (моноблок)

приварные V-образные рельсовые окончания

Рис. 5. Крестовина моноблочная с приварными рельсовыми окончаниями.

Применение моноблочной крестовины с приварными рельсовыми окончаниями, полностью исключает:

- спływ и выкрашивание металла рельсового или литого усовика крестовины по линии врезания с последующим образованием поперечных трещин и изломов рельсового усовика;
- скол металла головки в хвостовом торце сердечника крестовины;
- горизонтальные и вертикальные ступеньки в хвосте крестовины;
- образование сверхнормативных зазоров в стыках и, как следствие, обрыв специальных длинных болтов.

Область применения - магистральные стрелочные переводы, вваренные в плети бесстыкового пути.

Цельнолитые крестовины

Наиболее надежными среди жестких крестовин являются цельнолитые крестовины с четырьмя приварными рельсовыми окончаниями (рис. 6).



Рис. 6. Крестовина цельнолитая с четырьмя приварными рельсовыми окончаниями.

Цельнолитые крестовины среди жестких являются наилучшими: они малодетальны, обладают большой устойчивостью и прочностью, имеют большой срок службы.

Для малоскоростных участков технологических линий промышленных предприятий и вспомогательных станционных путей используется разновидность цельнолитой крестовины – крестовина с отлитым контррельсом (самосохраняющаяся) (рис. 7).

Этот тип крестовин позволяет не применять контррельсы, вследствие чего из стоимости стрелочного перевода исключается стоимость контррельсов и расходы по их содержанию. Гребни колес, при прохождении в зоне вредного пространства и у острия сердечника, направляются при помощи возвышающихся охранных реборд высотой 32 мм. Наружные части бандажей колес, легко касаясь реборд, отклоняются в требуемое направление без толчка. Реборды с пологими отводами, постепенно доходят до расстояния от рабочей грани, равного стандартной ширине колесного бандажа.



Рис. 7. Крестовина цельнолитая с отлитым контррельсом.

Цельнолитая конструкция крестовины дает возможность изготавливать криволинейные крестовины, которые при одной и той же длине, и марке стрелочного перевода позволяют увеличить радиус бокового пути, а также различные вариации крестовин для индивидуального применения (рис. 8 и 9).



Рис. 8. Крестовина пересечения совмещенной колеи 1435 мм с колеей 1520 мм.



Рис. 9. Специальная конструкция цельнолитой тупой и двух острых крестовин.

Литую часть сборной и моноблочной крестовины и цельнолитую крестовину изготавливают из высокомарганцевистой стали, содержащей 13 % марганца. Ударная вязкость ее в 4 раза больше, чем у обычной рельсовой стали. В процессе эксплуатации на поверхности катания образуется наклеп, твердость которого примерно в 2,5 раза больше, чем у той же стали до ее эксплуатации. Таким образом, если начальная твердость стали составляет 250 единиц по Бринеллю, то после прохода 20-25 млн.т. брутто груза вследствие наклепа твердость стали может достигать 500 единиц, после чего износ крестовины замедляется. При этом рекомендуется удалить обточкой сплывы металла на боковых поверхностях в начальный период эксплуатации.

1.2.2. Крестовины с непрерывной поверхностью катания с подвижными элементами.

Для повышения скоростей движения применяются крестовины с непрерывной поверхностью катания с подвижными элементами (рис. 10 и 12). Такие крестовины применяются в главных путях новостроящихся или модернизируемых высокоскоростных железнодорожных линий.

Крестовины с подвижными элементами вместе с приводами и переводными устройствами в целом дорожке как в изготовлении, так и в эксплуатации, зато позволяют обходиться без контррельсов и без разрыва рельсовой колеи, который неизбежен в жестких крестовинах в тех местах, где траектория гребня колёс пересекает рельсовую нить другого направления. За счёт этого крестовины с подвижными элементами позволяют достигать гораздо большей плавности прохождения подвижного состава, уменьшать ударные и динамические нагрузки, что позволяет повысить скорость движения подвижного состава при обеспечении безопасности движения.

Преимущества этих крестовин:

- создание непрерывной поверхности катания по прямому и боковому направлению, что обеспечивает срок службы в 4-5 раз больше срока службы жестких крестовин, а также исключают применение контррельсов;

- нет необходимости контролировать критические расстояния между рабочими гранями усювиков и сердечника крестовины по отношению к рабочей грани контррельса из-за отсутствия последнего.

Недостатки:

- потребность установки дополнительного привода с переводным устройством;
- увеличение расходов по обслуживанию дополнительного привода и переводного устройства;
- увеличение расходов по содержанию переводных элементов в части очистки от загрязнения и стабилизации от угона;
- повышенный контроль положения подвижных элементов по отношению к неподвижным в части прилегания и взаимного расположения поверхностей головок.



Рис. 10. Крестовина с непрерывной поверхностью катания с подвижным сердечником.

У каждого производителя различные конструктивные особенности крестовин с подвижными элементами (рис. 11).



Рис. 11. Конструктивные варианты крестовин с подвижным сердечником.

Разновидностью крестовин с непрерывной поверхностью катания являются крестовины с подвижными усовиками (рис. 12).

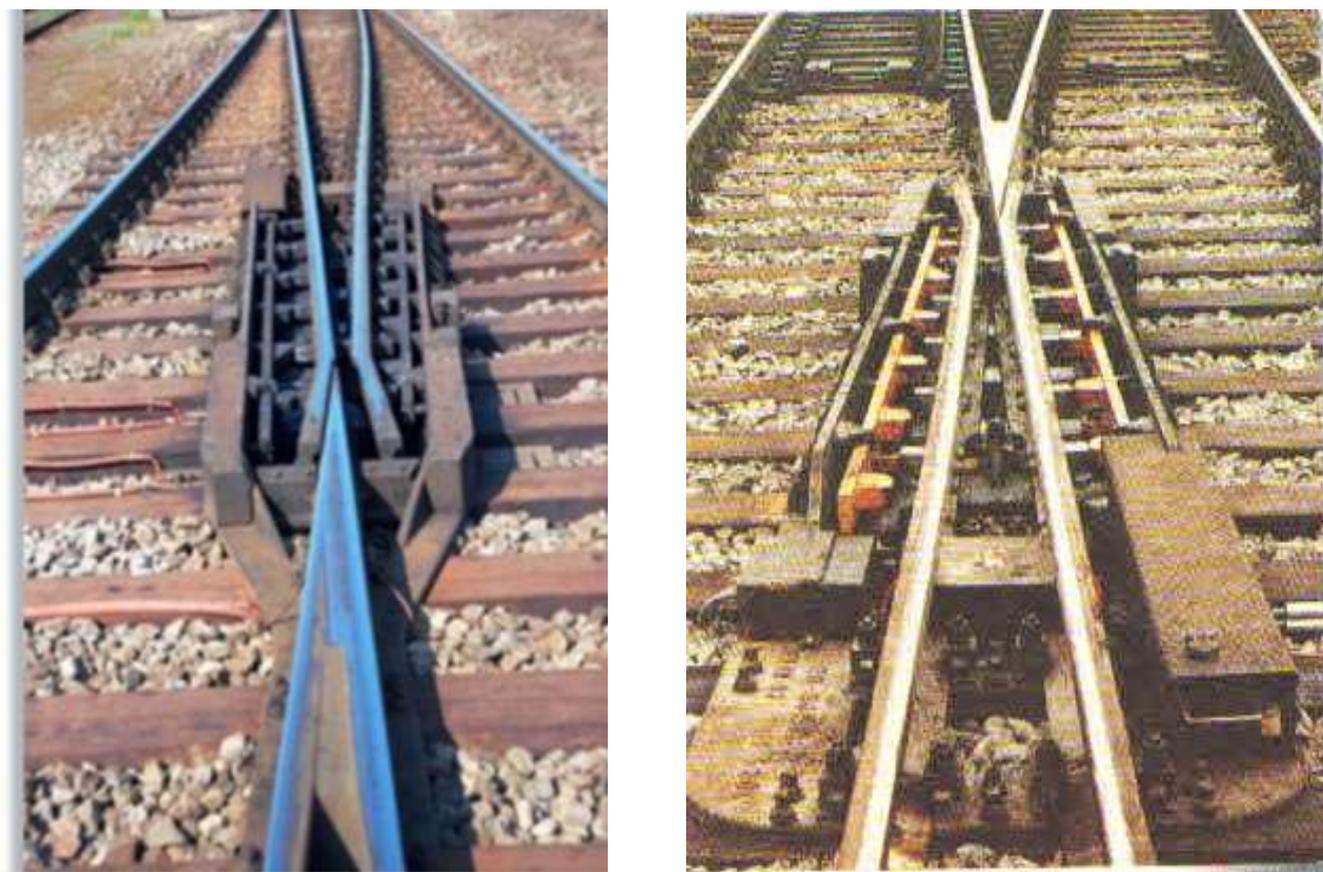


Рис. 12. Крестовины с подвижными усовиками.

Крестовины с подвижным сердечником классифицируются:

а) по видам конструкции сердечника в корне:

- с обычными стыками в корнях двух ветвей упругого (пружинящего) сердечника;
- с обычным стыком в корне одной ветви упругого сердечника и косым, скользящим стыком другой его ветви;
- с поворотным устройством (с вкладышем и накладками) у корней двух ветвей сердечника;
- со шкворневым устройством в корне сердечника;
- с двумя косыми скользящими стыками у корней двух ветвей сердечника (с корневым мостиком);

б) по конструкции усовиков:

- с литыми усовиками из высокомарганцовистой стали;
- со сборными усовиками из рельсов специального профиля;

в) по конструкции сердечника:

- со сборным сердечником из рельсов специального профиля, соединенных болтами, который по виду может быть поворотным, гибко-поворотным или гибким;
- с литым сердечником из высокомарганцовистой стали.

Кроме того, различают крестовины с подвижными элементами:

- с одиночным подвижным рельсом;
- с двойными подвижными рельсами;
- с одним подвижным усовиком;
- с двумя подвижными усовиками.

Основные требования по применению крестовин с непрерывной поверхностью катания:

- перевод остряков стрелки и подвижного элемента крестовины должен быть согласован и обеспечить прохождение подвижного состава в требуемом направлении; Подвижные элементы крестовин должны переводиться одновременно со стрелкой, и движение по ним возможно только по той колее, на которую переведена стрелка;

- приводы стрелочных переводов с крестовинами с подвижными элементами могут быть обеспечены внешними (или внутренними) замыкателями, которые повышают надежность фиксации остряков стрелок и подвижных элементов крестовины в требуемом положении;

- на крестовинах пологих марок необходимо устанавливать такое количество упоров, которое обеспечило бы проектное положение сердечника после перевода и замыкания;

- на примыкающих участках к стрелочному переводу с крестовинами с непрерывной поверхностью катания могут быть установлены уравнильные устройства или другие устройства (технические решения), которые исключают давление плетей на элементы стрелочного перевода.

2. РЕКОМЕНДАЦИИ ПО УЛУЧШЕНИЮ КРЕСТОВИН

Улучшение крестовин можно разделить на следующие направления:

- конструктивные;
- технологические;
- эксплуатационные.

2.1. Конструктивные улучшения.

С целью оптимального использования крестовины ее конструкция определяется условиями эксплуатации (осевые нагрузки подвижного состава, скорость движения, грузонапряженность участка).

Учитывая тенденции развития технологических возможностей производителей и стремление служб эксплуатации к снижению эксплуатационных затрат, рекомендуется исключить использование сборно-рельсовых крестовин с заменой их на сборные крестовины типа общей отливки сердечника с изнашиваемой частью усовиков и с рельсовыми усовиками. Более прогрессивной по конструкции есть моноблочная или цельнолитая крестовина с четырьмя приварными рельсовыми окончаниями. На скоростных участках рекомендуется использовать только крестовины с непрерывной поверхностью катания.

Основная причина отказа жестких крестовин – интенсивный износ литой части усовиков в сечениях с шириной сердечника 0-20 мм. При проектировании крестовины рекомендуется максимально учитывать профиль поверхности обода колес подвижного состава. Выполнение на поверхности катания литых усовиков превышения над поверхностью катания сердечника по линии уклона рабочей поверхности колес подвижного состава увеличивает срок службы крестовин в 2 и более раз (рис. 13).

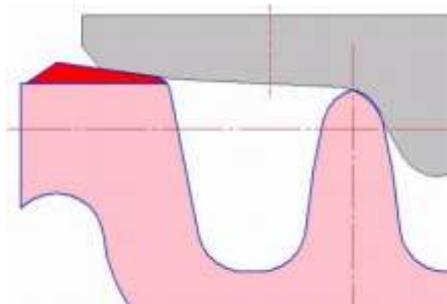


Рис. 13. Превышение усовика над поверхностью катания сердечника.

Обоснованное сужение ширины желобов способствует уменьшению длины «мертвого» пространства, а, следовательно, и перенос точки перекатывания колес с литого усовика на сердечник на более широкие сечения сердечника, что увеличивает срок службы крестовины.

С целью снижения динамических воздействий в хвостовых зонах крестовин вместо вкладышно-накладочной конструкции стыков необходимо применять крестовины с литыми или приварными рельсовыми окончаниями.

2.2. Технологические улучшения изготовления крестовин.

Для обеспечения нормальной работы крестовины должны быть прочными и износостойкими, поскольку они подвергаются высоким динамическим воздействиям. Актуальная проблема повышения эксплуатационной стойкости решается усовершенствованием технологии изготовления – оптимизации химического состава стали с повышенной усталостной прочностью, что обеспечивает эффективное восприятие ударных нагрузок и снижение интенсивности износа, применение современных методов упрочнения поверхности катания (например, взрывом или методом науглероживания).

Достаточно распространен метод наплавки быстроизнашиваемых зон специальными наплавочными материалами.

Снижению дефектности крестовин при эксплуатации способствуют современные методы контроля концов отливок и приварных рельсовых окончаний на специальных рентген-аппаратах.

Приварку рельсовых окончаний необходимо выполнять на стыкосварочных машинах, обеспеченных компьютерным контролем режимов сварки.

Для получения более точных размеров отливок и уменьшения поверхностных дефектов необходимо применять современные технологии литья (например, ХТС с использованием холоднотвердеющих смесей).

2.3. Эксплуатационные улучшения.

2.3.1. Требования по укладке крестовин.

Немаловажное влияние на стойкость крестовин оказывает правильность укладки крестовин, которая должна четко соответствовать проектным параметрам пути (угол, ширина колеи, междупутье, раскладка брусьев).

Особого внимания требует содержание крестовин:

- *Дренаж.* Основание под крестовиной должно быть дренирующим для удаления вод с земляного полотна;

- *Балласт.* Толщина и вид балластного слоя под крестовинами должна быть не менее толщины балластного слоя на примыкающих участках пути.

- *Подбивка.* Для обеспечения устойчивости крестовины необходимо регулярно проводить подбивку всех шпал и брусьев и уплотнение балласта под ними.

- *Брусья.* Расстояние между брусьями должно обеспечивать возможность выполнения работ по выправке и других технологических операций.

- *Содержание.* Зачистку сплывов металла по всей рабочей поверхности высокомарганцовистых крестовин и особенно в зоне сварного шва крестовин с приварными рельсовыми окончаниями рекомендуется выполнять в соответствии с указаниями железнодорожных администраций.

2.3.2. Регенерация жестких крестовин.

Для увеличения срока службы жестких крестовин следует их реновировать (ремонтировать) наплавкой в пути или на ремонтных базах в зависимости от эксплуатационных условий, величины износа и наличия технических возможностей.

Реновацию допускается выполнять на жестких крестовинах всех конструкций, включая крестовины, упрочненные взрывом, в соответствии с разработанным технологическим процессом наплавки.

Наплавку крестовин могут выполнять специально обученные сварщики, имеющие доступ к работам и соответствующее свидетельство.

При выполнении работ в пути необходимо соблюдать не только требования инструкции по наплавке, а и выполнять правила выполнения путевых работ. С целью достижения требуемого качества наплавки необходимо рассчитать интервал прохождения подвижных составов, который бы позволил выполнить технологические требования по подогреву перед наплавкой, охлаждению после наплавки, а также накатыванию наплавленного слоя колесами подвижного состава у крестовин из высокомарганцовистой стали.

Независимо от рода применяемых материалов и технологии выполнения работ крестовины следует подготовить к реновации:

- провести сортировку крестовин по величине износа или дефектности поверхности с целью принятия решения о дальнейшем их применении после ремонта в соответствии с действующей классификацией;

- сплывы и все поверхностные дефекты необходимо устранить шлифовкой до чистого металла на глубину не менее 2 мм, чтобы удалить перенаклепанный слой металла;

- провести дефектоскопию;

- подобрать сварочные материалы, которые обеспечивают надежное соединение с основным металлом крестовины и обеспечить износостойкость и трещиностойкость.

После выполнения работ по наплавке, поверхности необходимо зачистить или обработать до проектных размеров, провести дефектоскопию.

В случае обнаружения дефектов после завершения работ по наплавке допускается удаление дефектов дополнительной обработкой, а наплавку повторить. При невозможности такого удаления крестовина бракуется.