



НАЦИОНАЛЬНЫЙ
СТАНДАРТ
РОССИЙСКОЙ
ФЕДЕРАЦИИ

ГОСТ Р
51685 –
20__

(проект,
окончательная
редакция)

РЕЛЬСЫ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНЫЕ

Общие технические условия

Настоящий проект стандарта не подлежит применению до его утверждения

Предисловие

1 РАЗРАБОТАН Акционерным обществом «Научно-исследовательский институт железнодорожного транспорта (АО «ВНИИЖТ»), Акционерным обществом «Уральский институт металлов» (АО «УИМ»), Акционерным обществом «Научно-исследовательский институт мостов и дефектоскопии» (АО «НИИ мостов»), Обществом с ограниченной ответственностью ««Евраз торговая компания» (ООО «Евраз ТК»), Акционерным обществом «ЕВРАЗ Нижнетагильский металлургический комбинат» (АО «ЕВРАЗ НТМК»), Акционерным обществом «Объединенный Западно-Сибирский металлургический комбинат» (АО «ЕВРАЗ ЗСМК»), Обществом с ограниченной ответственностью «Управляющая компания «Мечел-Сталь» (ООО «УК Мечел-Сталь»), Публичным акционерным обществом «Челябинский металлургический комбинат» (ПАО «ЧМК»), Открытым акционерным обществом «Российские железные дороги» (ОАО «РЖД»).

2 ВНЕСЕН Техническими комитетами по стандартизации ТК 45 «Железнодорожный транспорт» и ТК 367 «Чугун, прокат и металлоизделия».

3 УТВЕРЖДЕН И ВВЕДЕН В ДЕЙСТВИЕ Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от «__» _____ 20__ г. № ____-ст

4 ВЗАМЕН ГОСТ Р 51685–2013

5. Настоящий стандарт может применяться для целей подтверждения соответствия рельсов требованиям технических регламентов ТР ТС 002/2011 «О безопасности высокоскоростного железнодорожного транспорта», ТР ТС 003/2011 «О безопасности инфраструктуры железнодорожного транспорта» при условии включения данного стандарта в перечень стандартов, в результате применения которых на добровольной основе обеспечивается соблюдение требований указанных технических регламентов и в перечень стандартов, содержащих правила и методы исследований (испытаний) и измерений, в том числе правила отбора образцов необходимые для применения и исполнения требований соответствующих технических регламентов:

- пункты 5.4.1 – 5.4.3, 5.5, 5.6.2, 5.8, 5.11.2, 5.13.1.1 и 5.13.2.1, 5.13.6, 5.15–5.18, а также 5.1.3 (при отсутствии данных по безотказности рельсов данного производства) содержат минимально необходимые требования безопасности рельсов;

- пункты 6.7.3 – 6.7.8 устанавливают правила отбора образцов рельсов, проб и образцов от проб и рельсов для проведения испытаний на соответствие требованиям безопасности;

- пункты 7.4 – 7.6, 7.8, 7.11, 7.13, 7.15 – 7.18 устанавливают правила и методы исследований (испытаний) и измерений, необходимые для применения и исполнения требований по безопасности.

Правила применения настоящего стандарта установлены в статье 26 Федерального закона "О стандартизации в Российской Федерации". Информация об изменениях к настоящему стандарту публикуется в годовом (по состоянию на 1 января текущего года) информационном указателе "Национальные стандарты", а официальный текст изменений и поправок – в ежемесячно издаваемом информационном указателе "Национальные стандарты". В случае пересмотра (замены) или отмены настоящего стандарта соответствующее уведомление будет опубликовано в ближайшем выпуске ежемесячного информационного указателя "Национальные стандарты". Соответствующая информация, уведомление и тексты размещаются также в информационной системе общего пользования – на официальном сайте федерального органа исполнительной власти в сфере стандартизации в сети Интернет (www.rst.gov.ru).

© Стандартиформ, 20__

Настоящий стандарт не может быть полностью или частично воспроизведен, тиражирован и распространен в качестве официального издания без разрешения Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии

Содержание

| | |
|--|--|
| 1 Область применения | |
| 2 Нормативные ссылки | |
| 3 Термины, определения, обозначения и сокращения | |
| 4 Классификация и категории рельсов | |
| 5 Технические требования | |
| 5.1 Общие положения | |
| 5.2 Конструкция и размеры | |
| 5.2.1 Форма и основные размеры поперечного сечения рельсов | |
| 5.2.2 Длина рельсов | |
| 5.2.3 Болтовые и другие отверстия в рельсах | |
| 5.2.4 Перпендикулярность торцов рельсов | |
| 5.2.5 Отклонение рельсов от прямолинейности | |
| 5.2.6 Скручивание рельсов | |
| 5.3 Требования к технологии производства | |
| 5.4 Химический состав | |
| 5.5 Загрязненность рельсов неметаллическими включениями | |
| 5.6 Внутренние дефекты и дефекты макроструктуры | |
| 5.7 Качество поверхности | |
| 5.8 Механические свойства | |
| 5.9 Твердость рельсов | |
| 5.10 Копровая прочность рельсов | |
| 5.11 Остаточные напряжения | |
| 5.12 Микроструктура | |
| 5.13 Маркировка | |
| 5.14 Остаточная магнитная индукция | |
| 5.15 Предел выносливости рельсов | |
| 5.16 Скорость роста усталостной трещины | |
| 5.17 Циклическая трещиностойкость | |
| 5.18 Статическая трещиностойкость | |
| 6 Правила приемки | |
| 6.1 Общие положения | |
| 6.2 Приемо-сдаточные испытания рельсов | |
| 6.3 Отбор проб для приемо-сдаточных испытаний рельсов | |
| 6.4 Порядок приемки рельсов при отрицательных результатах первичных приемо-сдаточных испытаний | |
| 6.5 Периодические испытания рельсов | |
| 6.6 Типовые испытания рельсов | |
| 6.7 Испытания рельсов при подтверждении соответствия требованиям технических регламентов | |
| 7 Методы контроля | |
| 7.1 Контроль размеров и формы поперечного сечения, диаметра и расположения болтовых отверстий, перпендикулярности торцов рельсов | |
| 7.2 Контроль длины рельсов | |
| 7.3 Контроль прямолинейности рельсов в целом | |

| | |
|------------------------------|--|
| 7.4 | Контроль отклонений от прямолинейности в элементах рельсов..... |
| 7.5 | Контроль скручивания рельсов..... |
| 7.6 | Контроль химического состава |
| 7.7 | Контроль рельсов на отсутствие флокенов |
| 7.8 | Контроль загрязненности неметаллическими включениями |
| 7.9 | Контроль внутренних дефектов и дефектов макроструктуры рельсов..... |
| 7.10 | Контроль качества поверхности рельсов. |
| 7.11 | Контроль механических свойств рельсов |
| 7.12 | Контроль твердости рельсов..... |
| 7.13 | Контроль копровой прочности рельсов |
| 7.14 | Контроль остаточных напряжений..... |
| 7.15 | Контроль микроструктуры..... |
| 7.16 | Контроль маркировки рельсов |
| 7.17 | Контроль остаточной магнитной индукции..... |
| 7.18 | Контроль предела выносливости..... |
| 7.19 | Контроль скорости роста усталостной трещины |
| 7.20 | Контроль циклической трещиностойкости |
| 7.21 | Контроль статической трещиностойкости |
| 7.22 | Полигонные испытания..... |
| 8 | Транспортирование и хранение |
| 8.1 | Транспортирование..... |
| 8.2 | Хранение..... |
| 9 | Гарантии изготовителя..... |
| 10 | Указания по эксплуатации |
| 10.1 | Общие указания..... |
| 10.2 | Предельные состояния, скорости движения, осевые нагрузки..... |
| Приложение А (обязательное) | Метод определения гамма-процентной наработки рельсов до отказа при ресурсных испытаниях..... |
| Приложение Б (рекомендуемое) | Рекомендуемые сферы рационального применения рельсов различных категорий |
| Приложение В (обязательное) | Схема и примеры обозначения рельсов при заказе..... |
| Приложение Г (справочное) | Размеры рельсов, используемые для построения прокатных калибров |
| Приложение Д (справочное) | Расчетные параметры конструкций рельсов..... |
| Приложение Е (обязательное) | Схема контроля отклонений рельсов от прямолинейности и скручивания |
| Приложение Ж (обязательное) | Шкала макроструктуры рельсов |
| Приложение И (обязательное) | Неразрушающий контроль рельсов |
| Приложение К (обязательное) | Шаблоны для контроля размеров и формы поперечного сечения рельсов, размеров и расположения болтовых отверстий, скручивания концов рельсов..... |
| Приложение Л (обязательное) | Метод металлографического определения загрязненности рельсов неметаллическими включениями по эталонным изображениям..... |

| | |
|---|--|
| Приложение М (обязательное) Характерные микроструктуры, содержащие бейнит | |
| Библиография..... | |

Введение

Разработка нового стандарта взамен действующего ГОСТ Р 51685–2013 с изменением № 1 осуществлена в целях поддержания доказательной базы для обеспечения выполнения обязательных требований технических регламентов Таможенного союза «О безопасности инфраструктуры железнодорожного транспорта» ТР ТС 003/2011 и «О безопасности высокоскоростного железнодорожного транспорта» ТР ТС 002/2011 в условиях совершенствования системы технического регулирования, а также для дальнейшего повышения качества, эксплуатационной надежности и конкурентоспособности отечественных железнодорожных рельсов в современных условиях эксплуатации на Российских железных дорогах.

Для учета накопившегося за последние годы опыта применения стандарта, замечаний и предложений заинтересованных организаций в национальном стандарте введены новые категории рельсов, откорректированы отдельные имевшиеся в ГОСТ Р 51685-2013 требования и методы испытаний, откорректированы рекомендации по сферам рационального применения рельсов новых категорий.

НАЦИОНАЛЬНЫЙ СТАНДАРТ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

РЕЛЬСЫ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНЫЕ

Общие технические условия

Railway rails. General specifications

Дата введения – 20__–__–__

1 Область применения

Настоящий стандарт распространяется на железнодорожные рельсы, исполнения УХЛ 1 по ГОСТ 15150 (далее – рельсы), предназначенные для эксплуатации в конструкции железнодорожных путей шириной колеи 1520 мм общего и необщего пользования, железнодорожных технологических путей организаций, железнодорожных путей метрополитенов.

2 Нормативные ссылки

В настоящем стандарте использованы нормативные ссылки на следующие стандарты:

ГОСТ 2.602 Единая система конструкторской документации. Ремонтные документы

ГОСТ 9.014 Единая система защиты от коррозии и старения. Временная противокоррозионная защита изделий. Общие требования

ГОСТ 15.309 Система разработки и постановки продукции на производство. Испытания и приемка выпускаемой продукции. Основные положения

ГОСТ 25.502 Расчеты и испытания на прочность в машиностроении. Методы механических испытаний металлов. Методы испытаний на усталость

ГОСТ 25.506 Расчеты и испытания на прочность. Методы механических испытаний металлов. Определение характеристик трещиностойкости (вязкости разрушения) при статическом нагружении

ГОСТ 166 (ИСО 3599–76) Штангенциркули. Технические условия

ГОСТ 427 Линейки измерительные металлические. Технические условия

ГОСТ 1497 (ИСО 6892–84) Металлы. Методы испытаний на растяжение

ГОСТ 1763 (ИСО 3887–77) Сталь. Методы определения глубины обезуглероженного слоя

ГОСТ 2789 Шероховатость поверхности. Параметры и характеристики

ГОСТ 3749 Угольники поверочные 90°. Технические условия

ГОСТ 7502 Рулетки измерительные металлические. Технические условия

ГОСТ 7565 Чугун, сталь и сплавы. Метод отбора проб для определения химического состава

ГОСТ 8026 Линейки поверочные. Технические условия

ГОСТ 8233 Сталь. Эталоны микроструктуры

ГОСТ 9012 (ИСО 410–82, ИСО 6506–81) Металлы. Метод измерения твердости по Бринеллю

ГОСТ 9454 Металлы. Метод испытания на ударный изгиб при пониженных, комнатной и повышенных температурах

ГОСТ 10243 Сталь. Методы испытаний и оценки макроструктуры

ГОСТ 15150 Машины, приборы и другие технические изделия. Исполнения для различных климатических районов. Категории, условия эксплуатации, хранения и транспортирования в части воздействия климатических факторов внешней среды

ГОСТ 16504 Система государственных испытаний продукции. Испытания и контроль качества продукции. Основные термины и определения

ГОСТ 17745 Стали и сплавы. Методы определения газов

ГОСТ 18895 Сталь. Метод фотоэлектрического спектрального анализа

ГОСТ 21014 Прокат черных металлов. Термины и определения дефектов поверхности

ГОСТ 22261 Средства измерений электрических и магнитных величин. Общие технические условия

ГОСТ 22536.1 Сталь углеродистая и чугун нелегированный. Методы определения общего углерода и графита

ГОСТ 22536.2 Сталь углеродистая и чугун нелегированный. Методы определения серы

ГОСТ 22536.3 Сталь углеродистая и чугун нелегированный. Методы определения фосфора

ГОСТ 22536.4 Сталь углеродистая и чугун нелегированный. Методы определения кремния

ГОСТ 22536.5 (ИСО 629–82) Сталь углеродистая и чугун нелегированный.

Методы определения марганца

ГОСТ 22536.7 Сталь углеродистая и чугун нелегированный. Методы определения хрома

ГОСТ 22536.8 Сталь углеродистая и чугун нелегированный. Методы определения меди

ГОСТ 22536.9 Сталь углеродистая и чугун нелегированный. Методы определения никеля

ГОСТ 22536.10 Сталь углеродистая и чугун нелегированный. Методы определения алюминия

ГОСТ 22536.11 Сталь углеродистая и чугун нелегированный. Методы определения титана

ГОСТ 22536.12 Сталь углеродистая и чугун нелегированный. Методы определения ванадия

ГОСТ 25346 (ISO 286-2:2010) Основные нормы взаимозаменяемости. Характеристики изделий геометрические. Система допусков на линейные размеры. Основные положения, допуски, отклонения и посадки

ГОСТ 26877Metalлопродукция. Методы измерений отклонений формы

ГОСТ 28033 Сталь. Метод рентгенофлуоресцентного анализа

ГОСТ 30893.1 Основные нормы взаимозаменяемости. Общие допуски. Предельные отклонения линейных и угловых размеров с неуказанными допусками

ГОСТ 32192 Надежность в железнодорожной технике. Основные понятия. Термины и определения

ГОСТ ISO/IEC 17025 Общие требования к компетентности испытательных и калибровочных лабораторий

ГОСТ Р 1.3 Стандартизация в Российской Федерации. Технические условия на продукцию. Общие требования к содержанию, оформлению, обозначению и обновлению

ГОСТ Р 2.601 Единая система конструкторской документации. Эксплуатационные документы

ГОСТ Р 8.563 Государственная система обеспечения единства измерений. Методики (методы) измерений

ГОСТ Р 27.102 Надежность в технике. Надежность объекта. Термины и определения

ГОСТ Р 50542 Изделия из черных металлов для верхнего строения рельсовых путей. Термины и определения

ГОСТ Р 50779.12 Статистические методы. Статистический контроль качества. Методы случайного отбора выборок штучной продукции.

ГОСТ Р 54153 Сталь. Метод атомно-эмиссионного спектрального анализа

ГОСТ Р 56541 Оценка соответствия. Общие правила идентификации продукции для целей оценки подтверждения соответствия требованиям технических регламентов Таможенного союза

ГОСТ Р 58973 Оценка соответствия. Правила оформления протоколов испытаний

ГОСТ Р ИСО 14284 Сталь и чугун. Отбор и подготовка образцов для определения химического состава

Примечание – При пользовании настоящим стандартом целесообразно проверить действие ссылочных стандартов (сводов правил и/или классификаторов) в информационной системе общего пользования - на официальном сайте Федерального органа исполнительной власти в сфере стандартизации в сети Интернет или по ежегодно издаваемому информационному указателю "Национальные стандарты", который опубликован по состоянию на 1 января текущего года, и по выпускам ежемесячно издаваемого информационного указателя "Национальные стандарты" за текущий год. Если заменен ссылочный стандарт (документ), на который дана недатированная ссылка, то рекомендуется использовать действующую версию этого стандарта (документа) с учетом всех внесенных в данную версию изменений. Если заменен ссылочный стандарт (документ), на который дана датированная ссылка, то рекомендуется использовать версию этого стандарта (документа) с указанным выше годом утверждения (принятия). Если после утверждения настоящего стандарта в ссылочный стандарт (документ), на который дана датированная ссылка, внесено изменение, затрагивающее положение, на которое дана ссылка, то это положение рекомендуется применять без учета данного изменения. Если ссылочный стандарт (документ) отменен без замены, то положение, в котором дана ссылка на него, рекомендуется применять в части, не затрагивающей эту ссылку.

3 Термины, определения, обозначения и сокращения

3.1 Термины и определения

В настоящем стандарте применены термины по ГОСТ Р 50542, ГОСТ 27.002, ГОСТ 16504, ГОСТ 21014, ГОСТ 25346, ГОСТ 26877, ГОСТ 32192, а также следующие термины с соответствующими определениями:

3.1.1 болтовые отверстия: Отверстия в шейке на концах рельсов, предназначенные для болтового соединения стыковых соединений рельсов железных дорог широкой колеи с использованием накладок.

3.1.2 винтовые следы от сверления: Риски на поверхности болтовых отверстий, образовавшиеся при сверлении.

3.1.3 владелец инфраструктуры: Юридическое лицо или индивидуальный предприниматель, имеющий инфраструктуру на праве собственности или ином праве и оказывающий услуги по ее использованию на основании соответствующих лицензии и договора, а также обладающий правами допуска к использованию на инфраструктуре технических средств.

[ГОСТ 33477–2015, статья 3.2]

3.1.4 гамма-процентная наработка (ресурс) до отказа (γ-процентная наработка): Величина пропущенного тоннажа (в млн т брутто) при ресурсных испытаниях, в течение которых рельсы опытной партии не достигают предельного состояния с заданной вероятностью, определяемой допускаемой по условию обеспечения безопасности движения нормируемой величиной выхода рельсов по определенным видам дефектов γ (гамма), выраженной в процентах.

3.1.5 гарантийная наработка: Численное значение наработки пропущенного по рельсам тоннажа до истечения гарантийных обязательств изготовителя рельсов, измеряемое в млн т брутто.

3.1.6 дифференцированное упрочнение: Технология термической обработки, обеспечивающая разные скорости охлаждения по элементам поперечного сечения рельса.

Примечание – Элементами сечения рельса являются: головка рельса, шейка рельса и подшва рельса в соответствии с рисунком 1.

3.1.7 задир: Клиновидное частичное отслоение металла на поверхности болтовых отверстий в рельсах, возникшее при нарушении технологии изготовления рельса или сверления болтовых отверстий.

3.1.8 износостойкость: Сопротивление износу, обратно пропорциональное интенсивности износа, определяемое как отношение пропущенного тоннажа к величине прироста износа за данный временной отрезок, измеряемое в млн т брутто/мм.

3.1.9 испытательный полигон объектов и элементов инфраструктуры железнодорожного транспорта (далее — испытательный полигон): Участок железнодорожной инфраструктуры (путей общего и/или необщего пользования), оснащенный испытательным оборудованием, обеспечивающий проведение испытаний объектов и элементов инфраструктуры железнодорожного транспорта в условиях, близких к условиям их штатной эксплуатации, установленных в нормативной и технической документации, прошедший аттестацию и имеющий разрешительную документацию.

3.1.10 контактная выносливость: Сопротивление металла развитию процессов контактной усталости, характеризуемое длительностью эксплуатации рельса в условиях поверхностной пластической деформации до образования и развития поверхностных трещин и выкрашиваний металла.

3.1.11 контрольный рельс: Рельс, прокатанный из непрерывно литой заготовки, соответствующей началу или концу разливки одной или серии плавов (до порезки на мерные длины), от которого отбирают пробы для приемо-сдаточных испытаний.

3.1.12 опорный отражатель: Искусственный отражатель ультразвуковых волн в образце объекта контроля или поверхность объекта контроля, используемые для настройки чувствительности контроля.

3.1.13 плавка: Масса стали, выплавляемая одновременно в сталеплавильном агрегате.

3.1.14 полнопрофильная проба: Отрезок рельса полного сечения заданной длины, предназначенный для испытаний.

3.1.15 рельс (железнодорожный широкой колеи): Стальное изделие в виде проката специального фасонного профиля, установленного типоразмера, состоящее из головки, шейки и подошвы, изготовленное с применением механической и, при необходимости, термической обработки, предназначенное для эксплуатации в верхнем строении путей железнодорожного транспорта, метрополитенов и изготовления стрелочных переводов.

3.1.16 рельсы общего назначения: Рельсы, предназначенные для прямых и кривых (с радиусом более 650 м) участков звеньев и бесстыкового железнодорожного пути общего и необщего пользования, а также для производства стрелочных переводов.

3.1.17 рельсы специального назначения: Рельсы, предназначенные для применения в установленных условиях эксплуатации.

3.1.18 серия плавов: Ряд плавов стали одной марки, разливаемых «плавка на плавку» через один промежуточный ковш.

3.1.19 сканирование: Процесс регламентированного перемещения преобразователя по поверхности (или над поверхностью) контролируемого объекта при дефектоскопии или перемещения контролируемого объекта относительно преобразователя.

3.1.20 скоростное совмещенное движение: Способ организации движения железнодорожного подвижного состава, при котором по одним и тем же железнодорожным путям осуществляют скоростное пассажирское движение, совмещенное с грузовым и пассажирским.

3.1.21 смежные плавки: Предыдущая и последующая плавки по отношению к данной плавке в серии непрерывно-разлитых плавков.

3.1.22 технологические отверстия: Отверстия в шейке рельса, предназначенные для монтажа соединителей электрических рельсовых цепей.

3.1.23 типовой представитель: Рельс одного вида термического упрочнения, заявленных класса прямолинейности, точности профиля, качества поверхности, класса твердости, независимо от наличия отверстий, результаты сертификационных испытаний которого, при подтверждении соответствия, распространяются на все рельсы данного типа и класса твердости, с иными длинами и сочетаниями классов прямолинейности, точности профиля, качества поверхности и назначения.

3.1.24 условно-дефектный рельс: Рельс, содержащий один или более участков, на которых при первичном контроле информативный параметр неразрушающего метода контроля, принятый в качестве признака дефекта, выходит за пределы уровня сигнала при заданном значении условной чувствительности, установленным настоящим стандартом.

3.1.25 условный размер несплошности: Расстояние по длине рельса между крайними положениями преобразователя, в которых фиксируют сигнал от несплошности при заданном значении условной чувствительности.

3.2 Обозначения и сокращения

3.2.1 В настоящем стандарте применены следующие обозначения групп неметаллических включений:

EB – строчечные глобулярные включения;

ED – отдельные глобулярные включения;

EFB-β – строчечные (остроугольные) цветные нитридные и карбонитридные включения.

3.2.2 В настоящем стандарте применены следующие сокращения:

НК – неразрушающий контроль;

ЭМАП – электромагнитоакустический преобразователь.

4 Классификация и категории рельсов

4.1 Рельсы классифицируют по типам, назначению, термическому упрочнению, минимальной твёрдости поверхности катания, точности изготовления профиля, значениям отклонений от прямолинейности, качеству поверхности, наличию отверстий в шейке рельса и другим параметрам.

4.1.1 Рельсы подразделяют по типам.

Тип рельсов обозначают буквой «Р» и двузначным числом, соответствующим значению массы в килограммах (округленному до целого) одного метра рельса данного профиля.

Пример – Условные обозначения типа рельсов: Р50, Р65, Р75.

4.1.2 Рельсы подразделяют по классу точности изготовления профиля (классу профиля):

- XX (высокой точности);
- X (повышенной точности);
- Y (обычной точности).

4.1.3 Рельсы подразделяют по классу прямолинейности:

- А (высокой прямолинейности);
- В (повышенной прямолинейности);
- С (обычной прямолинейности).

4.1.4 Рельсы подразделяют по классу качества поверхности:

- Е (повышенного качества поверхности);
- Р (обычного качества поверхности).

4.1.5 Рельсы подразделяют по наличию болтовых отверстий на концах рельсов для звеньевого и отсутствию болтовых отверстий – для бесстыкового железнодорожного пути:

- с отверстиями;
- без отверстий.

4.1.6 Рельсы подразделяют по виду термического упрочнения:

- ДТ (подвергнутые дифференцированному упрочнению по сечению рельса);
- ОТ (подвергнутые объемной закалке и отпуску);
- НТ (нетермоупрочненные).

4.1.7 Рельсы подразделяют по классу твердости (минимальной твердости по Бринеллю на поверхности катания головки рельса в точке 1 на рисунке 3):

- 400 (термоупрочненные, высокой твёрдости);

- 370 (термоупрочненные, повышенной твёрдости);
- 350 (термоупрочненные, обычной твёрдости);
- 320 (нетермоупрочненные, высокой твёрдости);
- 300 (нетермоупрочненные, повышенной твёрдости);
- 260 (нетермоупрочненные, обычной твёрдости).

4.1.8 Рельсы подразделяют по назначению:

а) рельсы общего назначения;

б) рельсы специального назначения:

1) ИК (с особыми свойствами износостойкости и контактной выносливости);

2) ВС (для высокоскоростного пассажирского движения);

3) СС (для скоростного пассажирского движения, совмещённого с грузовым и пассажирским);

4) НН (низкотемпературной надежности).

4.2 В зависимости от вида термического упрочнения, класса твердости и назначения, указанных в 4.1, рельсы подразделяют по категориям. Классификация рельсов по категориям и краткая характеристика категорий приведены в таблице 1.

Т а б л и ц а 1 – Категории рельсов и их краткая характеристика

| Обозначение категории рельсов | Краткая характеристика категорий рельсов |
|-------------------------------|--|
| ДТ400ИК | Дифференцированно термоупрочненные, высокой износостойкости и контактной выносливости |
| ДТ370ИК, ОТ370ИК | Объемно или дифференцированно термоупрочненные, повышенной износостойкости и контактной выносливости |
| ДТ370ВС | Дифференцированно термоупрочненные, повышенной твердости, для высокоскоростного пассажирского движения |
| ДТ370СС | Дифференцированно термоупрочненные, повышенной твердости, для скоростного совмещенного пассажирского и грузового движения |
| ДТ370НН | Дифференцированно термоупрочненные, повышенной твердости, низкотемпературной надежности |
| ДТ370 | Дифференцированно термоупрочненные, повышенной твердости, общего назначения |
| ДТ350ВС | Дифференцированно термоупрочненные, обычной твердости для высокоскоростного пассажирского движения |
| ОТ350СС, ДТ350СС | Объемно или дифференцированно термоупрочненные, обычной твердости, для скоростного пассажирского движения совмещенного с пассажирским и грузовым |
| ОТ350НН, ДТ350НН | Объемно или дифференцированно термоупрочненные, обычной твердости, низкотемпературной надежности |
| ОТ350, ДТ350 | Объемно или дифференцированно термоупрочненные, обычной твердости, общего назначения |

Окончание таблицы 1

| Обозначение категории рельсов | Краткая характеристика категорий рельсов |
|-------------------------------|---|
| НТ320ВС | Нетермоупрочненные, высокой твердости, для высокоскоростного пассажирского движения |
| НТ320 | Нетермоупрочненные, высокой твердости, общего назначения |
| НТ300 | Нетермоупрочненные, повышенной твердости, общего назначения |
| НТ260 | Нетермоупрочненные, обычной твердости, общего назначения |

4.3 Рекомендуемые сферы применения рельсов приведены в приложении Б настоящего стандарта.

4.4 При заказе рельсов используют схему и примеры обозначения рельсов в соответствии с приложением В.

4.5 По соглашению допускается выпуск рельсов других категорий, отличающихся иным сочетанием вида упрочнения, класса твердости, класса точности профиля, класса качества поверхности и класса прямолинейности, установленных в 4.1 и 4.2, при условии обеспечения требований настоящего стандарта к микроструктуре, механическим свойствам и безопасности для рельсов соответствующего класса твердости.

5 Технические требования

5.1 Общие положения

5.1.1 Рельсы изготавливают в соответствии с требованиями настоящего стандарта по конструкторской и технологической документации, разработанной, согласованной и утвержденной в установленном порядке.

При необходимости уточнения или дополнения требований, установленных в настоящем стандарте, допускается изготовление рельсов по техническим условиям в соответствии с ГОСТ Р 1.3. При этом требования к рельсам, устанавливаемые в технических условиях, должны быть не ниже требований настоящего стандарта.

5.1.2 При необходимости уточнения или дополнения требований, установленных в настоящем стандарте, допускается изготовление рельсов по техническим условиям. При этом требования к рельсам, устанавливаемые в технических условиях, должны быть не ниже требований настоящего стандарта.

Требования ниже установленных настоящим стандартом должны быть обоснованы анализом рисков в обосновании безопасности по ГОСТ 34008 с учётом данных из эксплуатации рельсов типа Р65 и выше других категорий рельсов в рамках одного производства.

5.1.3 Гамма-процентную наработку (γ -процентную наработку) рельсов до отказа

определяют при ресурсных испытаниях по приложению А с целью оценки (проверки) соответствия рельсов требованиям безопасности. Для рельсов типа Р65 и Р75, категорий ДТ400ИК, ДТ370ИК, ОТ370ИК, ДТ350, ОТ350 любого назначения γ -процентная наработка должна составлять не менее 150 млн т брутто при γ , равной 100 %.

5.1.4 Ремонтопригодность термоупрочненных рельсов обеспечивается твердостью рельсов на глубине 22 мм от поверхности катания (см. 5.9.1) для сохранения необходимых эксплуатационных свойств после восстановления профиля рельсов шлифованием и/или фрезерованием.

5.1.5 Свариваемость рельсов обеспечивается соответствующими режимами сварки.

5.1.6 Контролепригодность рельсов обеспечивается выполнением требований по контролю каждого рельса средствами НК. Рельсы, показавшие непригодность к контролю средствами НК при изготовлении, подлежат отбраковке.

Восстановление контролепригодности рельсов, нарушенной в процессе эксплуатации, допускается шлифованием и/или фрезерованием.

5.2 Конструкция и размеры

5.2.1 Форма и основные размеры поперечного сечения рельсов

5.2.1.1 Форма и основные (контролируемые) размеры поперечного сечения рельсов должны соответствовать рисунку 1 и таблице 2.

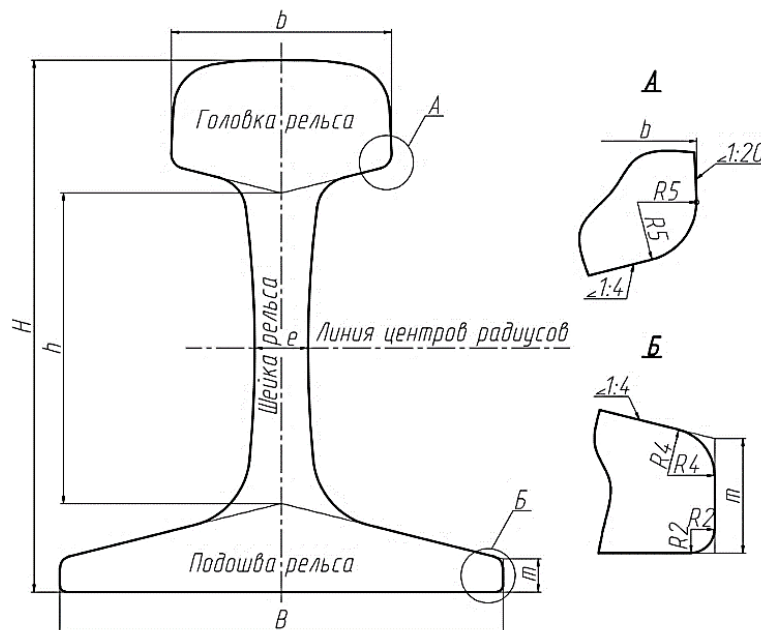


Рисунок 1 – Основные размеры поперечного сечения рельса

Таблица 2 – Основные номинальные размеры поперечного сечения рельсов

| Размеры поперечного сечения | Обозначение | Размеры в миллиметрах | | |
|-----------------------------|-------------|-----------------------------------|--------|--------|
| | | Значение размеров для рельса типа | | |
| | | P50 | P65 | P75 |
| Высота рельса | H | 152,00 | 180,00 | 192,00 |
| Высота шейки | h | 83,00 | 105,00 | 104,40 |
| Ширина головки | b | 71,59 | 74,59 | 74,59 |
| Ширина подошвы | B | 132,00 | 150,00 | 150,00 |
| Толщина шейки | e | 16,00 | 18,00 | 20,00 |
| Высота пера подошвы | m | 10,50 | 11,25 | 13,55 |

Отклонения контролируемых размеров и формы поперечного сечения рельсов от номинальных должны соответствовать значениям, указанным в таблице 3.

Таблица 3 – Предельные отклонения размеров и формы поперечного сечения рельсов
В миллиметрах

| Наименование показателя | | Обозначение | Класс профиля рельса | | |
|---|---------------|-------------|----------------------|----------------|----------------|
| | | | XX | X | Y |
| Высота рельса | типа P50 | H | – | +0,60 –0,50 | +0,80 –0,50 |
| | типа P65, P75 | | ±0,50 | ±0,60 | ±0,80 |
| Высота шейки | | h | ±0,50 | | ±0,60 |
| Ширина головки | | b | ±0,40 | ±0,50 | +0,60 –0,50 |
| Ширина подошвы | | B | ±0,80 | ±1,00 | +1,00 –1,50 |
| Высота пера подошвы | | m | ±0,50 | +0,75 –0,50 | |
| Толщина шейки | | e | ±0,40 | | +0,80 –0,50 |
| Форма поверхности катания головки рельсов | | – | ±0,30 | ±0,40 | ±0,50 |
| Несимметричность рельса | | – | ±1,00 | ±1,20 | |
| Выпуклость основания подошвы рельса, не более | | – | 0,25 | 0,30 | 0,50 |
| Примечание – Прочерк означает, что обозначение показателя или предельное отклонение отсутствуют, либо рельсы данного типа с указанным классом профиля не изготавливают. | | | | | |

Для рельсов назначения ВС применяют нормы класса профиля XX, для рельсов назначения СС – нормы класса профиля X, для рельсов других назначений – нормы класса профиля X или Y.

5.2.1.2 Вогнутость основания подошвы рельсов не допускается.

5.2.1.3 Размеры рельсов, используемые для построения прокатных калибров и не контролируемые при приемке рельсов, приведены в приложении Г.

5.2.1.4 Расчетные параметры конструкций рельсов приведены в приложении Д.

5.2.2 Длина рельсов

Рельсы изготавливают длиной от 12,50 до 100,00 м.

Рельсы без болтовых отверстий изготавливают длиной:

- от 12,50 до 20,00 м с предельными отклонениями от номинальной длины ± 1 мм на метр длины рельса;
- свыше 20,00 до 25,00 м с предельными отклонениями от номинальной длины ± 20 мм;
- свыше 25,00 до 100,00 м с предельными отклонениями от номинальной длины ± 30 мм.

Рельсы с болтовыми отверстиями изготавливают длиной 25,00; 24,92; 24,84; 12,52; 12,50; 12,46; 12,42; 12,38 м с предельными отклонениями от номинальной длины ± 4 мм.

Длина рельсов указана при температуре 15 °С. Результаты измерений, проведенных при других температурах, следует скорректировать с учетом температурного линейного расширения рельсов, м, определяемого по формуле

$$\Delta L = \alpha \Delta T L, \quad (5.1)$$

где ΔL – изменение длины рельсов, м;

α – температурный коэффициент линейного расширения, 1/°С (приложение Д, таблица Д.1);

ΔT – разность между 15 °С и фактической температурой измерения, °С;

L – длина рельса при фактической температуре измерения, м.

По согласованию рельсы могут быть изготовлены другой длины и с другими предельными отклонениями по длине.

5.2.3 Болтовые и другие отверстия в рельсах

Расположение, число и диаметр болтовых отверстий в шейке на концах рельсов должны соответствовать приведенным на рисунке 2 и в таблице 4.

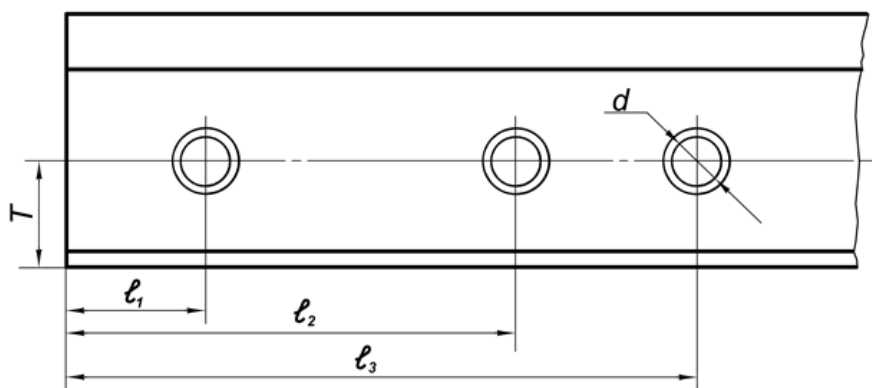


Рисунок 2 – Расположение болтовых отверстий

Таблица 4 – Диаметр и расположение болтовых отверстий

| Тип рельса | Номинальное значение | | | | | В миллиметрах Предельные отклонения |
|------------|----------------------|------|----------|----------|----------|--|
| | d | T | ℓ_1 | ℓ_2 | ℓ_3 | |
| P50 | 34,0 | 68,5 | 66,0 | 216,0 | 356,0 | ±0,7 |
| P65 | 36,0 | 78,5 | 96,0 | 316,0 | 446,0 | |
| P75 | 36,0 | 80,4 | 96,0 | 316,0 | 446,0 | |

Болтовые и другие отверстия должны иметь фаски размером от 1,5 до 3,0 мм, снятые под углом около 45°.

По согласованию рельсы могут быть изготовлены с другим расположением, числом и диаметром болтовых и других отверстий.

5.2.4 Перпендикулярность торцов рельсов

Отклонение плоскости поверхности торцов от перпендикулярности по отношению к продольной поверхности рельса (косина торцов) не должно превышать 0,6 мм.

5.2.5 Отклонение рельсов от прямолинейности

Отклонения от прямолинейности на заданной базовой длине для рельсов соответствующих классов не должны превышать значений, указанных в таблице 5.

Для рельсов назначений ВС и СС применяют нормы прямолинейности класса А, для рельсов остальных назначений – нормы прямолинейности классов А или В, или С.

Таблица 5 – Предельные отклонения рельсов от прямолинейности

| Элемент рельса* | Направление отклонения | Класс А | | Класс В | | Класс С | |
|--------------------------|-----------------------------------|--------------------------|---------------|---------------------|---------------|------------------------|------------------------|
| | | <i>d</i> , мм | <i>L</i> , м | <i>d</i> , мм | <i>L</i> , м | <i>d</i> , мм | <i>L</i> , м |
| Основная часть рельса | В вертикальной плоскости | 0,30 или 0,20 | 3 или 1 | 0,40 или 0,30 | 3 или 1 | 0,60 | 1,5 |
| | В горизонтальной плоскости | 0,45 | 1,5 | 0,60 | 1,5 | 0,80 | |
| Концы рельса | Длина зоны | 2 м | | 1,5 м | | | |
| | В вертикальной плоскости вверх | 0,40 или 0,30 | 2 или 1 | 0,50 | 1,5 | 0,70 | 1,5 |
| | В вертикальной плоскости вниз | e ≤ 0,2 мм при F ≥ 0,6 м | | | | | |
| | В горизонтальной плоскости | 0,60 или 0,40 | 2 или 1 | 0,50 | 1,5 | 0,50 | 1,5 |
| Переходная зона | Длина зоны | 2 м | | 1,5 м | | | |
| | В вертикальной плоскости | 0,30 | 2 | 0,40 | 1,5 | Не норми- руется | Не норми- руется |
| | В горизонтальной плоскости | 0,60 | 2 | 0,60 | 1,5 | Не норми- руется | Не норми- руется |

Окончание таблицы 5

| Элемент рельса* | Направление отклонения | Класс А | | Класс В | | Класс С | |
|--|--|--|--------------|--|--------------|---------------|--------------|
| | | <i>d</i> , мм | <i>L</i> , м | <i>d</i> , мм | <i>L</i> , м | <i>d</i> , мм | <i>L</i> , м |
| Рельс в целом | В вертикальной плоскости | Для рельса длиной номинальной более 25,00 м, ле- жащего на подошве или на головке, зазор <i>d</i> не более 10 мм | | | | | |
| | В вертикальной и горизонтальной плоскостях | Для рельсов номинальной длиной 25,00 м и менее стрела про- гиба не более 1/2500 длины рельса | | стрела прогиба не более 1/2200 длины рельса | | | |
| <p>* Элементы рельса – в соответствии с приложением Е.</p> <p>Примечания: 1 Обозначения: <i>d</i> – нормируемая величина отклонения (стрелы прогиба, зазора); <i>L</i> – базовая длина, для которой установлена нормируемая величина отклонения; <i>e</i> – нормируемая величина отклонения конца рельса вниз; <i>F</i> – расстояние от торца до начала отклонения конца рельса вниз. 2 При наличии для одного и того же показателя двух норм на разных базовых длинах для автоматизированного контроля применяют обе нормы. При проведении контроля вручную приме- няют нормы, установленные для большей базовой длины.</p> | | | | | | | |

5.2.6 Скручивание рельсов

Скручивание рельсов не должно превышать, мм:

- 1,25 – для рельсов номинальной длиной от 12,38 до 18,00 м;
- 2,00 – для рельсов номинальной длиной свыше 18,00 до 24,84 м;
- 2,50 – для рельсов номинальной длиной свыше 24,84 м.

Скручивание концов рельсов на длине 1 м не должно превышать, мм:

- 0,40 – для рельсов типа Р50;
- 0,50 – для рельсов типов Р65 и Р75.

5.3 Требования к технологии производства

5.3.1 Для изготовления рельсов используют непрерывнолитые заготовки из стали кислородно-конвертерного или электропечного производства, подвергнутой внепечной обработке и вакуумированию.

5.3.2 Технология производства и контроля рельсов должна предусматривать удаление окалины при помощи гидросбива, возможность правки рельсов в двух плоскостях на роlikоправильных машинах и прессах, автоматизированный контроль отклонения рельсов от прямолинейности, автоматизированный контроль размеров и формы поперечного сечения рельсов, автоматизированный ультразвуковой контроль внутренних дефектов, автоматизированный неразрушающий контроль качества поверхности рельсов, систему идентификации рельсов по технологическому потоку.

5.3.3 Допускается по согласованию изготовление рельсов по техническим соглашениям с изменением отдельных требований к технологии производства и контролю рельсов, установленных в 5.3.2.

5.3.4 Общий коэффициент вытяжки при прокатке рельсов типов Р50, Р65 должен быть не менее 9,0, а при прокатке рельсов типа Р75 – не менее 7,6.

5.3.5 Допускается однократная повторная правка рельсов на роликоправильных машинах в горизонтальной и вертикальной плоскостях и неоднократная правка на прессах отклонений на концах, в переходной зоне и в основной части рельсов.

5.4 Химический состав

5.4.1 Химический состав стали для рельсов, определяемый по ковшовой пробе, должен соответствовать указанному в таблице 6.

Таблица 6 – Химический состав стали

| Базовая марка стали | Массовая доля элементов, % | | | | | |
|---------------------|----------------------------|-----------|-----------|----------|-------|----------|
| | Углерод | Марганец | Кремний | Фосфор | Сера | Алюминий |
| | | | | не более | | |
| 100 | 0,95–1,05 | 0,70–1,25 | 0,20–1,00 | 0,020 | 0,020 | 0,004 |
| 90 | 0,85–0,94 | 0,75–1,25 | 0,25–1,00 | 0,020 | 0,020 | 0,004 |
| 76 | 0,73–0,84 | 0,75–1,25 | 0,25–1,00 | 0,020 | 0,020 | 0,004 |

Легирование базовых марок стали проводят в пределах массовой доли легирующих элементов с соответствующим обозначением марок:

- ванадием в пределах 0,03 % – 0,15 % (марки 76Ф, 90Ф, 100Ф);
- хромом в пределах 0,20 % – 0,60 % (марки 76Х, 90Х, 100Х);
- азотом в пределах 0,010 % – 0,020 % и ванадием в пределах 0,03 % – 0,15 % (марки 76АФ, 90АФ, 100АФ);
- хромом в пределах 0,20 % – 0,60 %, азотом в пределах 0,010 % – 0,020 % и ванадием в пределах 0,03 % – 0,15 % (марки 76ХАФ, 90ХАФ, 100ХАФ).

По согласованию в состав стали могут быть введены дополнительные легирующие элементы.

5.4.2 Массовая доля остаточных элементов в стали не должна превышать:

- меди – 0,20 %;
- никеля – 0,20 %;
- никеля и меди суммарно – 0,30 %;
- хрома – 0,20 %;
- титана – 0,010 %.

При этом суммарная массовая доля указанных элементов и хрома, если он является остаточным элементом, не должна превышать 0,40 %.

5.4.3 Предельные отклонения химического состава рельсов от норм, указанных в 5.4.1 и в таблице 6, приведены в таблице 7.

Т а б л и ц а 7 – Предельные отклонения химического состава рельсов

В процентах

| Углерод | Марганец | Кремний | Ванадий | Хром | Азот | Фосфор | Сера | Алюминий |
|---------|----------|---------|---------|-------|--------|--------|--------|----------|
| ±0,02 | ±0,05 | ±0,02 | +0,02 | ±0,02 | ±0,005 | +0,005 | +0,005 | +0,001 |

5.4.4 Массовая доля общего кислорода в рельсах общего назначения не должна превышать 0,0020 % (20 ppm), а в рельсах специального назначения – 0,0015 % (15 ppm).

5.4.5 Массовая доля водорода в жидкой стали в промежуточном ковше для рельсов всех назначений, кроме назначения ВС, не должна превышать 0,00020 % (2,0 ppm), для рельсов назначения ВС – 0,00015 % (1,5 ppm).

5.4.6 Рекомендуемые марки стали для рельсов различных категорий с учетом вида термического упрочнения рельсов приведены в таблице 8.

Т а б л и ц а 8 – Рекомендуемые марки стали для рельсов различных категорий с учетом вида термического упрочнения

| Рельсы класса твёрдости | Виды термического упрочнения и категории рельсов | | | Рекомендуемые марки стали |
|---|---|-----------------------------|----|---|
| | ДТ | ОТ | НТ | |
| Термоупрочнённые высокой твёрдости, класса твердости 400 | ДТ400ИК | – | – | 100ХАФ 100Х 100АФ 100Ф 90ХАФ 90Х |
| Термоупрочнённые повышенной твёрдости, класса твердости 370 | ДТ370ИК | – | – | 90ХАФ 90Х |
| | ДТ370ИК | ОТ370ИК | | 90АФ |
| | ДТ370ИК | – | | 90Ф |
| | ДТ370НН | | | 76ХАФ |
| | ДТ370ВС ДТ370СС ДТ370 | | | 76ХФ 76Х |
| Термоупрочнённые обычной твёрдости, класса твердости 350 | ДТ350ВС ДТ350СС ДТ350 | – | – | 76ХФ 76Х |
| | ДТ350НН | | | 76ХАФ |
| | ДТ350НН ДТ350ВС ДТ350СС ДТ350 | ОТ350НН ОТ350СС ОТ350 | | 76АФ 76Ф |

Окончание таблицы 8

| Рельсы класса твёрдости | Виды термического упрочнения и категории рельсов | | | Рекомендуемые марки стали |
|---|---|----|------------------|------------------------------|
| | ДТ | ОТ | НТ | |
| Нетермоупрочненные высокой твердости, класса твердости 320 | — | — | НТ320ВС НТ320 | 76ХАФ 76ХФ |
| Нетермоупрочненные повышенной твёрдости, класса твердости 300 | — | — | НТ300 | 76ХАФ 76ХФ |
| Нетермоупрочненные обычной твёрдости, класса твердости 260 | — | — | НТ260 | 76Ф |
| <p>Примечания</p> <p>1 Допускаются применение других марок стали, другие сочетания марок сталей, видов термоупрочнения, категорий рельсов, обеспечивающие выполнение требований настоящего стандарта к рельсам соответствующих классов твердости.</p> <p>2 Прочерк означает, что рельсы данного класса твердости и вида термоупрочнения из рекомендуемых марок стали, не изготавливают.</p> | | | | |

5.5 Загрязненность рельсов неметаллическими включениями

5.5.1 При контроле загрязненности рельсов неметаллическими включениями оценивают:

- отдельные глобулярные включения (группы ED) по максимальному диаметру на каждом из контролируемых шлифов и усредненному значению максимальных диаметров по всем контролируемым шлифам, P_d ;

- строчечные глобулярные включения (группы EB) по максимальной длине на каждом из контролируемых шлифов и усредненному значению максимальных длин по всем контролируемым шлифам, P_L^{EB} ;

- строчечные (остроугольные) цветные нитридные и карбонитридные включения (группы EFB-β) по максимальной длине на каждом из контролируемых шлифов и усредненному значению максимальных длин по всем контролируемым шлифам, P_L^{EF} ;

- коэффициенты загрязненности рельсов специального назначения отдельными глобулярными включениями (группы ED) K_a^{ED} и строчечными глобулярными включениями (группы EB) K_a^{EB} .

5.5.2 Загрязненность рельсов специального и общего назначения неметаллическими включениями не должна превышать значений, приведенных в таблице 9.

Таблица 9 – Загрязненность рельсов неметаллическими включениями

| Группа включений | Параметр включений | Значения параметра включений в рельсах | | |
|--|--|--|------------|-------------------|
| | | специального назначения | | общего назначения |
| | | ВС | ИК, НН, СС | |
| | | не более | | |
| Отдельные глобулярные включения (ED) | P_d макс., мкм | 44 | 44 | 44 |
| | P_d макс. сред., мкм | 22 | 22 | 22 |
| | K_a^{ED} , мкм ² /мм ² | 23 | 30 | 30 |
| Строчечные глобулярные включения (EB) | P_L^{EB} макс. мкм | 355 | 355 | 710 |
| | P_L^{EB} макс. сред., мкм | 300 | 300 | 500 |
| | K_a^{EB} , мкм ² /мм ² | 23 | 30 | 30 |
| Строчечные остроугольные включения (EFB-β) | P_L^{EF} макс., мкм | 355 | 355 | 355 |
| | P_L^{EF} макс. сред., мкм | 300 | 300 | 300 |

5.6 Внутренние дефекты и дефекты макроструктуры

5.6.1 В рельсах не допускаются флокены, расслоения, трещины, корочки, пятнистая ликвация, инородные металлические и шлаковые включения.

Вид, характер и место расположения допускаемых и не допускаемых дефектов макроструктуры должны соответствовать нормам, установленным шкалой макроструктуры рельсов в соответствии с приложением Ж.

Примечание – Отсутствие флокенов обеспечиваются технологией производства рельсов и соблюдением норм по массовой доли водорода в каждой плавке.

5.6.2 В рельсах не допускаются внутренние дефекты, выявляемые неразрушающим контролем при условной чувствительности, установленной в приложении И.

5.7 Качество поверхности

5.7.1 На поверхности рельса не допускаются дефекты, выявленные визуально и/или обнаруженные при автоматизированном неразрушающем контроле, если сигналы от дефектов, амплитуда и (или) фаза которых превышают пороговые уровни, настройка которых выполнена в соответствии с приложением И, и параметры дефектов превышают нормы, приведенные в таблицах 10 и 11.

Вид и максимальные значения параметров, допускаемых без исправления дефектов поверхности, в зависимости от места их расположения приведены в таблице 10. Допускаются без исправления выпуклые отпечатки, расположенные вне мест контакта поверхности рельса со стыковыми накладками и рельсовыми скреплениями.

Т а б л и ц а 10 – Допускаемые без исправления дефекты поверхности рельсов

В миллиметрах

| Вид дефекта | Параметр дефекта | Место расположения и параметры дефекта для классов качества поверхности рельсов Е и Р, не более | | | | | |
|---|------------------|---|------|---------------------------------|------|----------------------------|------|
| | | поверхность катания | | средняя треть основания подошвы | | остальные элементы профиля | |
| | | Е | Р | Е | Р | Е | Р |
| Раскатанные пузыри, волосовины | Глубина | 0,35 | 1,00 | 0,30 | 0,30 | 0,50 | 1,00 |
| | Длина | 500 | 1000 | 500 | 1000 | 500 | 1000 |
| Продольные риски, царапины, морщины, вдавленные отпечатки | Глубина | 0,30 | 0,50 | 0,30 | 0,30 | 0,50 | 0,50 |

5.7.2 На поверхности рельсов, предназначенных для сварки, на длине менее 200 мм от торцов не допускаются раскатанные пузыри, волосовины и морщины.

5.7.3 Допускается удаление недопустимых дефектов пологой зачисткой абразивным инструментом вдоль рельса, без прижогов, на глубину, не превышающую установленную в таблице 11. После зачистки размеры и форма профиля должны соответствовать требованиям, указанным в таблицах 2 и 3.

Т а б л и ц а 11 – Допускаемая глубина удаления дефектов

В миллиметрах

| Место расположения дефекта | Глубина удаления дефектов для рельсов классов качества поверхности, не более | |
|---------------------------------|--|------|
| | Е | Р |
| Поверхность катания | 0,35 | 0,50 |
| Средняя треть основания подошвы | 0,30 | 0,50 |
| Остальные элементы профиля | 0,50 | 1,00 |

5.7.4 Допускается удаление знаков выпуклой маркировки на шейке рельса и выпуклых отпечатков в зонах сопряжения со стыковыми накладками и рельсовыми скреплениями зачисткой абразивным инструментом вдоль направления прокатки (без прижогов) при обеспечении формы и размеров поперечного сечения рельса, как приведено в таблицах 2 и 3.

5.7.5 Поверхность торцов рельсов должна быть без рванин, расслоений и трещин. Кромки торцов рельсов должны быть без заусенцев и наплывов металла.

На торцах рельсов с болтовыми и другими отверстиями по нижним кромкам головки рельсов и верхней части перьев подошвы должна быть снята фаска размером от 1,5 до 3,0 мм.

Кромки торцов рельсов без болтовых отверстий должны быть притуплены по контуру головки и шейки.

5.7.6 На поверхностях болтовых и других отверстий и фасок не допускаются рванины, задиры, винтовые следы от сверления, заусенцы.

5.7.7 Для рельсов назначений ВС, СС и НН применяют нормы качества поверхности класса Е, для рельсов остальных назначений применяют нормы качества поверхности классов Е или Р.

5.8 Механические свойства

Механические свойства рельсов при испытаниях на растяжение и ударный изгиб должны соответствовать требованиям, указанным в таблице 12.

Таблица 12 – Механические свойства рельсов

| Категория рельсов | Временное сопротивление, σ_B , Н/мм ² | Предел текучести, $\sigma_{0,2}$, Н/мм ² | Относительное удлинение, δ , % | Относительное сужение, ψ , % | Ударная вязкость, КСУ, Дж/см ² |
|---|---|--|---|---|---|
| | не менее | | | | |
| ДТ400ИК | 1300 | 870 | 8,0 | 14,0 | 15 |
| ДТ370ИК | 1280 | | 9,0 | 14,0 | |
| ОТ370ИК | | | | | |
| ДТ370ВС ДТ370СС ДТ370 ДТ370НН | 1200 | 800 | 9,0 | 25,0 | 15 |
| ДТ350ВС ДТ350СС ДТ350 ДТ350НН | 1180 | 800 | 9,0 | 25,0 | 15 |
| ОТ350СС ОТ350НН ОТ350 | 1180 | 800 | 8,0 | 25,0 | 25 |
| НТ320ВС | 1080 | 600 | 9,0 | — | — |
| НТ320 | | | | — | — |
| НТ300 | 980 | 510 | 8,0 | — | — |
| НТ260 | 900 | 500 | 8,0 | — | — |
| Примечания | | | | | |
| 1 Ударную вязкость для рельсов назначения НН определяют при температуре образцов ми- нус 60 °С, а для рельсов других назначений – при комнатной температуре. | | | | | |
| 2 Прочерк означает, что относительное сужение и ударную вязкость не нормируют. | | | | | |

5.9 Твердость рельсов

5.9.1 Твердость термоупрочненных рельсов должна соответствовать требованиям, приведенным в таблице 13. Номинальное расположение точек измерения твердости приведено на рисунке 3. Предельные отклонения расположения точек: ± 1 мм, $\pm 3^\circ$.

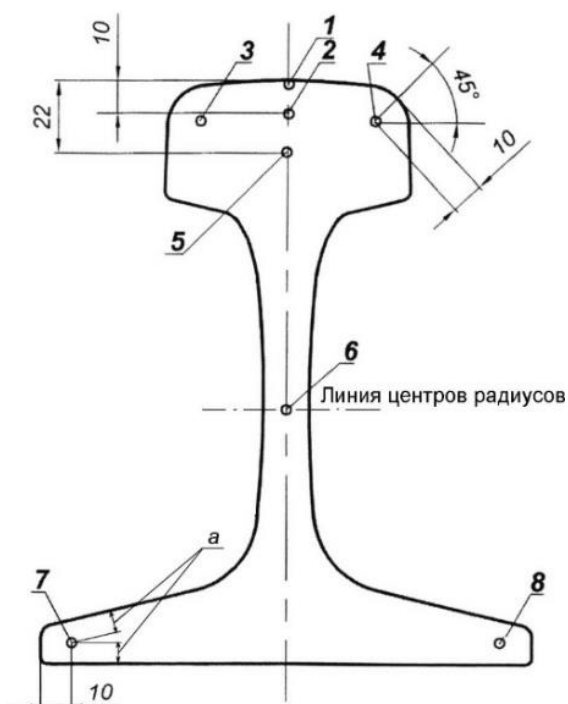


Рисунок 3 – Точки измерения твердости рельсов

Таблица 13 – Твердость термоупрочненных рельсов

В единицах твердости по Бринеллю (HB, HBW)

| Место определения твердости | Твердость рельсов класса твердости и категории | | | | |
|---|--|-----------|---|-----------------------------|--|
| | 400 | 370 | | 350 | |
| | ДТ400ИК | ОТ370ИК | ДТ370ИК ДТ370ВС ДТ370СС ДТ370НН ДТ370 | ОТ350СС ОТ350НН ОТ350 | ДТ350ВС ДТ350СС ДТ350НН ДТ350 |
| На поверхности катания головки (точка 1) | 400 – 451 | 370 – 409 | 370 – 415 | 352 – 405 | 352 – 405 |
| На глубине 10 мм от поверхности катания головки по вертикальной оси рельса (точка 2), не менее | 370 | 363 | 363 | 341 | 341 |
| На глубине 10 мм от поверхности выкружки рельса (точки 3 и 4), не менее | | | | | |
| На глубине 22 мм от поверхности катания головки по вертикальной оси рельса (точка 5), не менее | 352 | 352 | 352 | 321 | 321 |
| В шейке (точка 6), не более | 385 | 388 | 363 | 388 | 363 |
| В подошве (точки 7 и 8), не более | 395 | | | | |
| Примечание – Твердость в подошве дифференцированно термоупрочненных рельсов (точки 7 и 8) должна быть не менее 300 НВ (НВW). | | | | | |

5.9.2 Твердость нетермоупрочненных рельсов, HB (HBW), должна быть:

а) на поверхности катания (точка 1 на рисунке 3):

- 1) от 321 до 363 – для рельсов категорий НТ320ВС, НТ320;
- 2) от 301 до 341 – для рельсов категории НТ300;
- 3) от 262 до 321 – для рельсов категории НТ260;

б) на глубине 10 мм (точка 2 на рисунке 3):

- 1) от 321 до 363 – для рельсов категории НТ320ВС;
- 2) не нормирована – для нетермоупрочненных рельсов остальных категорий.

5.9.3 Разность значений твердости на поверхности катания одного рельса не должна превышать 30 HB (HBW) для термоупрочненных рельсов и рельсов категории НТ320ВС.

Для нетермоупрочненных рельсов остальных категорий данный параметр не нормируют.

5.10 Копровая прочность рельсов

Копровая прочность рельсов, определяемая при испытаниях полнопрофильных проб рельсов на копре ударом падающего груза номинальной массой 1000 кг, должна соответствовать требованиям, приведенным в таблице 14.

Т а б л и ц а 14 – Копровая прочность рельсов

| Рельсы класса твердости | Категория рельсов | Высота падения груза, м, для рельсов типа | | | Температура пробы, °С | Требуемый результат испытаний |
|---|---|---|-----|-----|-----------------------|-------------------------------|
| | | P50 | P65 | P75 | | |
| 400 (термоупрочненные высокой твердости) | ДТ400ИК | – | 4,0 | 4,5 | Минус (60±5) | Отсутствие излома и трещин |
| 370 (термоупрочненные повышенной твердости) | ДТ370ИК ОТ370ИК ДТ370ВС ДТ370СС ДТ370 | – | 4,2 | 4,7 | | |
| 350 (термоупрочненные обычной твердости) | ДТ350ВС ДТ350СС ОТ350СС | – | 5,0 | – | | |
| | ДТ350НН ОТ350НН | – | 9,0 | 9,2 | | |
| | ДТ350 ОТ350 | 4,0 | 5,0 | 6,0 | | |
| 320 (нетермоупрочненные высокой твердости) | НТ320ВС НТ320 | – | 7,3 | – | от 0 до 40 | |
| 300, 260 (нетермоупрочненные повышенной и обычной твердости) | НТ300 НТ260 | 6,1 | 7,3 | 8,2 | | |

5.11 Остаточные напряжения

5.11.1 Остаточные напряжения в шейке рельсов

В рельсах допускаются остаточные напряжения в шейке, приводящие к расхождению паза на торце полнопрофильной пробы рельса после ее прорезания, не превышающему:

- 2,0 мм – для рельсов категорий ДТ400ИК, ДТ370ИК, ДТ370ВС, ДТ370СС, ДТ370НН, ДТ370, ДТ350ВС, ДТ350СС, ОТ350СС, ДТ350НН, ОТ350НН, ДТ350 и НТ320ВС;

- 2,5 мм – для рельсов категорий ОТ370ИК, ОТ350.

Для рельсов остальных категорий остаточные напряжения в шейке не нормируют.

Допускаются остаточные напряжения, приводящие к схождению паза.

5.11.2 Остаточные напряжения в средней части подошвы рельсов

Растягивающие остаточные напряжения в средней части подошвы рельсов не должны превышать 250 Н/мм² для рельсов всех категорий. Допускаются сжимающие остаточные напряжения.

5.12 Микроструктура

5.12.1 Микроструктура головки термоупрочненных рельсов должна представлять пластинчатый перлит дисперсностью не выше балла 4, нетермоупрочненных рельсов категорий НТ320ВС, НТ320 – балла 8 по шкале 1 ГОСТ 8233.

Микроструктура нетермоупрочненных рельсов категорий НТ300 и НТ260 не нормируется.

Мартенсит и бейнит в рельсах не допускаются.

В микроструктуре головки термоупрочненных рельсов допускаются разрозненные участки феррита не выше балла 2 по шкале 7 ГОСТ 8233.

В микроструктуре головки термоупрочненных рельсов из стали с массовой долей углерода 0,85 % и более (см. таблицу 6) допускаются участки карбидной сетки не выше балла 3 по шкале 5 ГОСТ 8233.

5.12.2 Глубина обезуглероженного слоя на поверхности головки рельсов не должна превышать 0,50 мм.

5.13 Маркировка

5.13.1 Выпуклая маркировка

5.13.1.1 На средней части шейки с одной стороны каждого рельса в горячем состоянии выкатывают выпуклую маркировку, содержащую:

- обозначение вида термоупрочнения: выпуклыми линиями вдоль направления прокатки;
- обозначение предприятия-изготовителя;
- месяц (римскими цифрами) и последние две цифры года изготовления (арабскими цифрами);
- тип рельса («Р50», или «Р65», или «Р75»), обозначение «ИК» – для рельсов категории ДТ370ИК и «400ИК» – для рельсов категории ДТ400ИК;
- обозначение направления прокатки стрелкой (острие стрелки указывает на передний конец рельса по ходу прокатки).

5.13.1.2 Маркировку выкатывают с периодичностью не более 4 м по длине рельсов. На рельсах с болтовыми отверстиями маркировка не должна располагаться на расстоянии менее 0,6 м от торцов рельса.

5.13.1.3 Маркировочные знаки должны быть высотой от 20 до 25 мм и выступать на расстояние от 0,6 до 1,3 мм с плавным переходом к поверхности шейки. Допускается наклон знаков выпуклой маркировки (шрифт курсив) с углом $14^{\circ} \pm 1^{\circ}$ к вертикальной оси рельса.

5.13.1.4 Допускается дополнительно выкатывать не более четырех знаков в виде выпуклых точек диаметром от 2 до 3 мм высотой около 1 мм и выпуклых линий длиной до 80 мм.

5.13.1.5 На рельсах, дифференцированно термоупрочненных с прокатного нагрева, дополнительно выкатывают обозначение способа термоупрочнения – две параллельные горизонтальные выпуклые линии.

Длина выпуклых линий – от 40 до 60 мм, расстояние между двумя параллельными выпуклыми линиями – от 10 до 25 мм, ширина выпуклых линий $(3,0 \pm 1,0)$ мм.

5.13.1.6 Маркировка выпуклыми знаками может быть исправлена путем удаления знаков полой абразивной зачисткой (вдоль рельса) без прижогов при соблюдении требований к размерам, форме поперечного сечения и качеству поверхности рельса (см. 5.7.3) в случае изменения категории рельсов по результатам приемки.

5.13.2 Маркировка, наносимая клеймовочной машиной

5.13.2.1 На средней части шейки каждого рельса со стороны противоположной

выпуклой маркировке в зоне отсутствия контакта с правильными роликами роликотправильной машины горячим клеймением наносят:

- номер плавки (по внутренним учетным документам изготовителя);
- расположение каждого участка рельса длиной, кратной 12,5 или 25 м, в раскате латинскими буквами (A, B, ... Y);
- номер ручья;
- номер заготовки в ручье.

5.13.2.2 Маркировку наносят на расстоянии более 1,0 м от торца рельса с периодичностью не более 12,5 м по длине рельсов (для рельсов длиной до 12,52 м – не менее чем в одном месте). Расстояние между знаками, исключая пробел, допускается от 20 до 40 мм.

Маркировочные знаки должны иметь высоту от 14 до 16 мм, глубину от 0,4 до 1,5 мм, угол наклона от 8° до 12° к вертикальной оси рельса. Знаки должны быть четкими, без острых очертаний контуров и вершин.

5.13.2.3 Маркировочные знаки, нанесенные горячим клеймением, не допускается наносить и исправлять клеймением в холодном состоянии.

5.13.2.4 Маркировку, нанесенную горячим клеймением, допускается дополнять на рельсе в горячем состоянии (после нагрева рельса под закалку перед началом закалки).

5.13.2.5 Рельсы без маркировки, нанесенной горячим клеймением, не могут применяться по назначению.

5.13.3 Маркировка приемочными знаками

На торце подошвы каждого принятого рельса наносят приемочные знаки службы технического контроля предприятия-изготовителя.

5.13.4 Маркировка краской

Обозначение категории рельса допускается наносить на рельсы краской. Вид, цвет и место нанесения маркировки краской устанавливают по соглашению сторон.

5.13.5 Дополнительная маркировка

5.13.5.1 На торце рельса допускается нанесение дополнительной маркировки.

5.13.5.2 На рельсы допускается нанесение электронной и иных видов маркировки способами, не создающими концентраторов напряжений в рельсах.

5.13.6 Маркировка единым знаком обращения продукции на рынке

Рельсы, соответствующие требованиям технических регламентов и прошедшие процедуру подтверждения соответствия требованиям технических регламентов,

дополнительно маркируют единым знаком обращения на рынке способами, исключающими образование концентраторов напряжений в рельсах.

5.14 Остаточная магнитная индукция

Максимальное значение остаточной магнитной индукции на поверхности катания головки рельса не должно превышать 0,7 мТл. При превышении указанного нормативного значения остаточной магнитной индукции рельсы подлежат обязательному размагничиванию. По согласованию с потребителем допускается проведение размагничивания рельсов после отгрузки с предприятия-изготовителя до начала их эксплуатации.

5.15 Предел выносливости рельсов

Предел выносливости рельсов при испытаниях полнопрофильных проб рельсов должен быть не менее, МПа:

- 300 для рельсов категорий НТ300 и НТ260;
- 350 для рельсов категорий ДТ400ИК, ДТ370ИК, ОТ370ИК, НТ320ВС и НТ320;
- 370 для рельсов категорий ДТ370ВС, ДТ370СС, ДТ370НН, ДТ370, ДТ350ВС, ДТ350СС, ДТ350НН, ДТ350, ОТ350СС, ОТ350НН, ОТ350.

5.16 Скорость роста усталостной трещины

Скорость роста усталостной трещины для термоупрочненных рельсов типа Р65 или Р75 при испытаниях образцов из рельсов не должна превышать:

- 17 м/10⁹ циклов при размахе коэффициента интенсивности напряжений ΔK , равном 10 МПа•м^{1/2};
- 55 м/10⁹ циклов, при размахе коэффициента интенсивности напряжений ΔK , равном 13,5 МПа•м^{1/2}.

Результаты испытаний распространяют на термоупрочненные рельсы типа Р50 с учетом категории.

5.17 Циклическая трещиностойкость

Трещиностойкость (циклическая) K_{Ic} при испытаниях полнопрофильных проб рельсов классов твердости 260, 300 и 320 должна быть не менее 26 МПа•м^{1/2}, рельсов класса твердости 350 – не менее 32 МПа•м^{1/2}, рельсов классов твердости 370 и 400 – не менее 28 МПа•м^{1/2}.

5.18 Статическая трещиностойкость

Трещиностойкость (статическая) K_{Ic} при испытаниях образцов из рельсов типа Р65 или Р75 должна соответствовать требованиям, приведенным в таблице 15. Результаты испытаний распространяют на термоупрочненные рельсы типа Р50 с учетом класса твердости.

Т а б л и ц а 15 – Трещиностойкость (статическая) K_{Ic}

| Класс твердости рельсов | Трещиностойкость, K_{Ic} , МПа·м ^{1/2} , не менее | |
|-------------------------|--|---------------------------|
| | одного образца | средняя для трех образцов |
| 260, 300 и 320 | 24 | 26 |
| 350, 370 и 400 | 30 | 32 |

6 Правила приемки

6.1 Общие положения

6.1.1 Изготовленные рельсы подлежат оценке соответствия требованиям настоящего стандарта.

6.1.2 Контроль соответствия рельсов требованиям настоящего стандарта для определения возможности их приемки осуществляют проведением приемо-сдаточных испытаний.

Приемо-сдаточные испытания проводятся с применением сплошного и выборочного контроля.

6.1.3 С целью подтверждения возможности продолжения изготовления рельсов по действующей конструкторской и технологической документации и их приемки проводят периодические испытания рельсов.

6.1.4 С целью оценки эффективности и целесообразности внесения изменений в технологию изготовления рельсов проводят типовые испытания.

6.1.5 Результаты оценки соответствия по данным приемо-сдаточных и периодических испытаний оформляют протоколами и актами по ГОСТ 15.309 с хранением не менее 10 лет.

6.2 Приемо-сдаточные испытания рельсов

6.2.1 Рельсы принимаются поплавно (партиями) с применением сплошного и выборочного контроля.

Допускается принимать рельсы сборными партиями из разных плавов. Объем сборной партии рекомендуется в количестве не более 100 рельсов, соответствующих количеству в плавке.

В сборную партию допускается объединять рельсы одного типа, одной категории, изготовленные из стали одной марки, прошедшие термоупрочнение по одному режиму или нетермоупрочненные.

Рельсы в сборной партии принимают по результатам испытаний одного рельса от любой из плавов, входящей в данную партию.

6.2.2 Сплошной контроль при приёмо-сдаточных испытаниях проводят по показателям, контролируемым на каждом рельсе каждой плавки.

Выборочный контроль проводят по показателям, требования к которым оцениваются на пробах от одной плавки (от одного рельса), результаты которой могут распространяться на одну или несколько плавов (рельсов).

6.2.3 Вид, периодичность проведения и объем контроля в соответствии с таблицей 16.

Таблица 16 – Вид, периодичность и объем выборки при приемо-сдаточных испытаниях рельсов

| Показатель качества рельсов | Периодичность проведения контроля для рельсов | | | | Объем выборки | |
|---|---|------------------|--------------------|------------------|---------------------|---------------------|
| | специального назначения | | общего назначения | | Количество проб | Количество образцов |
| | нетермоупрочненных | термоупрочненных | нетермоупрочненных | термоупрочненных | | |
| Сплошной контроль | | | | | | |
| Форма и основные размеры поперечного сечения (5.2.1) | Каждая плавка | | | | Каждый рельс | |
| Расположение и диаметр болтовых отверстий (5.2.3) | Каждая плавка | | | | Каждый рельс | |
| Перпендикулярность торцов (5.2.4) | Каждая плавка | | | | Каждый рельс | |
| Отклонение от прямолинейности (5.2.5) | Каждая плавка | | | | Каждый рельс | |
| Скручивание (5.2.6) | Каждая плавка | | | | Каждый рельс | |
| Внутренние дефекты (5.6.2) | Каждая плавка | | | | Каждый рельс | |
| Качество поверхности, включая торцы, фаски и болтовые отверстия (5.7) | Каждая плавка | | | | Каждый рельс | |
| Маркировка (5.13) | Каждая плавка | | | | Каждый рельс | |
| Выборочный контроль | | | | | | |
| Длина (5.2.2) | Каждая плавка | | | | 10 % | — |
| Химический состав (5.4.1, 5.4.2) | Каждая плавка | | | | Одна ковшовая проба | — |

Продолжение таблицы 16

| Показатель качества рельсов | Периодичность проведения контроля для рельсов | | | | Объем выборки | |
|--|---|----------------------------|------------------------------------|-----------------------------|--|--|
| | специального назначения | | общего назначения | | Количество проб | Количество образцов |
| | нетермоупрочненных | термоупрочненных | нетермоупрочненных | термоупрочненных | | |
| Массовая доля общего кислорода ¹⁾ (5.4.4) | Каждая плавка | | Первая и последняя плавка из серии | | Одна проба | Один образец |
| Массовая доля водорода (5.4.5) | Каждая плавка | | | | — | Одно измерение ²⁾ |
| Загрязненность неметаллическими включениями ¹⁾ (5.5) | Последняя плавка из серии | | | | По одной пробе от каждого ручья | По два образца от каждой пробы |
| Макроструктура ¹⁾ (5.6.1) | Первая плавка из серии | | | | По одной пробе от каждого ручья | По одному полному профилю темплету из каждой пробы |
| Механические свойства при растяжении (5.8) | Последняя плавка из серии | | | | Одна проба | Один образец |
| Ударная вязкость (5.8) | — | Каждая плавка | — | Каждая плавка | Одна проба | Два образца |
| Твердость на поверхности катания головки (5.9.1, 5.9.2) | Каждая плавка | | | | Одна проба | Один образец |
| Твердость по поперечному сечению рельса (5.9.1, 5.9.2) | Каждая плавка | | — | Последняя плавка из серии | Одна проба | Один образец |
| Разность значений твердости на поверхности катания по длине рельса (5.9.3) | Каждая плавка | Не реже одного раза за 8 ч | — | Не реже одного раза в сутки | Три пробы от одного рельса ³⁾ | По одному образцу из каждой пробы ³⁾ |
| Копровая прочность (5.10) | Каждая плавка | | Последняя плавка из серии | | Одна проба | — |
| Остаточные напряжения в шейке рельсов (5.11.1) | Не реже одного раза за 8 ч | | — | Не реже одного раза в сутки | Одна проба | — |
| Микроструктура (5.12.1) | Каждая плавка ⁴⁾ | | Одна плавка из серии ⁴⁾ | | Одна проба | Один шлиф |
| Глубина обезуглероженного слоя (5.12.2) | Каждая плавка | | Одна плавка из серии | | Одна проба | Три шлифа |

Окончание таблицы 16

| |
|---|
| <p>1) Результаты испытаний, полученные на нетермоупрочненных рельсах, распространяют на рельсы, подвергнутые в дальнейшем термоупрочнению.</p> <p>2) На первой плавке в серии проводят измерения.</p> <p>3) Допускается проводить контроль непосредственно на рельсе.</p> <p>4) Для рельсов категорий ОТ периодичность контроля микроструктуры не реже одного раза в сутки.</p> <p>Примечания:</p> <p>1 Для рельсов категорий НТ300 и НТ260 (за исключением поставляемых метрополитенам) допускается проводить испытания на растяжение выборочно (для каждой 20-й плавки) с расчетной оценкой механических свойств остальных плавков регрессионным анализом.</p> <p>2 Прочерк означает, что для рельсов данного назначения и вида термоупрочнения контроль данного показателя или его проведение на пробах/образцах не предусмотрен.</p> |
|---|

6.2.4 Проверку соответствия рельсов требованиям 5.6.2 и 5.7.1 проводят с учетом результатов неразрушающего контроля в соответствии с приложением И.

6.3 Отбор проб для приемо-сдаточных испытаний рельсов

6.3.1 Пробы для приемо-сдаточных испытаний отбирают от любого рельса из любой заготовки, любой плавки в серии, в любом месте рельса (в том числе от прилегающей технологической обрезки) на любой стадии технологического процесса (в том числе при порезке раскатов на пилах горячей резки), если иное не оговорено для соответствующего показателя качества рельсов.

6.3.2 Отбор проб для определения химического состава стали (5.4.1–5.4.4) – по ГОСТ 7565 и ГОСТ Р ИСО 14284.

Пробы для определения химического состава стали (5.4.1, 5.4.2) отбирают в середине разливки каждой плавки из промежуточного ковша (ковшовая проба).

Определение массовой доли водорода в жидкой стали (5.4.5) проводят в промежуточном ковше в середине разливки каждой плавки, при этом на первой плавке в серии дополнительно проводят определение в начале разливки.

6.3.3 Пробы для контроля загрязненности рельсов неметаллическими включениями (5.5) отбирают от контрольного рельса (последнего рельса, прокатанного из последней заготовки каждого ручья) или от прилегающей полнопрофильной технологической обрезки.

6.3.4 Пробу для контроля макроструктуры (5.6.1) отбирают от контрольного рельса (первого рельса, прокатанного из первой заготовки каждого ручья) или от прилегающей полнопрофильной технологической обрезки.

При разногласиях и арбитраже проводят контроль отсутствия флокенов на пробе длиной от 200 до 250 мм, отобранной от согласованного сторонами рельса.

6.3.5 Пробы для определения механических свойств при растяжении и ударной вязкости (5.8), отбирают на расстоянии не менее 150 мм от торца.

6.3.6 Пробу для измерения твердости на поверхности катания и по поперечному сечению рельса (5.9.1, 5.9.2) отбирают на расстоянии не менее 150 мм от торца.

Пробы для измерения разности значений твердости на поверхности катания по длине рельса (5.9.3) отбирают от одного рельса в трех местах: по одной пробе на расстоянии не менее 150 мм от торцов и одну пробу в середине рельса.

6.3.7 Пробу для контроля копровой прочности (5.10) отбирают способом холодной механической резки после правки.

6.3.8 Пробу для определения остаточных напряжений в шейке (5.11.1) отбирают способом холодной механической резки на расстоянии не менее 3,0 м от торца после правки.

6.3.9 Пробу для контроля микроструктуры (5.12.1) и обезуглероженного слоя (5.12.2) отбирают на расстоянии не менее 150 мм от торца.

6.3.10 При отсутствии контрольных рельсов для отбора проб допускается использовать любые рельсы данной плавки.

6.3.11 Все отобранные пробы маркируют. Содержание маркировки – в соответствии с технологической документацией предприятия-изготовителя. При этом маркировка в обязательном порядке должна содержать сведения, указанные в 5.13.2.1.

6.4 Порядок приемки рельсов при отрицательных результатах первичных приемо-сдаточных испытаний

6.4.1 При отрицательном результате контроля массовой доли общего кислорода (5.4.4) в рельсах специального и общего назначения проводят повторный контроль на удвоенном количестве проб, взятых от противоположного конца контрольного рельса, отобранного для первичного контроля.

При хотя бы одном отрицательном результате повторного контроля все рельсы специального назначения контролируемой плавки считают не соответствующими требованиям настоящего стандарта для рельсов специального назначения. Допускается эти рельсы переводить в рельсы общего назначения при условии их соответствия требованиям 5.4.4 для рельсов общего назначения.

При хотя бы одном отрицательном результате повторного контроля все рельсы общего назначения контролируемой плавки считают несоответствующими требованиям настоящего стандарта. Последующий контроль в контролируемой серии плавок проводят поплавно на рельсах плавок, следующих за контролируемой

(предшествующих контролируемой) по ходу разливки, до получения положительного результата на четырех плавках подряд.

6.4.2 При отрицательных результатах контроля загрязненности рельсов специального и общего назначения неметаллическими включениями хотя бы по одному параметру (5.5.2) все контрольные рельсы данной плавки, прокатанные из заготовок, соответствующих концу разливки, считают не соответствующими требованиям настоящего стандарта для рельсов данного назначения. Повторный контроль проводят на пробах, отобранных от передних концов этих рельсов или на пробах, взятых от задних концов смежных по разливке рельсов.

При отрицательных результатах повторного контроля все рельсы контролируемой плавки признают не соответствующими требованиям настоящего стандарта для рельсов данного назначения. Для рельсов плавки, предыдущих контролируемой по ходу разливки, проводят последовательный поплавоочный контроль до получения положительных результатов на четырех плавках подряд.

При несоответствии рельсов специального назначения требованиям 5.5.2 хотя бы по одному параметру, допускается их перевод в рельсы общего назначения при условии соответствия требованиям 5.5.2 для рельсов общего назначения.

6.4.3 При отрицательных результатах контроля макроструктуры (5.6.1) контрольного рельса определенного ручья его признают не соответствующим требованиям настоящего стандарта. Повторный контроль макроструктуры проводят на двух последующих по разливке контролируемой плавки рельсах этого ручья.

При отрицательных результатах повторного контроля проводят поштучный контроль и рассортировку всех рельсов этой плавки этого ручья.

В серии плавки, следующих по ходу разливки за данной плавкой для данного ручья, проводят последовательный поплавоочный контроль рельсов этого ручья, до получения положительных результатов на четырех подряд подвергнутых контролю плавках.

6.4.4 При отрицательных результатах измерения твердости на поверхности катания или по поперечному сечению проводят повторное измерение твердости на удвоенном количестве проб, отобранных от двух рельсов, смежных (по прокатке или термообработке) с контрольным, или двух следующих (предыдущих) по отношению к контрольному рельсу, или на том же контрольном рельсе с удвоенным количеством измерений.

При отрицательных результатах повторного определения твердости рельсов хотя бы по одному измерению все рельсы данной плавки допускается рассортировывать поштучно по твердости. Рельсы с неудовлетворительной твердостью допускается переводить в соответствующий класс твердости.

6.4.5 При получении отрицательного результата контроля остаточных напряжений в шейке рельсов, контролируемый рельс признают не соответствующим требованиям настоящего стандарта и проводят повторный контроль двух смежных рельсов, прошедших правку на роликоправильных машинах до и после контролируемого рельса.

При получении отрицательного результата повторного контроля остаточных напряжений в шейке одного из смежных с контролируемым рельсом, его признают не соответствующим настоящему стандарту.

В этом случае проводят поштучный контроль рельсов. Если отрицательный результат повторного контроля смежных рельсов получен на смежном рельсе перед контрольным (по ходу правки) рельсом – поштучный контроль проводят на предыдущих (по ходу правки) рельсах, если за контрольным рельсом – на последующих; контроль проводят последовательно по ходу правки до получения положительного результата контроля остаточных напряжений на четырех рельсах подряд.

6.4.6 При получении при приемо-сдаточных испытаниях на растяжение, ударный изгиб, копровых испытаниях и контроле микроструктуры отрицательного результата проводят повторные испытания того вида, по которому получен отрицательный результат, на удвоенном количестве образцов (проб), отобранных от двух рельсов, смежных (по прокатке или термообработке) с контрольным, или следующих (предыдущих) по отношению к контрольному, рельсах, или на том же контрольном рельсе с удвоенным количеством испытаний.

При отрицательных результатах повторного контроля копровой прочности, или механических свойств при растяжении, ударной вязкости или микроструктуры все рельсы контролируемой плавки признают не соответствующими требованиям настоящего стандарта; последующий контроль рельсов по контролируемому показателю проводят до получения устойчивых положительных результатов испытаний прокатанных или термически упрочненных рельсов на четырех плавках подряд.

Рельсы назначения НН в случае получения при повторных испытаниях на ударный изгиб при температуре минус 60 °С значения ударной вязкости не менее 15 Дж/см² допускается переводить в другие категории одного вида термоупрочнения

без проведения дополнительных испытаний на ударный изгиб при комнатной температуре.

6.4.7 При отрицательных результатах контроля глубины обезуглероженного слоя проводят повторные испытания на удвоенном количестве проб, отобранных от того же контрольного рельса.

При получении отрицательных результатов повторных испытаний, контрольный рельс признают несоответствующим требованиям настоящего стандарта и контролируют последовательно следующие (по ходу прокатки или термообработки) рельсы до получения положительного результата на четырех рельсах подряд.

6.4.8 При получении удовлетворительных результатов повторных испытаний все рельсы плавки считают соответствующими требованиям настоящего стандарта за исключением рельсов, не выдержавших первичных испытаний.

6.4.9 При получении отрицательных результатов по контролю прямолинейности (5.2.5) рельс может быть переведен в другой класс прямолинейности (в класс В, или в класс С), или подвергнут повторной правке на роликоправильной машине или неоднократной правке на прессах (5.3.5), или обрезан по длине (укорочен) согласно (5.2.2), или (если возможно) порезан на рельсы длины по 5.2.2 или указанной в заказе, с повторным контролем прямолинейности на соответствие требованиям 5.2.5 после порезки.

6.4.10 При получении отрицательных результатов повторного контроля механических свойств при растяжении, ударной вязкости, копровой прочности, твердости, разности значений твердости по длине рельса, остаточных напряжений в шейке рельсов, микроструктуры, прямолинейности или скручивания термоупрочненные рельсы допускается подвергать однократной повторной термической обработке и предъявлять к приемке как новую плавку (партию).

6.5 Периодические испытания рельсов

6.5.1 Испытания по проверке выполнения требований 5.11.2, 5.15–5.18 проводят не реже одного раза в два года, испытания по 5.14 проводят не реже одного раза в пять лет.

Периодические испытания проводят на рельсах типа Р65 и Р75 категорий общего назначения и специального назначения ИК и результаты испытаний распространяют на другие категории рельсов данного класса твердости в рамках одного предприятия-изготовителя с учетом способа термоупрочнения.

Результаты периодических испытаний, полученные на рельсах Р65, распространяют на рельсы типа Р50 с учетом вида термоупрочнения.

В случае получения отрицательных результатов хотя бы одного из испытаний, дальнейшие действия – в соответствии с ГОСТ 15.309.

6.5.2 Для проведения испытаний по 5.11.2, 5.15–5.18 отбирают один рельс номинальной длиной 25,00 м или 100,00 м и более методом отбора «вслепую» по ГОСТ Р 50779.12 не менее, чем от десяти рельсов длиной 25 м и не менее чем от трех рельсов длиной 100 м и более, прошедших приемо-сдаточные испытания.

6.5.3 Испытания по 5.14 допускается проводить непосредственно у потребителя, для чего отбирают 2 рельса методом отбора «вслепую» по ГОСТ Р 50779.12 от наличия не менее десяти рельсов от последней поставленной партии. При превышении нормативного значения остаточной магнитной индукции дальнейшие действия – в соответствии с 5.14.

6.6 Типовые испытания рельсов

6.6.1 Типовые испытания рельсов проводят для оценки эффективности и целесообразности внесения изменений в конструкцию оборудования, рецептуру или технологию изготовления.

6.6.2 Все вносимые изменения должны обеспечивать соответствие рельсов требованиям настоящего стандарта, тем самым обеспечивая безопасность при использовании по назначению, т.е. в качестве элемента верхнего строения пути, предназначенного для осуществления перевозок, при условии соблюдения требований к его содержанию и эксплуатации.

6.6.3 Типовые испытания проводят в соответствии с перечнем и в объеме, приведенном в таблице 17.

Таблица 17 - Основания и объем проведения типовых испытаний

| Основания для назначения типовых испытаний | Объем и вид типовых испытаний | |
|---|---|------------------------------|
| | для нетермоупрочненных рельсов | для термоупрочненных рельсов |
| Ввод в состав технологической линии (на любой стадии производства рельсов) оборудования, предназначенного для улучшения отдельных нормируемых показателей качества рельсов. | Не менее пяти первых плавков по прокатке. Испытания проводят по показателям, которые предполагалось улучшить. | |

Окончание таблицы 17

| Основания для назначения типовых испытаний | Объем и вид типовых испытаний | |
|---|---|---|
| | для нетермоупрочненных рельсов | для термоупрочненных рельсов |
| Изменение технологических параметров и/или порядка выполнения технологических операций, предусмотренных действующим технологическим регламентом. | Испытания проводят по показателям качества, которые предполагалось улучшить (или показатели качества, на которые может оказать влияние изменение параметров и/или порядка выполнения технологических операций). Испытания копровой прочности на удвоенном количестве проб. | |
| Выход за пределы требований действующего технологического регламента, без изменения вида термической обработки, в части: - температуры начала термоупрочнения; - температуры конца термоупрочнения; - изменения параметров закалочной среды. | Не применяются | Пять первых плавков по прокатке. Испытания копровой прочности на удвоенном количестве проб. Микроструктура. Механические свойства при растяжении и ударная вязкость. Остаточные напряжения в шейке. |

6.6.4 Типовые испытания проводит изготовитель или по договору с ним и при его участии испытательная (сторонняя) организация с участием, при необходимости, представителей разработчика продукции, потребителя, природоохранных органов и других заинтересованных сторон.

6.6.5 Результаты типовых испытаний оформляют актом по форме 3, приведенной в приложении В ГОСТ 15.309, и протоколами типовых испытаний с отражением всех результатов, которые оформляют в порядке, установленном изготовителем.

Акт типовых испытаний подписывают должностные лица, проводившие испытания и участвовавшие в них, и утверждает руководство изготовителя.

6.6.6 Результаты типовых испытаний сравнивают с ранее достигнутыми (до внесения изменений) значениями приемо-сдаточных испытаний, полученными на не менее чем 20 проконтролированных партиях.

Результаты изменения технологии считают положительными в случае, если выполняются следующие условия: все рельсы, произведенные по измененной технологии и подвергнутые типовым испытаниям, соответствуют требованиям настоящего стандарта в части проконтролированных показателей, а также обеспечено улучшение всех показателей (или их стабильность), при этом допускается снижение среднего уровня не более чем на 30 % от ранее достигнутых значений, но не ниже требований настоящего стандарта.

6.7 Испытания рельсов при подтверждении соответствия требованиям технических регламентов

6.7.1 Для целей подтверждения соответствия рельсов требованиям по безопасности проводят испытания на образцах рельсов, являющиеся типовыми представителями и на изготовленных из типовых представителей пробах и образцах по условиям методов испытаний для проверки выполнения требований 5.4.1 – 5.4.3, 5.5, 5.6.2, 5.8, 5.11.2, 5.13.1.1 и 5.13.2.1, 5.13.6, 5.15–5.18, а также 5.1.3 в случае отсутствия данных о гамма-процентной наработке рельсов до отказа (данные по безотказности) в условиях испытательного полигона или из эксплуатации по рельсам, указанным в 5.1.3, для данного конкретного производства.

6.7.2 Образцы рельсов, пробы от образцов рельсов, образцы для соответствующего вида испытаний из рельсов и проб маркируются по 6.3.11, а также дополнительной маркировкой, обеспечивающей идентификацию и принадлежность к образцам рельсов, проб от образцов рельсов, образцов из проб и из рельсов с отражением результатов указанной взаимосвязи в протоколах соответствующих видов испытаний.

6.7.3 Образцы рельсов, проб от образцов рельсов, образцы для конкретных видов испытаний из проб и рельсов подлежат обязательной оценке соответствия требованиям к качеству, обеспечивающим корректность результатов испытаний с отражением в протоколах соответствующих видов испытаний.

6.7.4 В качестве типового представителя принимают рельс одного типа (Р65 или Р75), одного класса твердости, заявленных классов прямолинейности, точности профиля, качества поверхности, изготовленный по единой технической документации, предусматривающей различные исполнения, но в пределах, предусмотренных технической документацией отклонений от номинальных значений по установленным требованиям, с одинаковым составом требований, показателей и нормативов, положительные результаты подтверждения соответствия которого применяют (распространяют) на всю совокупность рельсов данного типа, класса твердости, с иными стандартными длинами, с иным сочетанием нижестоящих классов прямолинейности, точности профиля, качества поверхности.

Допускается результаты подтверждения соответствия типового представителя применять (распространять) к аналогичным рельсам:

- рельсов специального назначения к рельсам общего назначения;
- рельсов общего назначения к рельсам категории НН;
- рельсов типа Р65 требованиям 5.1.3, 5.15 – 5.18 к рельсам типа Р50.

Не допускается распространение результатов подтверждения соответствия с

типовых представителей рельсов с нижестоящими на более высокие классы твёрдости, прямолинейности, точности профиля и качества поверхности.

6.7.5 Для испытаний по проверке выполнения требований, указанных в 6.7.1, за исключением полигонных испытаний на безотказность (5.1.3), методом отбора «вслепую» по ГОСТ Р 50779.12 отбирают один рельс, не менее чем от десяти рельсов, произведённых номинальной длиной 25, м или не менее чем от трех рельсов, произведённых номинальной длиной 100 м и более.

6.7.6 Для полигонных испытаний на безотказность по 5.1.3 (полигонные испытания) отбирают методом «вслепую» по ГОСТ Р 50779.12 и изготавливают в необходимых длинах 38 образцов рельсов, в том числе 30 рельсов длиной 25 м для укладки в прямых участках полигона и 8 укороченных рельсов длиной 24,92 и/или 24,84 для кривых участков пути испытательного полигона.

Соотношение длин укороченных рельсов определяется техническими данными полигона, используемого испытательной лабораторией (центром) в зависимости от радиуса кривых испытательного полигона, в которые предполагается уложить рельсы для полигонных испытаний.

Образцы рельсов для полигонных испытаний, должны иметь болтовые отверстия на обоих концах по 5.2.3. По согласованию с заинтересованными участниками испытаний допускается отгрузка рельсов на полигонные испытания без болтовых отверстий.

При подтверждении соответствия рельсов, произведённых в номинальной длине 25 метров, образцы в количестве 38 рельсов, из которых изготавливают 8 укороченных рельсов в длинах, согласованных с испытательной лабораторией, отбирают от партии не менее чем 100 (сто) рельсов, прошедших приемо-сдаточные испытания за период не более 10 суток.

При подтверждении соответствия рельсов, произведённых в номинальной длине рельсов 100 м образцы в количестве 10 рельсов, из которых изготавливают рельсы для испытаний, отбирают от партии не менее чем 25 (двадцать пять) рельсов, прошедших приемо-сдаточные испытания за период не более 10 суток. Из отобранных 10 рельсов изготавливают 30 рельсов длиной 25 м и 8 рельсов длиной 24,92 и/или 24,84 в соотношении по согласованию с испытательной лабораторией.

6.7.7 Испытания по проверке выполнения требований 5.16 методом 7.16, 5.18 методом 7.18 проводят на образцах, изготовленных из пробы от рельса, отобранного по 6.7.3.

Для испытаний по 7.16 изготавливают два образца, по 7.18 – три образца.

6.7.8 Испытания по проверке выполнения требований 5.11.2, 5.15 и 5.17 методами 7.11 (одна проба), 7.15 (шесть проб), 7.17 (шесть проб) проводят на полнопрофильных пробах, изготовленных холодной механической резкой на расстоянии не ближе 3 м от торца рельса, отобранного по 6.7.3.

Допускается использовать результаты полученных разрушений по условиям в 7.15 для исследования и расчётов по определению результата по 7.17, что суммарно составит не менее шести полнопрофильных проб для испытаний по обоим методам.

6.7.9 Рельсы считают выдержавшими испытания для подтверждения соответствия, если по всем показателям, указанным в 6.7.1, получены положительные результаты.

7 Методы контроля

7.1 Контроль размеров и формы поперечного сечения, диаметра и расположения болтовых отверстий, перпендикулярности торцов рельсов

Размеры и форму поперечного сечения рельсов (5.2.1) контролируют автоматизированными средствами контроля, обеспечивающими требуемую точность измерений.

Допускается проведение контроля размеров и формы поперечного сечения средствами допускового контроля – шаблонами в соответствии с приложением К. Шаблоны для контроля размеров и формы поперечного сечения рельса должны соответствовать классу точности изготовления профиля рельсов определенного типа.

Контроль рельсов (5.2.1–5.2.6) проводят на стеллаже, обеспечивающем требуемую точность измерений.

При контроле шаблонами размеры и форму поперечного сечения рельсов контролируют на расстоянии от 100 до 500 мм от торца, толщину шейки – у торца.

Контроль диаметра, расположения в вертикальной и горизонтальной плоскости и фасок болтовых отверстий (5.2.3), проводят с помощью шаблонов, приведенных на рисунках К.12–К.15 (приложение К).

В спорных случаях и при арбитраже контроль рельсов проводят шаблонами.

Контроль перпендикулярности торцов рельсов (5.2.4) проводят по ГОСТ 26877 с помощью угольника поверочного марки УП-2-250 с углом 90° по ГОСТ 3749 и набора плоских щупов, приведенных в приложении Б ГОСТ 26877 или на рисунке К.18 (приложение К).

7.2 Контроль длины рельсов

Длину рельсов (5.2.2) измеряют лазерным измерителем длины, или рулеткой

измерительной металлической по ГОСТ 7502, или другим способом, обеспечивающим требуемую точность измерения.

7.3 Контроль прямолинейности рельсов в целом

7.3.1 Отклонение от прямолинейности рельсов номинальной длиной 25,00 м и менее в целом определяют по величине стрелы прогиба, которую измеряют по хорде (по наибольшему зазору между поверхностью рельса и стальной струной, натянутой между его концами) с помощью линейки измерительной металлической по ГОСТ 427.

7.3.2 Отклонение от прямолинейности рельсов номинальной длиной более 25,00 м, лежащих на подошве или головке, определяют как зазор между центром основания подошвы (головки) и прилегающей плоскостью с помощью набора плоских щупов, приведенных в приложении Б ГОСТ 26877, или плоских и специальных щупов, приведенных на рисунках К.18 и К.19 (приложение К).

7.4 Контроль отклонений от прямолинейности в элементах рельсов

7.4.1 Отклонение рельсов от прямолинейности (5.2.5) в элементах рельсов контролируют с помощью автоматизированных средств контроля по методикам (методам), аттестованным по ГОСТ Р 8.563.

7.4.2 При отсутствии автоматизированного контроля отклонений от прямолинейности на концах, в переходной зоне и в основной части рельсов, контроль этих элементов должен быть выполнен вручную в соответствии с приложением Е. Отклонение элементов рельсов от прямолинейности следует определять по наибольшему зазору между поверхностью рельса и контрольной линейкой (по хорде или касательной) и с помощью плоских щупов.

При этом в качестве контрольных следует использовать поверочные линейки типа ШД класса 2 по ГОСТ 8026, специальные линейки, приведенные на рисунке К.20 (приложение К) и набор плоских щупов, приведенных в приложении Б ГОСТ 26877 или на рисунке К.18 (приложение К).

При определении отклонения концов рельсов от прямолинейности в вертикальной плоскости вниз ближайшая от торца точка касания контрольной линейки с поверхностью рельса должна быть расположена на расстоянии не менее 0,6 м от торца в соответствии с таблицей Е.2 (приложение Е).

7.4.3 В спорных случаях контроль прямолинейности в любом месте рельсов проводят вручную, как указано в 7.4.2.

7.5 Контроль скручивания рельсов

7.5.1 Скручивание рельсов (5.2.6) определяют с помощью автоматизированных

средств контроля по методикам (методам), аттестованным по ГОСТ Р 8.563.

7.5.2 Допускается определять скручивание рельса как зазор между краем основания подошвы и прилегающей плоскостью в соответствии с таблицей Ж.3 (приложение Ж) в положении рельса «стоя на подошве» с помощью набора плоских щупов, приведенных в приложении Б ГОСТ 26877, или на рисунке К.18 (приложение К).

Скручивание концов рельса определяют с помощью шаблона, как указано на рисунке К.17 (приложение К), прикладывая шаблон до соприкосновения с рельсом трех опор: двух – на расстоянии 1 м от торца рельса и одной – у торца рельса, и измеряя зазор между четвертой опорой шаблона и нижней (опорной) поверхностью подошвы у торца рельса с помощью плоских щупов, приведенных в приложении Б ГОСТ 26877 или на рисунке К.18 (приложение К).

7.6 Контроль химического состава

Определение химического состава стали рельсов (5.4.1–5.4.2) проводят по ГОСТ 22536.1–ГОСТ 22536.5, ГОСТ 22536.7–ГОСТ 22536.12, ГОСТ 17745, ГОСТ 18895, ГОСТ 28033, ГОСТ Р 54153.

Массовую долю общего кислорода (5.4.4) определяют по ГОСТ 17745.

Массовую долю водорода в жидкой стали (5.4.5) определяют по равновесному парциальному давлению водорода.

Химический состав стали допускается определять другими методами, не уступающими стандартизованным методам по точности измерений.

7.7 Контроль рельсов на отсутствие флокенов

Для выборочного разрушающего контроля на отсутствие флокенов (5.6.1) из пробы, отобранной по 6.3.4 методами холодной механической резки и обработки (строгание, фрезерование, шлифование) в соответствии с требованиями ГОСТ 10243, изготавливают темплет в вертикальной продольной плоскости симметрии рельса. Контроль отсутствия флокенов проводят визуально на подготовленной поверхности темплетта после его глубокого травления по ГОСТ 10243.

7.8 Контроль загрязненности неметаллическими включениями

7.8.1 Образцы для контроля неметаллических включений (5.5) изготавливают в соответствии с рисунком 4, при этом черновую поверхность рельса не удаляют. Из каждой пробы рельсов от каждого ручья изготавливают по два шлифа. Допускается снятие фасок размером не более 3×3 мм на углах боковых граней шлифов. Область на полированной плоскости шлифа, на которой проводят контроль, должна быть размером не менее 15×15 мм. Края шлифа на ширину до 3 мм не контролируют.

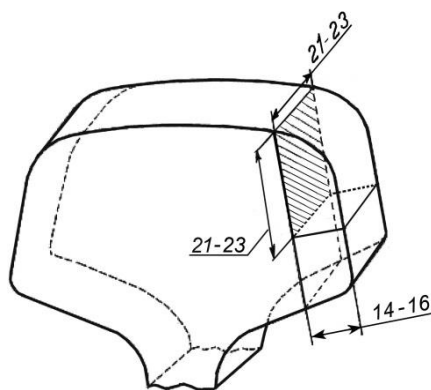


Рисунок 4 - Схема расположения шлифа для контроля неметаллических включений

7.8.2 Контроль загрязненности рельсов неметаллическими включениями (5.5) проводят в соответствии с приложением Л. Контроль проводят на металлографическом микроскопе с применением автоматической системы анализа изображений или визуально путем сравнения с серией эталонных изображений.

Отдельные глобулярные включения группы ED оценивают методами P и K с определением параметров P_{dED} и K_a^{ED} .

Строчечные глобулярные включения группы EB оценивают методами P и K с определением параметров P_L^{EB} и K_a^{EB} .

Строчечные остроугольные включения группы EFB- β оценивают методом P с определением параметра P_L^{EF} .

Вид серии эталонных изображений приведен в приложении Л.

7.9 Контроль внутренних дефектов и дефектов макроструктуры рельсов

7.9.1 Для проверки отсутствия недопустимых внутренних дефектов и дефектов макроструктуры (5.6) проводят сплошной неразрушающий ультразвуковой контроль рельсов в соответствии с приложением И, и выборочный разрушающий контроль.

Для проверки наличия дефекта, выявленного при ультразвуковом контроле, допускается в данном месте рельса проводить разрушающий контроль с оценкой дефекта по ГОСТ 10243.

7.9.2 При выборочном разрушающем контроле из пробы, отобранной согласно 6.3.4 методами холодной резки и механической обработки (строгание, фрезерование, шлифование), изготавливают поперечный темплет полного сечения рельса. Контроль проводят визуально после глубокого травления подготовленной поверхности темплет по ГОСТ 10243.

Допускается проводить контроль макроструктуры согласно методу, указанному в ГОСТ 10243, снятием серных отпечатков (по Бауману) с поперечного темплет

полного сечения рельса или непосредственно с торцов рельса после соответствующей их подготовки.

Оценку дефектов макроструктуры (5.6.1) проводят по шкале в соответствии с приложением Ж.

7.10 Контроль качества поверхности рельсов

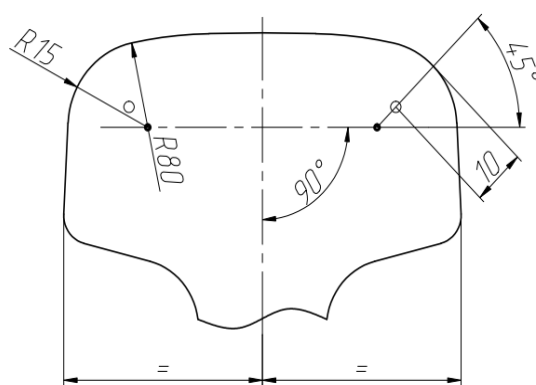
Контроль качества поверхности рельсов (5.7.1, 5.7.2) выполняют средствами неразрушающего контроля в соответствии с приложением И и/или визуально. Поверхности торцов, болтовых отверстий и фасок (5.7.5, 5.7.6) контролируют визуально.

При необходимости используют пробную вырубку или другой способ, гарантирующий правильность определения вида и размеров дефекта. Раздвоение стружки при вырубке считают признаком дефекта.

7.11 Контроль механических свойств рельсов

7.11.1 Определение механических свойств рельсов (5.8) при испытании на растяжение проводят по ГОСТ 1497 на одном цилиндрическом образце типа III № 6 начальным диаметром 6 мм и начальной расчетной длиной рабочей части 30 мм.

Заготовки для изготовления образцов вырезают из зоны выкружки головки пробы вдоль направления прокатки в соответствии с рисунком 5. Рекомендуется скорость растяжения образцов 3 мм/мин.



В миллиметрах

- – точка пересечения радиусов,
- – место расположения центра образца

Рисунок 5 – Схема расположения центра образца для испытания на растяжение

7.11.2 Определение ударной вязкости стали рельсов (5.8) проводят по ГОСТ 9454 на двух образцах типа 1. Заготовки для изготовления образцов вырезают из головки пробы вдоль направления прокатки в соответствии с рисунком 6.

Концентраторы (надрезы) на образцах наносят со стороны поверхности катания головки рельса. Оценку производят по наименьшему из результатов испытаний.

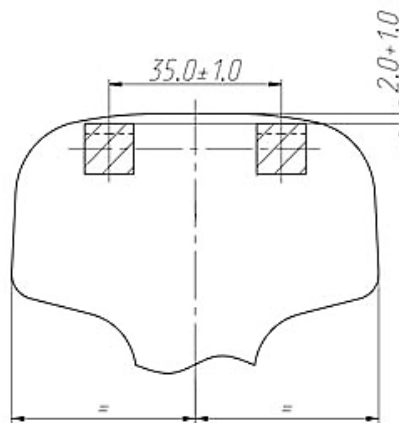


Рисунок 6 – Схема расположения образцов на ударный изгиб

7.11.3 Образцы перед испытанием на растяжение (7.10.1) и на ударный изгиб (7.10.2) допускается выдерживать до 6 ч при температуре не более 200 °С.

7.12 Контроль твердости рельсов

7.12.1 Твердость рельсов (5.9) измеряют по ГОСТ 9012 прибором Бринелля по диаметру отпечатка стального шарика диаметром 10 мм при испытательном усилии 29420 Н (3000 кгс) или шарика из твердого сплава диаметром 2,5 мм при испытательном усилии 1839 Н (187,5 кгс) и продолжительности выдержки под действием усилия от 10 до 15 с, с использованием автоматизированных систем.

При отсутствии автоматизированных систем размеры отпечатка определяют по ГОСТ 9012 с помощью отсчетного микроскопа.

В спорных случаях и при арбитраже следует использовать стационарные приборы Бринелля с применением шарика диаметром 10 мм, испытательной нагрузки 29420 Н (3000 кгс) и выдержки не менее 15 с.

7.12.2 Места определения твердости рельса, установленные по его длине (см. 6.3.7), или рельсовой пробы, или темплета, изготовленного из пробы, отобранной согласно 6.3.7, на поверхности катания в точке 1 (рисунок 3) должны быть предварительно зачищены для удаления окалины и обезуглероженного слоя металла на глубину не более 0,5 мм. Шероховатость зачищенной поверхности R_z должна быть не более 25 мкм по ГОСТ 2789.

7.12.3 Разность твердости на поверхности катания по длине рельсов или проб определяют на средней линии поверхности катания (точка 1 на рисунке 3) по трем усредненным замерам, выполненным с интервалом не менее 25 мм на каждой из трех проб, отобранных от концов и средней части рельса, или на рельсе.

7.13 Контроль копровой прочности рельсов

Контроль копровой прочности рельсов (5.10) проводят на полнопрофильной пробе длиной (1300 ± 50) мм, отобранной по 6.3.6.

Пробу устанавливают горизонтально головкой вверх на две цилиндрические опоры с радиусами закругления (125 ± 2) мм и расстоянием между осями опор (1000 ± 5) мм и подвергают однократному удару грузом массой (1000 ± 3) кг, падающим с заданной высоты. Радиус закругления бойка падающего груза – (125 ± 2) мм.

Высота, с которой груз падает, температура пробы и требуемый результат испытаний указаны в 5.10 (таблица 13).

Износ рабочих частей бойка падающего груза не должен превышать 2,0 мм, цилиндрических опор – 1 мм.

7.14 Контроль остаточных напряжений

7.14.1 Контроль остаточных напряжений в шейке рельса (5.11.1) проводят на полнопрофильной пробе длиной (600 ± 3) мм, отобранной по 6.3.6. Пробу прорежают в холодном состоянии на длину (400 ± 3) мм по нейтральной оси рельса, совпадающей с осью XX на рисунках Г.1 – Г.3 (приложение Г). Ширина прорезаемого паза должна быть (6 ± 1) мм. Остаточные напряжения в шейке рельса определяют по расхождению паза как разницу высоты рельса ($H_2 - H_1$) по оси у торца пробы до и после прорезания паза, в соответствии со схемой, приведенной на рисунке 7.

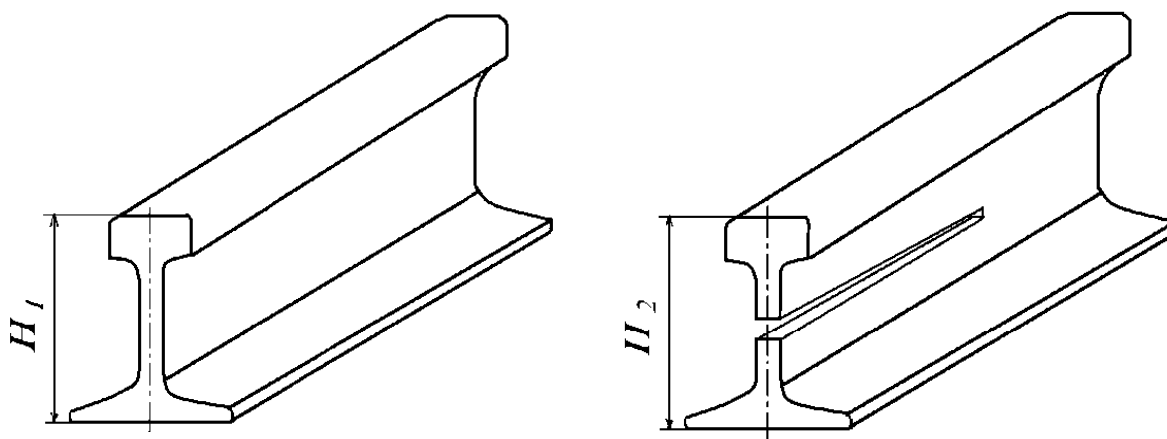


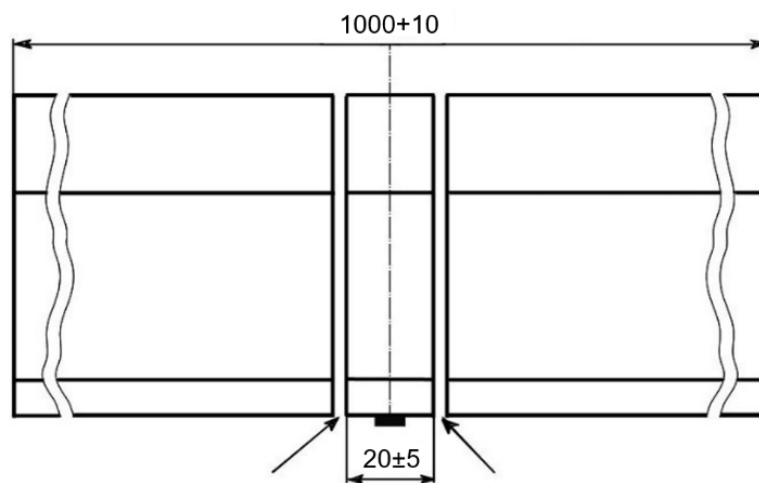
Рисунок 7 – Схема определения остаточных напряжений в шейке рельсов

7.14.2 Контроль остаточных напряжений в средней части подошвы рельсов (5.11.2) проводят на полнопрофильной пробе от одного рельса, отобранного согласно 6.6.6. Пробу длиной (1000 ± 10) мм вырезают из рельса методами холодной механической резки на расстоянии не менее 3 м от торцов.

На опорной поверхности подошвы в средней части пробы проводят абразивную зачистку на глубину от 0,3 до 0,5 мм, и прикрепляют в продольном направлении тензодатчик, следуя рекомендациям изготовителя датчика. Датчик должен иметь относительную погрешность не более $\pm 1\%$.

Измерения выполняют до и после вырезки из пробы поперечного темплета рельса толщиной (20 ± 5) мм с тензодатчиком. Измерения после вырезки выполняют после охлаждения темплета до температуры, соответствующей температуре пробы до вырезки с точностью $\pm 3^\circ\text{C}$. Вырезка должна быть выполнена холодным механическим способом по схеме, приведенной на рисунке 8, без повреждения тензодатчика.

Размеры в мм



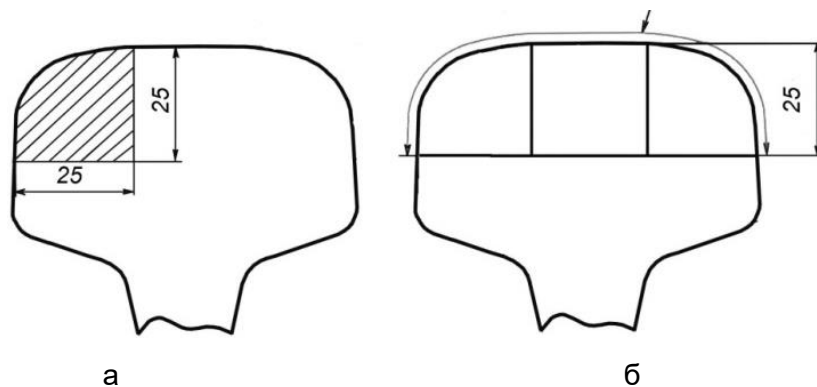
Места вырезки темплета показаны стрелками, тензодатчик, прикрепленный к подошве пробы, показан черным цветом.

Рисунок 8 – Схема вырезки темплета из пробы при определении остаточных напряжений в подошве рельса

Разницу в напряжениях до и после вырезки темплета, взятую с обратным знаком, принимают за значение продольных остаточных напряжений в подошве рельса.

7.15 Контроль микроструктуры

7.15.1 Микроструктуру головки рельсов (5.12.1) контролируют по ГОСТ 8233 на поперечном шлифе, изготовленном из пробы, отобранной по (6.3.9), из зоны выкружки головки рельса в соответствии с рисунком 9а. Контролируемая зона находится на расстоянии более 2 мм от поверхности рельсов.



Зона контроля показана стрелкой

Рисунок 9 – Схема расположения в головке рельса образцов для контроля микроструктуры (а) и глубины обезуглероженного слоя (б)

Контроль проводят с использованием оптического микроскопа при увеличении, соответствующем применяемой шкале. Оценку перлита, феррита, цементита и контроль наличия мартенсита проводят по ГОСТ 8233. Контроль наличия в микроструктуре бейнита – в соответствии с приложением М настоящего стандарта.

7.15.2 Глубину обезуглероженного слоя контролируют по ГОСТ 1763 методом М на трех шлифах, вырезанных из пробы, отобранной по 6.3.10, как указано на рисунке 9б (зона контроля показана стрелкой). За результат измерений принимают максимальную глубину обезуглероженного слоя h , считая от поверхности рельса до границы непрерывной ферритной сетки, как показано на рисунке 10.

Оценка соответствия требованиям 5.12.2 – по наибольшей глубине обезуглероженного слоя трех шлифов.

Допускается проведение контроля обезуглероженного слоя по твердости. Для этого на образце из головки рельса после минимальной шлифовки со стороны поверхности катания (не более 0,5 мм) измеряют твердость в трех точках по осевой линии поверхности катания. Результат считают положительным, если все три полученных значения твердости ниже минимального значения твердости, указанного для данной категории рельсов, не более чем на 7 НВ (НВW).

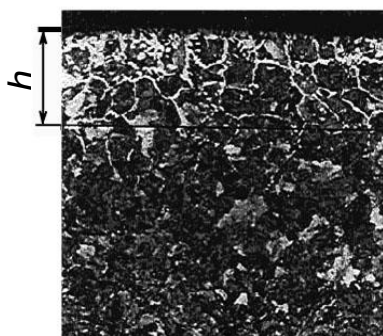


Рисунок 10 – Схема оценки глубины обезуглероженного слоя в головке рельса на травленном микрошлифе

7.16 Контроль маркировки рельсов

Контроль маркировки рельсов (5.13) проводят для каждого рельса визуально или с помощью автоматизированных систем.

7.17 Контроль остаточной магнитной индукции

Значения остаточной магнитной индукции (5.14) на поверхности катания по головке рельса контролируют с применением методов и средств измерений по ГОСТ 22261 при проведении периодических испытаний (6.5.2). Методика измерения остаточной магнитной индукции должна быть согласована с потребителем. Наибольшее значение остаточной магнитной индукции указывают в сопроводительных документах на рельсы в соответствии с 8.3.

7.18 Контроль предела выносливости

7.18.1 Определение предела выносливости (5.15) рельсов проводят методом циклического нагружения полнопрофильных проб (образцов) длиной (1200 ± 10) мм, вырезанных из рельсов методами холодной механической резки. Схема нагружения – плоский трехточечный симметричный изгиб. Расстояние между нижними опорами (1000 ± 5) мм. Верхний пуансон устанавливают посередине между опорами – (500 ± 5) мм. Пробы испытывают при мягком нагружении (управление по усилию) в положении рельса «головкой вниз» при асимметрии цикла нагружения плюс 0,1. База испытаний – 2,000 млн циклов.

От рельса, отобранного согласно 6.7.3, должно быть испытано не менее шести проб (образцов).

7.18.2 Испытания по определению предела выносливости проводят в диапазоне температур окружающей среды от 15 °С до 35 °С.

7.18.3 При испытаниях нагрузка, циклически действующая на образец, должна в каждом цикле меняться от максимального до минимального значения при постоянном значении коэффициента асимметрии. Коэффициент асимметрии нагружения R при испытаниях устанавливают плюс 0,1 (знакопостоянный цикл с растяжением в головке рельсового образца). Максимальное значение циклической нагрузки, прикладываемой к образцу в процессе испытаний P_{\max} , выбирают в соответствии с назначением испытываемых рельсов. Минимальное значение циклической нагрузки P_{\min} определяют путем умножения максимального значения нагрузки P_{\max} на коэффициент асимметрии нагружения R .

7.18.4 Значения максимальной и минимальной нагрузки цикла нагружения устанавливают и контролируют по показаниям штатных силоизмерительных устройств испытательной машины. В течение испытаний каждого образца выбранный для него режим нагружения (максимальное и минимальное значения нагрузки в цикле) должен поддерживаться постоянным. Каждую из шести проб испытывают до разрушения или до прохождения ею базы испытаний.

7.18.5 Циклическую нагрузку прикладывают к образцу непрерывно до окончания его испытания. Критерием прекращения испытания образца является прохождение им базы испытаний без разрушения или полное разрушение образца в пределах базы испытаний. Число циклов контролируют по показаниям счетчика, входящего в состав испытательной машины.

7.18.6 По окончании испытания образца регистрируют в журнале максимальную нагрузку цикла нагружения P_{\max} , число циклов до разрушения или значение базы испытаний 2 млн циклов.

7.18.7 При необходимости проводят уточнение оценки значения предела выносливости путем испытаний образцов при значениях нагрузок вблизи предела выносливости. Для этого нагрузка P_{\max} для образца выбирается наибольшей, при которой образец прошел базу испытаний без излома. Далее нагрузку P_{\max} для каждого следующего образца выбирают, исходя из результатов испытания предыдущего:

- если предыдущий образец не сломался и прошел базу испытания, то нагрузку следующего образца увеличивают на 20 кН;
- если предыдущий образец сломался, то нагрузку следующего образца уменьшают на 20 кН.

7.18.8 Предел выносливости рельсов $\sigma_{0,1}$, МПа, рассчитывают по наибольшему значению нагрузки P_{\max} , при которой образец прошел базу испытаний 2 млн циклов без излома, а в случае проведения уточнения значения предела выносливости – по значению нагрузки P_{\max} , при которой два образца прошли базу испытаний 2 млн циклов без излома по формуле

$$\sigma_{0,1} = \frac{P_{\max} \cdot L}{W_{\Gamma} \cdot 4}, \quad (7.1)$$

где P_{\max} – максимальное значение нагрузки в цикле при, которой достигнута база испытаний, Н;

L – расстояние между опорами испытательной машины, мм;

W_{Γ} – момент сопротивления сечения по верху головки рельса, см³ (приложение Д настоящего стандарта).

Допускается расчет предела выносливости рельсов по формуле

$$\sigma_{0,1} = \sum_i^n \frac{P_{max_i} \cdot L}{W_r \cdot 4} / n, \quad (7.2)$$

где P_{max_i} – максимальное значение нагрузки в цикле, прикладываемой к i -ому образцу в процессе испытаний, прошедшим базу испытаний, Н;
 n – количество образцов, прошедших базу испытаний.

Полученное значение предела выносливости $\sigma_{0,1}$ сравнивают с нормативным значением по 5.15 настоящего стандарта.

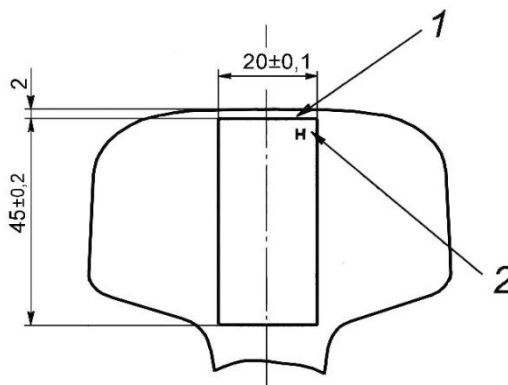
7.18.9 Испытания проб по определению предела выносливости проводят на испытательной машине (испытательном оборудовании), способной обеспечить максимальную нагрузку цикла нагружения, равную 1000 кН, при максимальной относительной погрешности ± 2 %, и частоту нагружения – не более 20 Гц при максимальной относительной погрешности ± 2 %. Испытания проводят на испытательном оборудовании с гидропульсаторной или электрогидравлической силовой установкой, оборудованной силоизмерителем с ценой деления не более ± 1 кН и счетчиком числа циклов.

7.18.10 Остальные требования к оборудованию, средствам измерений, а также порядок проведения испытаний – по ГОСТ 25.502.

7.19 Контроль скорости роста усталостной трещины

7.19.1 Определение скорости роста усталостной трещины (5.16) при испытаниях на циклическую трещиностойкость проводят на образцах. Испытывают не менее двух образцов от рельса, отобранного согласно 6.7.3. Схема расположения, вид и основные размеры образцов представлены на рисунках 11 и 12. Ширина надреза, обозначенная «е» на рисунке 12, должна быть не более 3,5 мм.

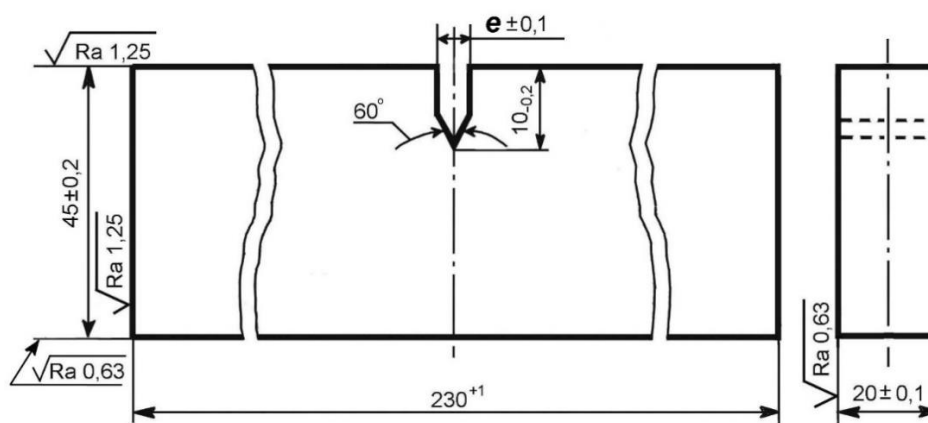
При испытаниях частота нагружения образца должна находиться в интервале от 5 до 40 Гц, размах коэффициента интенсивности напряжений ΔK при испытаниях должен быть установлен 10 МПа \cdot м^{1/2} и 13,5 МПа \cdot м^{1/2}.



*Надрез наносят на верхней стороне образца (стрелка 1),
Верх образца обозначают клеймом «Н» на торце образца (стрелка 2)*

Рисунок 11 – Схема расположения в головке рельса образца для определения скорости роста усталостной трещины

Размеры в мм



*Радиус закругления дна надреза должен быть не более 0,25 мм,
шероховатость поверхностей надреза не более Ra 1,25.*

Рисунок 12 – Вид и основные размеры образца для определения скорости роста усталостной трещины

Механические испытания включают два этапа:

- первый (подготовительный) – циклические испытания образца по схеме трехточечного плоского изгиба, которые проводят с целью выраживания начальной усталостной трещины от концентратора напряжений в виде надреза;
- второй (собственно испытания) – циклические испытания образца с надрезом и усталостной трещиной по схеме трехточечного плоского изгиба с целью определения скорости роста трещины.

7.19.2 Испытания проводят при температуре воздуха от 15 °С до 35 °С, относительной влажности воздуха от 45 % до 80 %. Образцы перед испытаниями должны иметь температуру от 15 °С до 35 °С.

7.19.3 Средства измерений, испытательное оборудование должны обеспечивать циклическую нагрузку не менее 70 кН и иметь максимальную относительную погрешность измерения нагрузки ± 1 %. Средства измерений для контроля размера трещины должны обеспечивать диапазон измерения от 0 до 50 мм с ценой деления 0,1 мм, для контроля температуры образца – диапазон измерения от минус 20 °С до плюс 60 °С, погрешность ± 1 %.

7.19.4 Для проведения первого этапа испытаний образец подготавливают к испытанию, выполняя местную механическую полировку боковых поверхностей вблизи надреза и нанося на них метки в виде рисок, перпендикулярно осевой плоскости надреза. Первую метку наносят на расстоянии $(1,0 \pm 0,1)$ мм от конца надреза, далее риски наносят на расстоянии $(1,0 \pm 0,1)$ мм друг от друга.

По данным меткам затем контролируют длину трещины при ее выращивании до начального размера (на первом этапе испытаний) и при испытаниях по определению скорости роста трещины (на втором этапе испытаний).

Образец с метками устанавливают на опоры испытательной машины, расположенные на расстоянии (180 ± 1) мм друг от друга, таким образом, чтобы надрез находился в зоне действия растягивающих напряжений.

Для создания усталостной трещины начального размера к образцу прикладывают циклическую нагрузку с коэффициентом асимметрии цикла напряжений, равным плюс 0,5, с частотой нагружения от 5 до 40 Гц. При этом максимальную нагрузку цикла P_{max} выбирают таким образом, чтобы она соответствовала действию максимального напряжения в острие надреза образца по формуле

$$\sigma_{max} = (0,5 \dots 0,6) \sigma_{0,2}, \quad (7.3)$$

где $\sigma_{0,2}$ – условный предел текучести при испытании на растяжение.

Максимальную нагрузку цикла P_{max} , соответствующую максимальному напряжению σ_{max} , вычисляют по формуле

$$P_{max} = \frac{4W\sigma_{max}}{L}, \quad (7.4)$$

где L – расстояние между опорами, $L = (180 \pm 1)$ мм,

W – момент сопротивления сечения образца с надрезом, который для образца, изготовленного в соответствии с рисунком 12, составляет $W = 4083 \text{ мм}^3$.

Минимальную нагрузку цикла нагружения P_{min} вычисляют по формуле

$$P_{min} = 0,5 P_{max} . \quad (7.5)$$

Длина начальной трещины должна составлять с обеих сторон образца $(12,0 \pm 1,0)$ мм, включая длину надреза, которая в соответствии с рисунком 12 составляет $(10,0 - 0,2)$ мм.

После достижения усталостной трещиной начальной длины $(12,0 \pm 1,0)$ мм (включая длину надреза) начинают второй этап циклических испытаний, на протяжении которого образец с предварительно выращенной трещиной указанной длины циклически нагружают нагрузками P_{max} и P_{min} . Нагружение проводят до достижения трещиной длины $(21,0 \pm 1,0)$ мм (включая длину надреза) или до излома образца, в том случае, если излом произойдет при меньшей длине трещины.

В процессе испытаний по заранее нанесенным меткам осуществляют измерения прироста трещины с интервалом 1 мм с обеих сторон образца ΔL_1 и ΔL_2 , определяемого как разность между длиной трещины в момент измерения и начальной длиной трещины $(12,0 \pm 1,0)$ мм, и фиксируют соответствующие значения прироста длин трещины количества циклов нагружения N_1 и N_2 . Наибольшее число точек измерения с интервалом 1,0 мм составит $21 - 12 = 9$. Число точек измерения может быть меньше 9 в случае, когда излом образца происходит до достижения длины трещины 21 мм.

Для каждого измеренного значения прироста трещины с двух сторон образца ΔL_1 и ΔL_2 вычисляют скорости роста трещины V_1 и V_2 по формулам

$$V_1 = \frac{\Delta L_1}{N_1} , \quad (7.6)$$

$$V_2 = \frac{\Delta L_2}{N_2} \quad (7.7)$$

Для каждой точки измерения i вычисляют среднеарифметическое по скоростям роста трещины с обеих сторон образца (V_1 и V_2) значение скорости роста трещины \bar{V}_i по формуле

$$\bar{V}_i = \frac{V_1 + V_2}{2} . \quad (7.8)$$

Для каждой точки измерения i вычисляют значение коэффициента интенсивности напряжений K_i по формуле

$$K_i = \frac{6M}{t\sqrt{b^3}} \sqrt{\lambda_i} y_i , \quad (7.9)$$

где K – коэффициент интенсивности напряжений;

M – изгибающий момент;

b – ширина образца, мм, $b = (45,0 \pm 0,2)$ мм;

λ_i – относительная длина трещины в точке измерения i , (безразмерный параметр);

t – толщина образца, мм, $t = (20,0 \pm 0,1)$ мм;

y_i – безразмерный параметр.

Изгибающий момент вычисляют по формуле

$$M = (P \cdot L)/4, \quad (7.10)$$

где P – нагрузка на образец при трехточечном изгибе;

L – расстояние между опорами, $L=180$ мм.

Относительную длину трещины в точке измерения i вычисляют по формуле

$$\lambda_i = \frac{l_i}{b}, \quad (7.11)$$

где l_i – длина трещины в точке измерения i с учетом длины надреза и первоначально выращенной трещины, мм,

Значение параметра y_i вычисляют по формуле

$$y_i = 1,93 - 3,07 \lambda_i + 14,53 \lambda_i^2 - 25,11 \lambda_i^3 + 25,08 \lambda_i^4 \quad (7.12)$$

С учетом размера образца (рисунок 12) рассчитывают по формулам

$$K_i = 0,045 P_i \sqrt{\lambda_i} y_i \quad (7.13)$$

$$\Delta K_i = 0,045 \Delta P_i \sqrt{\lambda_i} y_i, \quad (7.14)$$

где ΔP_i (МПа) вычисляют по формуле

$$\Delta P_i = \frac{\Delta PL}{4W_i}, \quad (7.15)$$

где $\Delta P = P_{max} - P_{min}$ – амплитуда нагрузки, Н;

W_i – изменяющийся в зависимости от длины трещины момент сопротивления сечения образца, вычисляемый по формуле

$$W_i = \frac{t(b - l_i)^2}{6}. \quad (7.16)$$

Значения параметров l_i , λ_i , y_i , P_{max} , P_{min} , ΔP (Н), ΔP_i (МПа), ΔL_1 , ΔL_2 , V_1 , V_2 , \bar{V}_i , ΔK_i для каждой точки измерения i заносят в журнал регистрации испытаний.

7.19.5 По результатам испытаний строят график зависимости средних значений скорости роста усталостной трещины \bar{V} от значений размаха коэффициента интенсивности напряжений ΔK . По этому графику находят значения скоростей роста усталостных трещин, соответствующие значениям размаха коэффициента интенсивности напряжений ΔK , равным $10 \text{ МПа} \cdot \text{м}^{1/2}$ и $13,5 \text{ МПа} \cdot \text{м}^{1/2}$.

Результаты испытаний считают положительными, если значения скорости роста усталостной трещины, определенные при значениях размахов коэффициента интенсивности напряжений $10 \text{ МПа} \cdot \text{м}^{1/2}$ и $13,5 \text{ МПа} \cdot \text{м}^{1/2}$, удовлетворяют требованиям 5.16 для всех испытанных образцов.

7.20 Контроль циклической трещиностойкости

7.20.1 Определение циклической трещиностойкости K_{fc} (5.17) рельсов проводят методом циклического нагружения полнопрофильных проб (образцов) длиной (1200 ± 10) мм, вырезанных из рельсов методами холодной механической резки. Схема нагружения – плоский трехточечный симметричный изгиб. Расстояние между нижними опорами испытательной машины, на которые устанавливают пробу, должно быть (1000 ± 5) мм. Верхний пуансон устанавливают посередине между опорами – (500 ± 5) мм. Пробы испытывают при мягком нагружении (управление по усилию) в положении рельса «головкой вниз» при асимметрии цикла нагружения плюс 0,1. База испытаний – 2 млн циклов.

От рельса, отобранного согласно 6.7.3, должно быть испытано не менее шести проб с достижением излома не менее, чем на трех пробах.

7.20.2 Испытания проводят в помещении при температуре воздуха от 15°C до 35°C , относительной влажности воздуха от 45 % до 80 %. Образцы перед испытаниями должны быть выдержаны при температуре помещения от 15°C до 35°C в течение трех часов.

7.20.3 Испытания проводят на испытательной машине, способной обеспечить следующие условия и параметры нагружения: максимальная нагрузка цикла нагружения не менее 1000 кН, погрешность измерения усилия не более $\pm 2\%$, частота нагружения не более 20 Гц с максимальной погрешностью $\pm 2\%$.

Средства измерений должны иметь диапазон измерения от 0 до 200 мм и максимальную допускаемую погрешность измерения $\pm 0,05$ мм.

7.20.4 Для определения циклической трещиностойкости каждую пробу доводят до разрушения при циклическом нагружении аналогично испытаниям по определению

предела выносливости по ГОСТ 25.502 (аналогично 7.18). Две точки фронта трещины, выходящие на поверхность пробы, соединяют хордой в соответствии с рисунком 12. Определяют ее середину. Из точки, лежащей на середине хорды, восстанавливают перпендикуляр до пересечения с образующей (радиусом) головки рельса. Точку пересечения принимают за центр окружности, дуга которой аппроксимирует фронт трещины. Измерение радиуса (глубины) трещины производят из этой точки до наиболее удаленной точки фронта трещины в одном направлении с помощью штангенциркуля ШЦ-II-250-0.05 по ГОСТ 166 или аналогичного, обеспечивающего требуемую точность измерения. Для каждой пробы, изломавшейся при испытаниях, определяют трещиностойкость путем вычисления критического значения коэффициента интенсивности напряжений K_{fc} по формуле

$$K_{fc} = f(a) \cdot \sigma \cdot \sqrt{2\pi a}, \quad (7.17)$$

где σ – максимальное напряжение в цикле нагружения, МПа,

a – размер трещины, мм,

$f(a)$ – поправочная функция зависимости коэффициента интенсивности напряжений от величины изгибающего момента и геометрии дефекта при изгибающем моменте рельса в вертикальной плоскости $1 \text{ Мпа} \cdot \sqrt{\text{м}}$, определяемая методом конечных элементов.

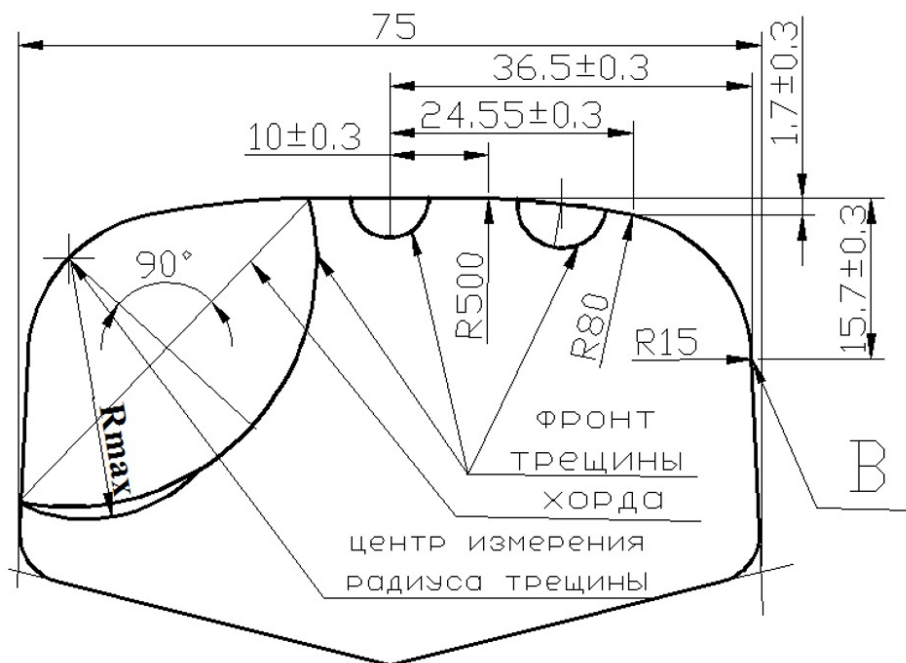


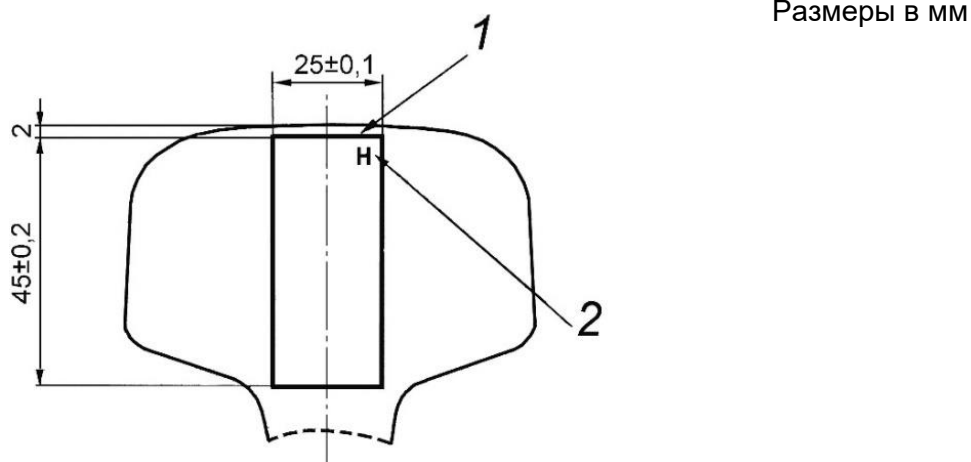
Рисунок 12 - Головка рельса. Расположение зон трещины, определение глубины трещины ($R_{max} = a$)

7.20.5 Остальные требования к оборудованию, средствам измерений, а также порядок проведения испытаний – по ГОСТ 25.502.

7.21 Контроль статической трещиностойкости

7.21.1 Определение статической трещиностойкости K_{Ic} (5.18) проводят по ГОСТ 25.506. Испытывают не менее трех образцов от рельса, отобранного по 6.7.3.

Образцы для определения статической трещиностойкости должны быть изготовлены в соответствии с рисунками 13 и 14 по общим требованиям ГОСТ 25.506.



*Надрез наносят со стороны верха образца (стрелка 1),
верх образца обозначают клеймом «Н» на торце образца (стрелка 2)*

Рисунок 13 – Схема расположения образца для испытания на статическую трещиностойкость

Ширина надреза, обозначенная «е» на рисунке 14, должна быть не более 3,5 мм. Для установки пружинных датчиков смещения допустима приварка упоров импульсным разрядом или точечной сваркой, в этом случае отверстия с резьбой для крепления упоров не изготавливают.

7.21.2 При создании усталостной трещины от надреза и затем при испытаниях используют схему нагружения образца – плоский трехточечный симметричный изгиб.

Предварительное нанесение усталостной трещины выполняют, соблюдая следующие условия:

- циклическое нагружение с асимметрией от 0 до плюс 0,1 (надрез в зоне растяжения);
- частота нагружения – от 5 до 120 Гц;
- температура образца вблизи края растущей трещины должна быть не выше 40 °С, а температура в помещении, где проводят испытания – (20±5) °С;

– трещину усталости выращивают до достижения от 0,45 до 0,55 ширины образца (считая вместе с надрезом от края образца), причем на протяжении последних 1,25 мм роста трещины величина K_{max} должна не превышать от 18 до 22 МПа•м^{1/2}.

При испытании на статическую трещиностойкость (5.18) расстояние между нижними опорами испытательной машины, на которые устанавливают образец, должно быть (180 ± 1) мм, а температура образца – минус (20 ± 2) °С. Температуру образца следует измерять термопарой, приваренной без оплавления к образцу на расстоянии от 5 до 10 мм от вершины трещины

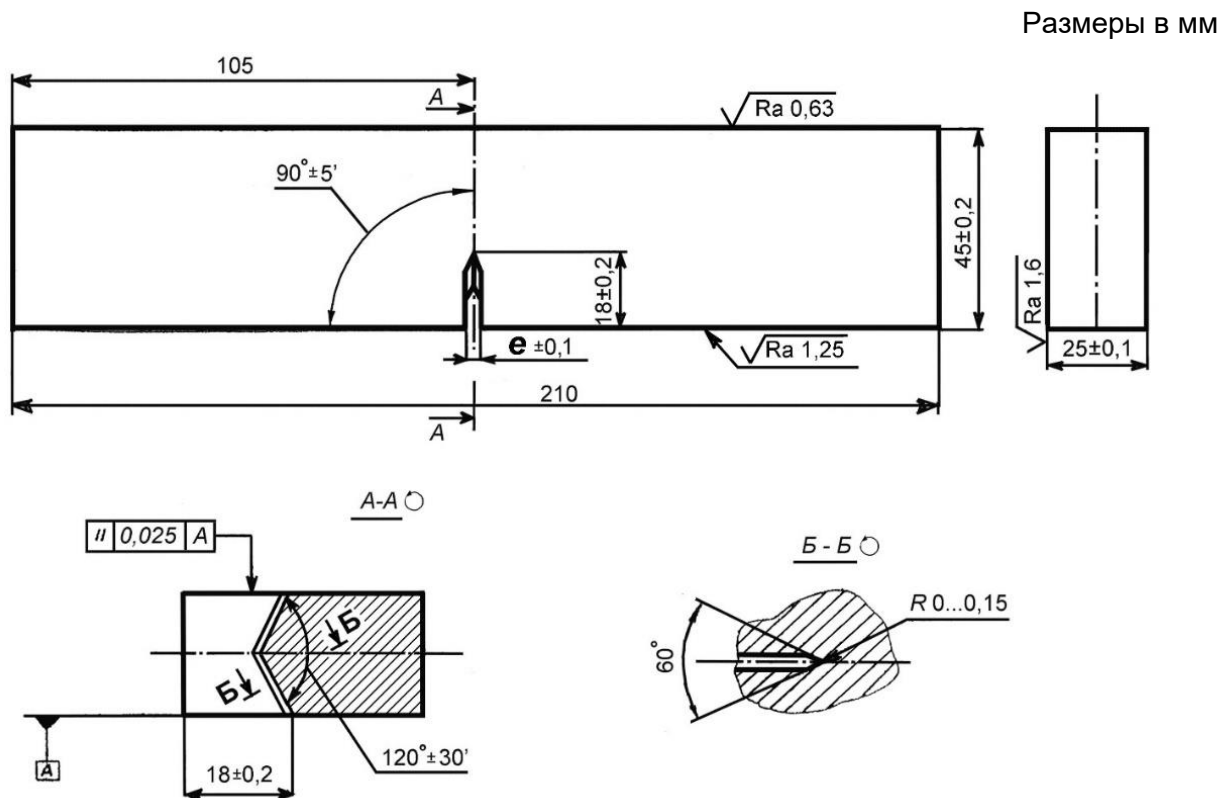


Рисунок 14 – Вид и основные размеры образца для испытаний на статическую трещиностойкость

7.21.3 В остальном порядок проведения испытаний, требования к оборудованию и обработка результатов – по ГОСТ 25.506.

7.22 Ресурсные испытания

Отбор рельсов для ресурсных испытаний проводят согласно 6.7.4.

Ресурсные испытания с целью оценки безопасности рельсов проводят с определением гамма-процентной наработки рельсов до отказа (5.1.3) в соответствии с приложением А.

8 Транспортирование и хранение

8.1 Транспортирование

8.1.1 Рельсы транспортируют железнодорожным, автомобильным, речным или морским видами транспорта при соблюдении правил перевозок, действующих на соответствующем виде транспорта.

8.1.2 Погрузку, укладку, крепление и перевозку рельсов (в том числе в составе рельсовых плетей) проводят в соответствии с техническими условиями размещения и крепления грузов, утверждёнными в установленном порядке на основании результатов испытаний по подтверждению сохранности технического состояния рельсов вследствие проведённых подъёмно-транспортных и укладочных операций.

8.1.3 Условия транспортирования рельсов в макроклиматических районах с умеренным и холодным климатом на суше должны соответствовать условиям 8 (ОЖЗ), в макроклиматическом районе с тропическим климатом и при морских перевозках – условиям 9 (ОЖ1), приведенным в разделе 10 (таблица 13) ГОСТ 15150.

8.1.4 При погрузке, транспортировании и выгрузке не допускается повреждение и падение рельсов с высоты более 1 м. Рельсы, упавшие с высоты более 1 м, считают не соответствующими требованиям настоящего стандарта.

8.1.5 Отгружаемую партию рельсов сопровождают паспортом, оформляемым в соответствии с ГОСТ Р 2.601.

Паспорт должен содержать следующие идентификационные, индивидуальные и общие сведения для каждого рельса и данной партии рельсов в обозначениях по настоящему стандарту:

- наименование или условное обозначение предприятия-изготовителя;
- наименование (обозначение) документов, с соблюдением требований которых изготовлены рельсы (партия рельсов), включая обозначение настоящего стандарта;
- обозначения типа, категории рельсов;
- обозначение классов: точности изготовления профиля, отклонения от прямолинейности, качества поверхности рельсов;
- идентификационные данные рельсов с указанием длины и сведений о наличии (отсутствии) болтовых отверстий;
- результаты приемо-сдаточных испытаний в части механических свойств на растяжение, химический состав, ударную вязкость, твердость по сечению и на поверхности катания;
- максимальное значение остаточной магнитной индукции рельсов;

- сведения, удостоверяющие гарантии изготовителя;
- данные сертификата соответствия с изображением на паспорте знака обращения на рынке;
- отметку о приёмке службой технического контроля изготовителя (ОТК, подпись и/или штамп с расшифровкой подписи, дата оформления паспорта).

8.2 Хранение

8.2.1 Условия хранения рельсов должны соответствовать условиям 8 (ОЖЗ), допускается хранение в условиях 6 (ОЖ2) и 9 (ОЖ1), приведенным в ГОСТ 15150 (раздел 10, таблица 13).

8.2.2 Требования к площадкам, стеллажам, технологии укладки рельсов для хранения, исключающие деформации и ухудшение прямолинейности, самопроизвольных изгибов, падений, развалов штабелей и повреждений рельсов устанавливается технической документацией изготовителя.

8.2.3 Не допускается выгрузка и хранение рельсов «навалом» с продольным пересечением осей рельсов, контактов рельсов между собой кромками элементов сечения, за исключением кромок подошвы в горизонтальном положении рельсов «стоя на подошве», нарушением горизонтальности рядов, без неметаллических прокладок одинаковой толщины между горизонтальными рядами рельсов, между рельсами и опорами стеллажа, со «свесом» концов рельсов без опоры более 3 м.

9 Гарантии изготовителя

9.1 Изготовитель гарантирует соответствие рельсов требованиям настоящего стандарта после изготовления и при выпуске в обращение.

9.2 Рельсы должны удовлетворять требованиям по безопасности (техническим регламентам) в период от выпуска в обращение до достижения предельных состояний при соблюдении условий транспортирования, хранения и указаний по эксплуатации, установленных настоящим стандартом.

9.3 Рельсы должны обеспечивать неизменность свойств в части требований к химическому составу, макроструктуре, типу микроструктуры и загрязненности стали неметаллическими включениями на всех этапах жизненного цикла от выпуска в обращение до утилизации, включая процесс эксплуатации. При этом неизменность типа микроструктуры гарантируется при условии отсутствия термического и термомеханического воздействия на рельсы и соблюдения указаний по эксплуатации в части шлифования.

Неизменность свойств при хранении в части твердости по сечению рельса, временного сопротивления, предела текучести, относительного удлинения, относительного сужения и ударной вязкости обеспечивается на протяжении гарантированного срока хранения рельсов.

9.4 Гарантийный срок при соблюдении требований по хранению, транспортированию и указаний по эксплуатации определяется условиями договора поставки и составляет не менее 2-х лет с момента отгрузки потребителю, если предельные состояния по естественным процессам износа в эксплуатации не наступят ранее.

10 Указания по эксплуатации

10.1 Общие указания

10.1.1 Эксплуатацию, диагностику технического состояния, техническое обслуживание и ремонт рельсов проводят по эксплуатационным (ГОСТ Р 2.601) и ремонтным (ГОСТ 2.602) документам изготовителя, которые должны содержать требования по соединению и укладке рельсов в путь, диагностике и оценке технического состояния, критерии проведения и методы ремонта рельсов, критерии назначения шлифования и фрезерования рельсов, методы и критерии лубрикации, условия для снижения скоростей движения другие особенности, соблюдение которых обеспечивает безопасность рельсов.

10.1.2 Конструкция рельсов обеспечивает их эксплуатацию в звеньевом и бесстыковом железнодорожном пути, при технической совместимости с рельсами соответствующего типа, с номинальными осевыми нагрузками от подвижного состава до 25 т на ось включительно, в климатических условиях УХЛ1 по ГОСТ 15150, с планом и профилем пути, грузонапряженностью и максимально допустимыми скоростями движения по приложению Б для соответствующей категории рельсов.

10.1.3 Элементы конструкции железнодорожного пути (рельсовые скрепления, их основания, рельсовые подкладки, накладки, шайбы, шурупы, противоугоны, другое), а также применяемые машины и механизмы для укладки, технического обслуживания и ремонта пути, должны быть технически совместимы с рельсами и не должны наносить повреждений поверхности рельсов, создавать концентраторы напряжений при эксплуатации рельсов.

10.1.4 Эксплуатация рельсов за пределами условий 10.1.2, 10.1.3 согласовывается с изготовителем. Внесение изменений в конструкцию рельсов в части длины и профиля, перемены рабочего канта, в конструкцию болтовых и технологических

отверстий в рельсах, включая диаметр отверстий, их расположение, требований к качеству, методам изготовления, проведения сварки и любой переработки рельсов перед применением и/или изготовления из них рельсовых элементов железнодорожного пути должно осуществляться при условии согласования технологии, методов и критериев оценки результатов с изготовителем рельсов.

10.1.5 Не допускается эксплуатация рельсов, имеющих следующие дефекты (отклонения от установленных норм):

- поперечные или наклонные, ориентированные в поперечном направлении, внутренние трещины в головке, выявляемые средствами НК, а также трещины в месте перехода головки в шейку и в подошве, в том числе вне проекции шейки;

- поперечные наклонные или горизонтальные трещины в шейке рельсов, выявляемые средствами НК или путем органолептического контроля;

- выкрашивания поверхности головки рельсов или внутренние продольные трещины глубиной распространения более 8,0 мм и протяжённостью более 70,0 мм. При наличии выкрашиваний или внутренних продольных трещин в головке рельса глубиной менее 8,0 мм и протяжённостью менее 70,0 мм с целью снижения динамического воздействия на рельсы технической документацией потребителя устанавливается ограничение скорости движения подвижного состава;

- наличие отрезка рельса несогласованной длины, или отрезка рельса с торцами, полученными путем резки газопламенным способом или выполненными с нарушением требований 5.2.4 и 5.7.5 настоящего стандарта;

- хрупкие отколы в любом элементе профиля, или поперечный излом по всему сечению (эксплуатация рельсов с поперечным изломом по всему сечению до замены, взятому в струбцины, устанавливается технической документацией потребителя);

- болтовые отверстия, изготовленные с нарушением 5.2.3 и 5.7.6 настоящего стандарта, а также имеющие термомеханические повреждения, полученные в процессе изготовления отверстий;

- механические, термомеханические и электроожоговые повреждения в любом элементе профиля.

Порядок замены рельсов устанавливается технической документацией потребителя.

10.2 Предельные состояния, скорости движения, осевые нагрузки

10.2.1 Критерии предельных состояний для назначения диагностики, проведения технического обслуживания и ремонта рельсов устанавливаются потребителем самостоятельно с соблюдением требований эксплуатационных и ремонтных документов изготовителя.

10.2.2 Критериями предельных состояний рельса для прекращения эксплуатации и изъятия рельсов из пути при максимально допустимых скоростях являются:

- боковой износ 20 мм и более, вертикальный износ 13 мм и более;
- поперечная усталостная трещина в любом элементе профиля рельса, в том числе и вне зоны контроля средств рельсовой дефектоскопии;
- продольная усталостная трещина в головке с глубиной залегания более 8,0 мм;
- любая трещина в шейке рельса, выявляемая средствами НК или путем органолептического контроля.

10.2.3 При обнаружении дефектов, допускаемых документами изготовителя, обеспечение безопасности при продолжении эксплуатации обеспечивается путём снижения динамического воздействия на дефектный рельс с целью замедления развития дефекта до проведения ремонта и/или замены дефектного рельса, что достигается снижением скорости движения подвижного состава по таким рельсам не менее чем на 15 % от установленной для данного участка железнодорожного пути.

10.2.4 Предельная осевая нагрузка на рельсы при установленных скоростях движения, указанных в приложении Б, составляет 27 т на ось при условии общего пропуска подвижного состава с осевой нагрузкой 27 т по рельсам не более 10 %. Для нетермоупрочненных рельсов специального назначения категории ВС (для высокоскоростного движения) предельная осевая нагрузка составляет 20 т на ось при условии общего пропуска подвижного состава с осевой нагрузкой 20 т по рельсам не более 30%.

10.2.5 Предельные скорости движения подвижного состава по рельсам, не имеющим ограничений по скорости движения по своему техническому состоянию, определяются конструкцией железнодорожного пути (проектом) с учетом категорий рельсов.

Приложение А (обязательное)

Метод определения гамма-процентной наработки рельсов до отказа при ресурсных испытаниях

А.1 Сущность метода

А.1.1 Сущность метода проведения ресурсных испытаний партии рельсов, уложенных в путь на испытательном полигоне, заключается в определении величины вероятности безотказной работы рельсов по результатам выявления и изъятия из пути дефектных и/или остродефектных рельсов при пропуске по ним испытательного подвижного состава.

А.2 Общие требования к проведению испытаний

А.2.1 Ресурсным испытаниям подвергают железнодорожные рельсы, соответствующие требованиям настоящего стандарта или технических условий, в целях подтверждения соблюдения требований технических регламентов Таможенного союза [1] и/или [2] применительно к объекту технического регулирования – рельсам железнодорожным.

Ресурсные испытания проводят на испытательном полигоне Испытательного Центра (далее – ИЦ), аккредитованного в установленном порядке.

А.2.2 Ресурсные испытания включают:

- отбор рельсов для проведения испытаний;
- идентификацию и маркировку рельсов, поступивших на испытания;
- укладку испытываемых рельсов в путь;
- подготовку испытательного подвижного состава;
- пропуск испытательного состава по пути испытательного полигона;
- контроль состояния испытательного подвижного состава, верхнего строения пути, испытываемых рельсов;
- изъятие дефектных (ДР) и остродефектных (ОДР) рельсов из пути и их замену в пути;
- осмотр, исследование изъятых ДР и ОДР, оформление Заключения об изъятии ДР и ОДР из пути;
- обработку и оформление результатов ресурсных испытаний.

А.3 Условия проведения испытаний в целях подтверждения соответствия

А.3.1 Отбор рельсов для ресурсных испытаний

А.3.1.1 Ресурсные испытания проводят на рельсах, прошедших испытания в целях подтверждения соответствия требованиям технических регламентов по 6.6.1.

А.3.1.2 Для ресурсных испытаний в соответствии с 6.7.4 отбирают 38 рельсов, из них 30 рельсов для укладки в путь, включая необходимое количество укороченных рельсов и 8 рельсов – для замены изъятых ДР и ОДР.

Отобранные рельсы представляют на испытания с приложением документов, установленных Органом по сертификации и Паспорта рельсов по 8.1.6.

А.3.2 Идентификация, маркировка и хранение рельсов

А.3.2.1 Идентификацию рельсов, поступивших на испытания, проводят в соответствии с ГОСТ Р 56541 с составлением Акта идентификации объекта испытаний по форме, установленной ИЦ.

А.3.2.2 Все рельсы должны быть дополнительно промаркированы условными номерами, несмываемой краской белого цвета. Место нанесения маркировки – поверхность шейки рельса со стороны выпуклой маркировки на расстоянии 0,8–1,5 м от переднего торца по направлению прокатки.

А.3.2.3 К испытаниям допускают только рельсы, прошедшие процедуру идентификации.

А.3.2.4 Хранение поступивших на испытания рельсов осуществляют по 8.2.

А.3.3 Укладка испытываемых рельсов в путь

А.3.3.1 Тридцать рельсов, отобранные в соответствии с А.3.1.2 укладывают в путь в соответствии с требованиями, установленными согласно Правилам технической эксплуатации железных дорог Российской Федерации [3].

По окончании укладки выполняют контроль состояния верхнего строения пути участка с испытываемыми рельсами по показателям А.5.2.1–А.5.2.4. Результаты укладки оформляют Актом укладки рельсов по форме, установленной ИЦ.

А.3.4 Требования к испытательному составу. Подготовка испытательного состава

А.3.4.1 Испытания проводят при воздействии на рельсы испытательного подвижного состава, характеристики которого приведены в таблице А.1.

Т а б л и ц а А.1–Технические характеристики испытательного состава

| Характеристика | Значение характеристики |
|---|--|
| Тип локомотива | электровоз/тепловоз |
| Тип вагонов | вагоны грузового типа (далее – полувагон) |
| Масса состава, тыс. т | 6±1,5 |
| Нагрузка на ось от локомотива, кН | не более 265 |
| Нагрузка на ось от вагона, кН | 245±25 |
| Скорость движения состава*, км/ч | не менее 40 |
| * Скорость движения состава определяют по показаниям штатного скоростемера, установленного на локомотиве. | |

А.3.4.2 Взвешивание испытательного состава

Каждый вновь загруженный вагон, включаемый в испытательный состав, подлежит

трехкратному взвешиванию на весах, позволяющих определять поосную нагрузку подвижного состава, с целью определения фактических величин нагрузок на ось и массы вагона. За фактическую величину нагрузки на ось и массы вагона принимают средние арифметические значения трех взвешиваний.

Результаты взвешивания вагона регистрируют по форме, принятой для применяемого средства измерения. При этом в документе с результатами взвешивания вагона должны быть указаны:

- а) место взвешивания;
- б) дата проведения взвешивания;
- в) обозначение и номер вагона;
- г) наименование, обозначение средства измерения, на котором выполнено взвешивание, заводской номер средства измерения, номер свидетельства о поверке, дата выдачи и срок действия свидетельства о поверке;
- д) результаты взвешивания, включая первичные данные измерений и расчет средних значений;
- е) инициалы, фамилия, должность лица, подписавшего результаты взвешивания.

Результаты взвешивания оформляют протоколом взвешивания и заносят в сводный протокол взвешивания по форме, установленной ИЦ.

Результаты взвешивания вагонов считаются действительными в течение одного года.

Массу локомотива и среднюю нагрузку на ось от локомотива определяют по массе, указанной на борту локомотива или в паспорте локомотива.

А.3.4.3 Состояние и техническое обслуживание испытательного состава

Состояние ходовых частей локомотива и вагонов испытательного состава должно удовлетворять требованиям, установленным в соответствии с [3].

Подвижной состав (локомотив и вагоны), входящий в испытательный состав, при проведении испытаний подлежит техническому обслуживанию в соответствии с документами, устанавливающими порядок технического обслуживания вагонов, электровозов, тепловозов.

Техническое состояние вагонов испытательного состава, включая поверхность катания колес, контролируют ежедневно перед началом движения.

А.3.4.4 Испытательный состав подготавливают с учетом требований А.3.4.3.

В случае выявления неудовлетворительных показателей состояния ходовых частей, неисправные локомотивы и вагоны исключают из испытательного состава.

А.4 Средства измерений

А.4.1 При проведении испытаний применяют средства измерений, приведенные в таблице А.2. Допускается применение других средств измерений, с метрологическими характеристиками не ниже, чем у приведенных в таблице А.2.

Таблица А.2 – Средства измерений и испытательное оборудование

| Контролируемый показатель | Наименование средства измерений и/или испытательного оборудования | Основная характеристика средства измерений и/или испытательного оборудования |
|--|---|--|
| Внутренние дефекты в рельсах | Ультразвуковой дефектоскоп УДС2-РДМ-22 по [4] | Количество каналов не менее 8 Номинальная частота ультразвуковых колебаний 0,25 МГц |
| Поверхностные дефекты на рельсах | Штангенциркуль по ГОСТ 166 | Погрешность средства измерений не более 0,01 мм |
| Геометрия поверхности катания рельсов | Линейка поверочная по ГОСТ 8026 | Погрешность средства измерений не более 0,1 мм |
| Боковой и вертикальный износ головки рельсов | Штангенциркуль путевой по [5] | |
| Ширина колеи, уровень | Шаблон путевой ПШ-1520 по [6] | |
| Подуклонка рельсов | Штангенциркуль по ГОСТ 166 Линейка поверочная по ГОСТ 8026 Угольник поверочный по ГОСТ 3749 | |
| Зазоры в стыках | Шаблон универсальный ПШ-00316А по [7] | Погрешность средства измерений не более 0,5 мм |
| Ступеньки в стыках | Шаблон универсальный ПШ-00316А по [7] | Погрешность средства измерений не более 0,1 мм |
| Затяжка стыковых креплений | Динамометрический ключ | Погрешность средства измерений – не более 3 % |
| Затяжка промежуточных креплений | Динамометрический ключ | |
| Масса (нагрузка на ось) вагонов испытательного состава | Весы вагонные | Погрешность средства измерений – не более 5 % |
| Условия окружающей среды при проведении испытаний | Прибор контроля параметров воздушной среды | Погрешность средства измерений – не более 3 % |

А.5 Состояние пути при проведении испытаний

А.5.1 Состояние участка пути испытательного полигона, должно соответствовать требованиям, установленным согласно [3].

А.5.2 Характеристики пути, контролируемые при проведении испытаний

А.5.2.1 Вертикальный и боковой износ в контрольных сечениях по длине рельса, расположенных соответственно на расстоянии 2,5 м, 12,5 м и 22,5 м от рельсового стыка, по показателям:

- а) высота рельса;
- б) ширина головки рельса на расстоянии 13 мм от верха головки рельса без учета вертикального износа (от исходной высоты рельса до начала испытаний).

А.5.2.2 Рельсовая колея в контрольных сечениях по длине по показателям:

- а) ширина колеи (на каждой пятой шпале);

- б) положение рельсовых нитей по уровню (на каждой пятой шпале);
- в) подуклонка рельсовых нитей (5-я, 25-я, 45-я шпала).

А.5.2.3 Состояние каждого стыка участка пути по показателям:

- а) зазор в стыке;
- б) вертикальная и горизонтальная ступенька в стыке.

А.5.2.4 Состояние промежуточных и стыковых скреплений по показателям:

- а) затяжка резьбовых соединений (прижатие подошвы рельса) промежуточных скреплений;
- б) затяжка стыковых рельсовых скреплений;
- в) излом (отсутствие изломов) элементов скреплений (контролируется визуально).

А.5.3 При проведении испытаний выполняют равномерную лубрикацию рельсов посредством применения смазки на гребни колес локомотива опытного состава и/или боковую поверхность рельсов.

Вид смазки – из числа горюче-смазочных материалов, допущенных для применения в технических средствах лубрикации.

А.5.4 Периодичность контроля характеристик состояния пути

А.5.4.1 Общий контроль состояния рельсовой колеи выполняют не реже одного раза в три месяца на основании результатов проходов вагона-путеизмерителя.

А.5.4.2 Контроль состояния рельсов и рельсовой колеи осуществляют с применением средств измерений, приведенных в таблице А.2, и визуально с периодичностью:

- а) для показателей по А.5.2.1, А.5.2.2, А.5.2.3 – после наработки от 2 до 5 млн т брутто, и далее с периодичностью (50 ± 5) млн т брутто;
- б) для показателей по А.5.2.4 – после наработки на участке пути с испытываемыми рельсами не более 5 млн. т брутто, далее – дважды в год в весенний и осенний периоды.

По результатам контроля составляют Акт комиссионного осмотра пути по форме, установленной ИЦ.

При выявлении неудовлетворительных параметров состояния рельсовой колеи, испытания останавливают. После приведения контролируемых параметров к нормативным значениям испытания возобновляют.

А.6 Изъятие и контроль дефектных и острорезных рельсов при проведении испытаний

А.6.1 Порядок учета дефектов рельсов

А.6.1.1 При определении показателя «γ-процентная наработка рельсов до отказа при γ, равной 100 %» согласно 5.1.3 при расчете количества изъятых рельсов учитывают только ДР и ОДР, в которых при испытаниях образовались и развились дефекты, приведшие к изъятию рельсов из пути: трещины и выкрашивание в головке и подошве рельса, смятие и

вертикальный износ головки, расслоение шейки, поперечные изломы, трещины и изломы от болтовых отверстий и торцов.

А.6.1.2 Окончательное отнесение изъятого рельса к учетному (учитываемому при расчете вероятности безотказной работы рельсов) устанавливается только по результатам металлографического исследования отрезка рельса с выявленным дефектом.

А.6.3 Порядок выявления ДР и ОДР

А.6.3.1 Поверхностные дефекты рельсов выявляют визуально, размеры дефектов определяют средствами измерений, указанными в А.4.1. Кроме того, проводят фотофиксацию поверхностных дефектов.

А.6.3.2 Внутренние дефекты испытываемых рельсов выявляют ультразвуковым дефектоскопом с использованием дефектоскопной тележки ежедневно при наличии движения испытательного подвижного состава по участку пути с испытываемыми рельсами.

А.6.3.3 Рельс считается ОДР и подлежит изъятию при необеспечении акустического контакта суммарной протяженностью более 140 мм на длине 12,5 м из-за дефектов на поверхности катания.

А.6.3.4 Выявленные ДР и ОДР подлежат изъятию. Их заменяют на рельсы из числа отобранных по А.3.1.2 для проведения испытаний и ранее не уложенных в путь. Изъятые рельсы включают в общую совокупность N_i при расчете определяемых показателей γ -процентной наработки в случае возникновения в них учетных дефектов, приведенных в А.6.1.1.

А.6.4 Продолжительность проведения испытаний

А.6.4.1 С момента укладки рельсов в путь и в процессе проведения испытаний (пропуска тоннажа по испытываемым рельсам) учет величины наработки, исчисляемой в млн т брутто, при этом учет изъятых рельсов (при наличии факта изъятия) ведут ежедневно (нарастающим итогом).

Результаты испытаний заносят в рабочий Журнал регистрации результатов испытаний с указанием даты, наработки, и значений контролируемых характеристик.

А.6.4.2 Для определения показателя « γ -процентная наработка рельсов до отказа при γ , равной 100 %» испытания проводят до первого изъятия рельса по дефектам, приведенным в А.6.1.1 или до достижения наработки 150 млн т брутто в зависимости от того, что наступит ранее.

А.6.4.4 Изъятые рельсы, осматривают и направляют на исследование в лабораторию(и) ИЦ, для детализации причины появления и развития дефекта по А.6.1.1. При исследовании рельсов выполняется фотофиксация дефектов.

По результатам осмотра и исследования на каждый изъятый из пути дефектный рельс оформляют Заключение об изъятии и замене рельса по форме, установленной ИЦ. К Заключению прилагают фотоматериалы.

А.6.4.5 После укладки нового рельса, взамен изъятого, проводят контроль состояния рельсовой колеи согласно А.5.4.2. Результаты контроля оформляют Актом приемки участка пути после замены рельсов по форме, установленной ИЦ. В случае положительных результатов проведенного контроля испытания продолжают.

А.6.4.6 Испытания рельсов считают законченными при достижении критериев изъятия рельсов из пути, установленных согласно А.6.4.2.

По окончании испытаний составляют Акт о завершении ресурсных испытаний рельсов по форме, установленной в А.7.3.

А.7 Оформление результатов испытаний рельсов

А.7.1 Величину вероятности безотказной работы рельсов по результатам выявления и изъятия из пути дефектных рельсов при пропуске по ним испытательного подвижного состава, рассчитывают по формуле А.1:

$$P = \left(1 - \frac{N_i}{N_o}\right) \cdot 100, \quad (\text{А.1})$$

где: P – вероятность безотказной работы рельсов, %;

N_i – количество изъятых дефектных (ДР) или остродефектных (ОДР) рельсов с учитываемыми по А.6.1.1 дефектами шт.;

N_o – количество рельсов, лежащих в пути, 30 шт.

А.7.2 Протокол ресурсных испытаний рельсов оформляют в соответствии с требованиями ГОСТ ISO/IEC 17025.

Состав сведений об объекте испытаний, применяемых методах, средствах и условиях испытаний, результаты испытаний, должен соответствовать требованиям ГОСТ Р 58973 и оформляться с учетом требований технических регламентов Таможенного союза [2, 3].

А.7.3 Форма Акта о завершении испытаний рельсов

Наименование и адрес ИЦ

А К Т
о завершении ресурсных испытаний рельсов на испытательном полигоне

Настоящий акт составлен о том, что «__»____ 20__ г. испытания рельсов партии шифра «_____», уложенных на _____
(место расположение испытательного полигона)
на участке __ км ПК__– __ км ПК__ в звенья №№__, **завершены.**

Наработка тоннажа по рельсам партии шифра «_____» на момент завершения испытаний составила _____ млн т брутто.

Сведения об изъятых рельсах представлены в таблице.

Таблица - Сведения об изъятых рельсах партии шифра «_____»

| № п/п | Дата изъятия рельса | Условный номер изъятого рельса | Звено | Нить: наружная, внутренняя | Код дефекта по НД | Пропущенный тоннаж, млн т брутто |
|-------|---------------------|--------------------------------|-------|----------------------------|-------------------|----------------------------------|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
| | | | | | | |
| | | | | | | |

Причиной завершения испытаний является _____

Руководитель испытаний

личная подпись

расшифровка подписи

«__»____ 20__ г.

Приложение Б
(рекомендуемое)

**Рекомендуемые сферы рационального применения
рельсов различных категорий**

Б.1 Для рационального использования рельсов с учетом качества их изготовления и условий их эксплуатации рекомендуется применять рельсы согласно таблице Б.1.

Т а б л и ц а Б.1 - Рекомендуемые сферы рационального применения рельсов различных категорий

| Типы и категории рельсов | Рекомендуемые сферы применения |
|---|---|
| Р75, Р65 ДТ400ИК | С осевой нагрузкой до 265 кН (27,0 тс) для тяжеловесного движения при грузонапряженности более 80 млн т брутто/км в год без ограничений по плану пути. Кривые радиусом менее 650 м при любой грузонапряженности и осевой нагрузке до 265 кН (27 тс). При скоростях движения до 140 км/ч. |
| Р75, Р65 ДТ370ИК ОТ370ИК ДТ370 | С осевой нагрузкой до 265 кН (27,0 тс) для тяжеловесного движения при грузонапряженности более 50 млн т брутто/км в год без ограничений по плану пути. Кривые радиусом менее 650 м при любой грузонапряженности и осевой нагрузке до 265 кН (27 тс). При скоростях движения до 140 км/ч. |
| Р65 ОТ350 ДТ350 | С осевой нагрузкой до 245 кН (25,0 тс). Прямые и кривые радиусом 650 м и более при любой грузонапряженности. При скоростях движения до 140 км/ч. |
| Р75, Р65 ДТ370НН ДТ350НН ОТ350НН | В условиях холодного и умеренно холодного климата (по ГОСТ 16350). С осевой нагрузкой до 245 кН (25,0 тс) при любой грузонапряженности. При скоростях движения до 140 км/ч. |
| Р75, Р65 ДТ370СС ДТ350СС ОТ350СС | При скоростном совмещенном движении. Прямые и кривые радиусом 650 м и более. При скоростях движения пассажирских поездов 141–250 км/ч и грузовом движении с осевой нагрузкой до 245 кН (25,0 тс) при любой грузонапряженности. |
| Р65 ДТ370ВС ДТ350ВС ДТ350ВС400 | При движении высокоскоростных пассажирских поездов и специальных контейнерных поездов. Прямые и кривые радиусом 650 м и более. При скоростях движения пассажирских поездов более 200 км/ч с осевой нагрузкой до 245 кН (25,0 тс) при любой грузонапряженности, по рельсам категории ДТ350ВС400 – до 400 км/ч. |
| Р65 НТ320ВС | При движении высокоскоростных пассажирских поездов. Прямые и кривые радиусом 1200 м и более. При скоростях движения пассажирских поездов более 200 км/ч с осевой нагрузкой до 196 кН (20,0 тс) при любой грузонапряженности. Для изготовления стрелочных переводов. |

Окончание таблицы Б.1

| Типы и категории рельсов | Рекомендуемые сферы применения |
|---|---|
| Р65 ДТ370ВС ДТ350ВС ДТ350ВС400 | При движении высокоскоростных пассажирских поездов и специальных контейнерных поездов. Прямые и кривые радиусом 650 м и более. При скоростях движения пассажирских поездов более 200 км/ч с осевой нагрузкой до 245 кН (25,0 тс) при любой грузонапряженности, по рельсам категории ДТ350ВС400 – до 400 км/ч. |
| Р65 НТ320ВС | При движении высокоскоростных пассажирских поездов. При скоростях движения пассажирских поездов более 200 км/ч с осевой нагрузкой до 196 кН (20,0 тс) при любой грузонапряженности. Прямые и кривые радиусом 1200 м и более. Для изготовления стрелочных переводов. |
| Р65, Р50 НТ320 | Метрополитены. Железнодорожные пути необщего пользования. Грузонапряженность до 50 млн т брутто/км в год. Прямые участки пути. Осевая нагрузка до 245 кН (25,0 тс). Для изготовления стрелочных переводов. |
| Р65, Р50 НТ300 | Метрополитены. Для изготовления стрелочных переводов. |
| Р65, Р50 НТ260 | Метрополитены. Для изготовления стрелочных переводов. |

Приложение В (обязательное)

Схема и примеры обозначения рельсов при заказе

В.1 При заказе рельсов следует использовать схему, приведенную на рисунке В.1, и примеры условного обозначения рельсов:

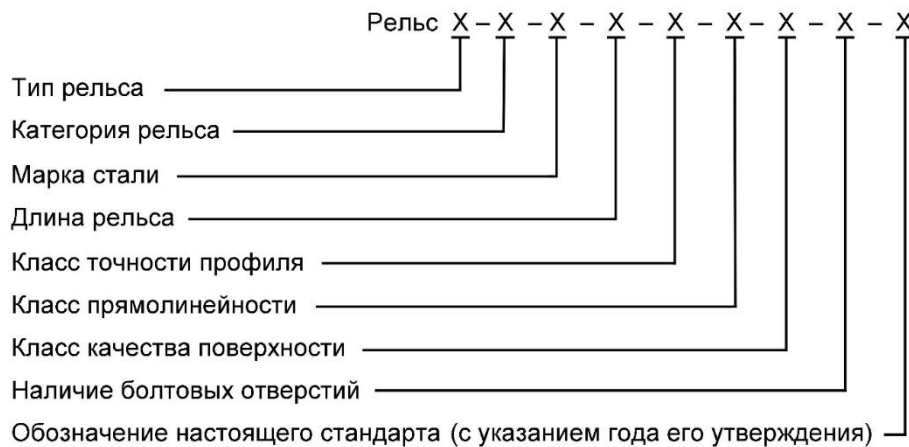


Рисунок В.1 – Схема условного обозначения рельсов при заказе

Примеры условного обозначения рельсов

1 Пример условного обозначения рельса типа Р65, категории НТ260, из стали марки Э76Ф, номинальной длиной 12,50 м, класса профиля У, класса прямолинейности В, класса качества поверхности Р, без болтовых отверстий, изготовленного по ГОСТ Р 51685-20__:

Рельс Р65-НТ260-Э76Ф-12,50-У-В-Р-0-ГОСТ Р 51685-20__

2 Пример условного обозначения рельса типа Р65, категории ДТ400ИК, из стали марки Э100ХАФ, номинальной длиной 24,92 м, класса профиля У, класса прямолинейности В, класса качества поверхности Р, с тремя болтовыми отверстиями на обоих концах рельса, изготовленного по ГОСТ Р 51685-20__:

Рельс Р65-ДТ400ИК-Э100ХАФ-24,92-У-В-Р-3/2-ГОСТ Р 51685-20__

3 Пример условного обозначения рельса типа Р65, категории ДТ350СС, из стали марки Э76ХФ, номинальной длиной 100,00 м, класса профиля Х, класса прямолинейности А, класса качества поверхности Е, без болтовых отверстий, изготовленного по ГОСТ Р 51685-20__:

Рельс Р65-ДТ350СС-Э76ХФ-100,00-Х-А-Е-0-ГОСТ Р 51685-20__

4 Пример условного обозначения рельса типа Р65, категории НТ320ВС, из стали марки Э76ХАФ, номинальной длиной 25,00 м, класса профиля ХХ, класса прямолинейности А, класса качества поверхности Е, без болтовых отверстий, изготовленного по ГОСТ Р 51685-20__:

Рельс Р65-НТ320ВС-Э76ХАФ-25,00-ХХ-А-Е-0-ГОСТ Р 51685-20__

Приложение Г (справочное)

Размеры рельсов, используемые для построения прокатных калибров

Г.1 Размеры рельсов, используемые для построения прокатных калибров, приведены на рисунках Г.1 – Г.3.

В миллиметрах

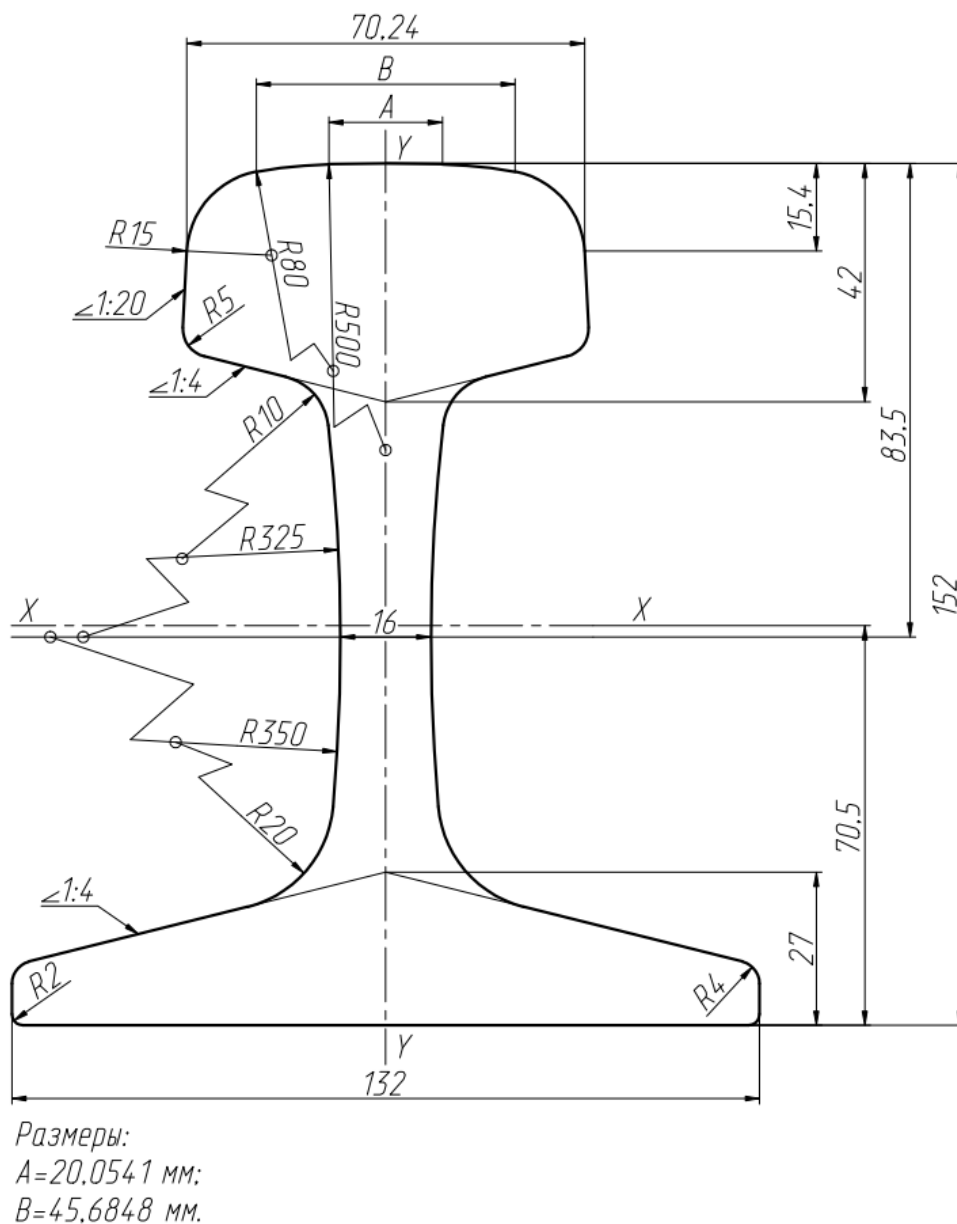
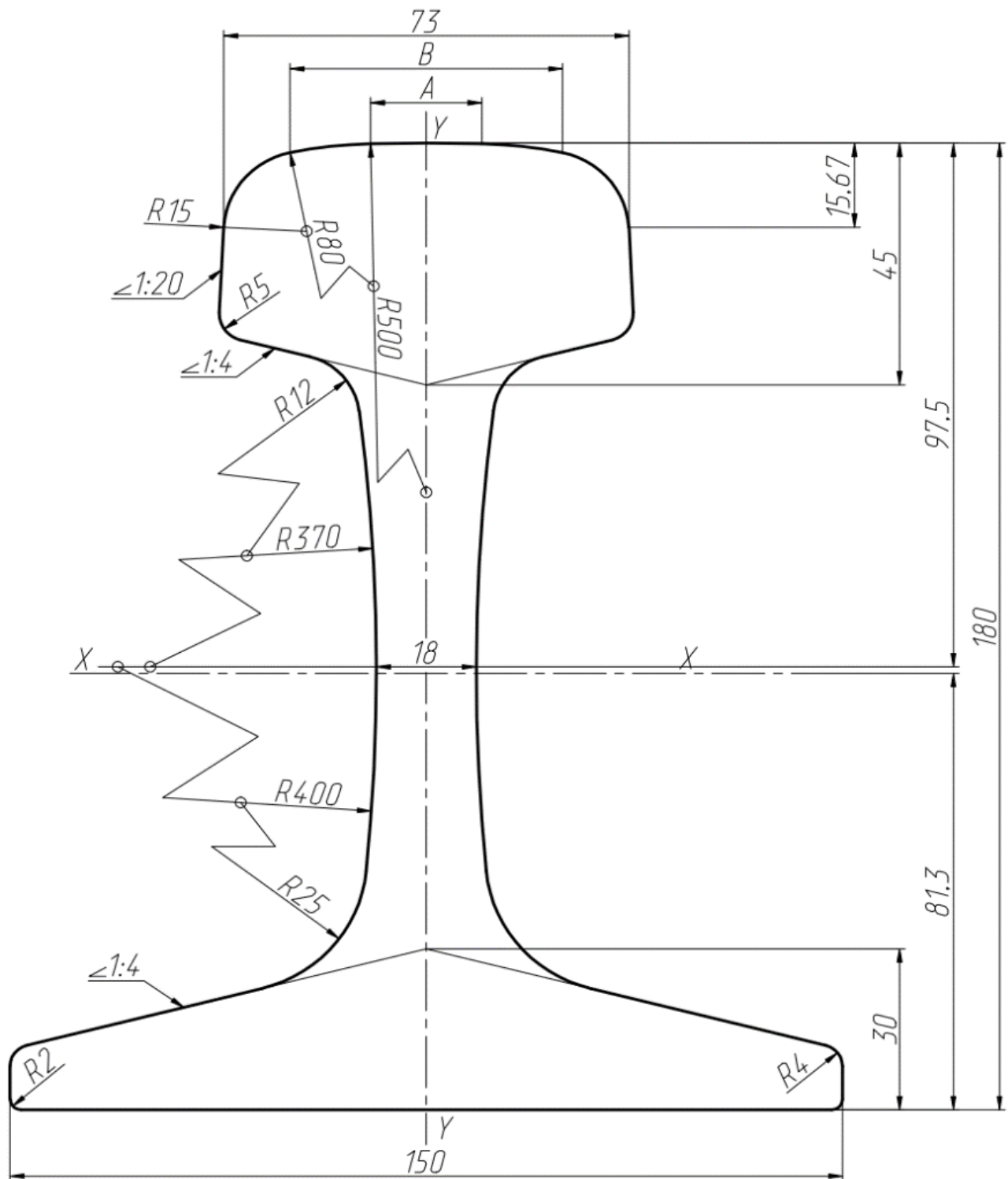


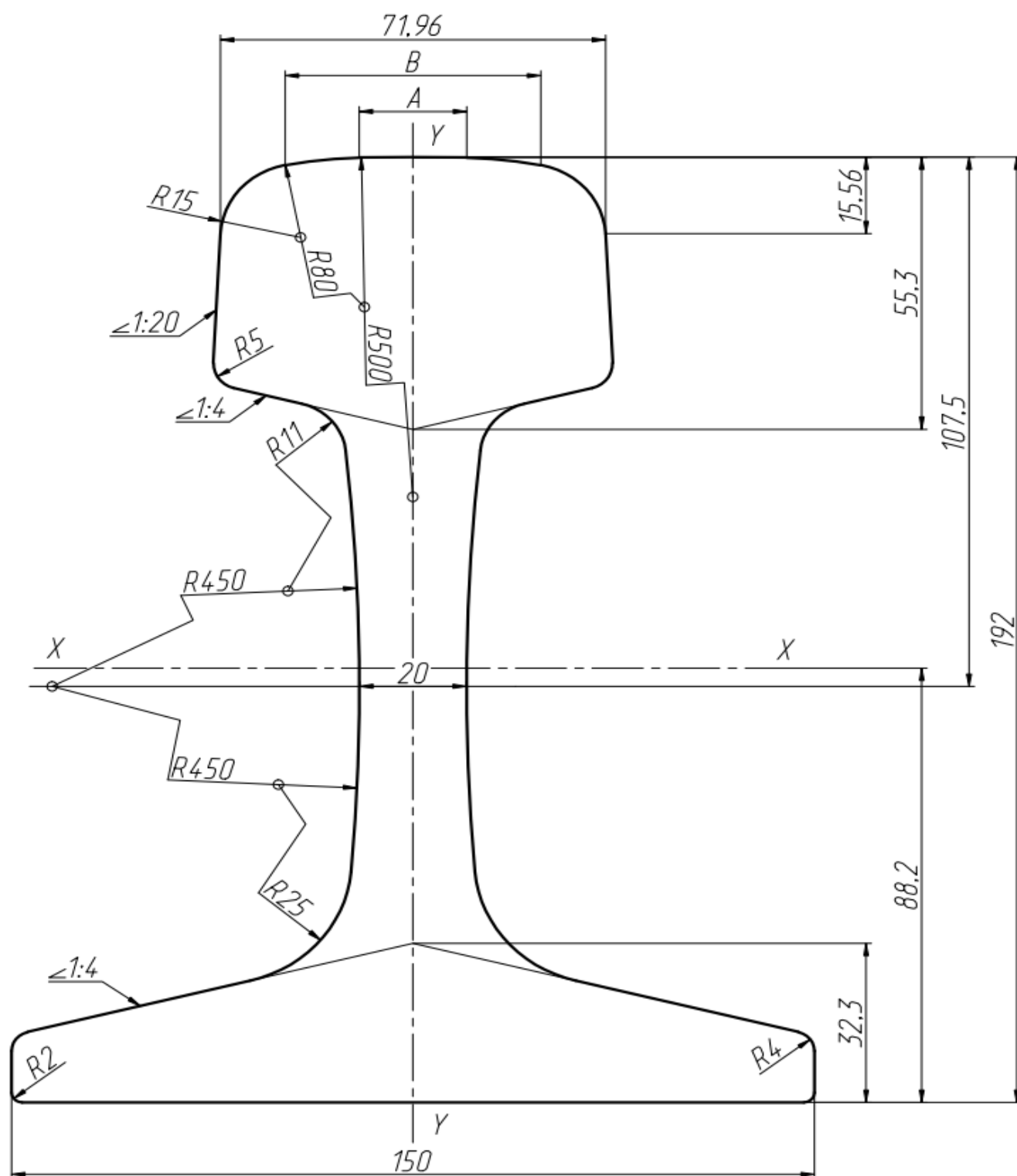
Рисунок Г.1 – Рельс типа Р50



Размеры:
 $A=20,0328$ мм;
 $B=49,0859$ мм.

Рисунок Г.2 – Рельс типа Р65

В миллиметрах



Размеры:
A=20,1023 мм;
B=47,7924 мм.

Рисунок Г.3 – Рельс типа Р75

Приложение Д
(справочное)

Расчетные параметры конструкций рельсов

Д.1 Расчетные параметры конструкций рельсов приведены в таблице Д.1.

Таблица Д.1

| Наименование параметра | Значение параметра для рельса типа | | |
|--|--|--|--|
| | P50 | P65 | P75 |
| Площадь, поперечного сечения рельса, см ² | 65,99 | 82,65 | 95,037 |
| Расстояние от центра тяжести, мм: до низа подошвы до верха головки | 70,50 81,50 | 81,30 98,70 | 88,20 103,80 |
| Расстояние от центра кручения, мм: до низа подошвы до верха головки | 40,10 111,90 | 39,40 140,60 | 45,80 146,20 |
| Момент инерции рельса относительно вертикальной оси, см ⁴ : всего рельса головки подошвы | 375 91 278 | 564 106 445 | 665 143 508 |
| Момент инерции рельса относительно горизонтальной оси, см ⁴ : всего рельса головки подошвы | 2011 986 915 | 3540 1728 1539 | 4491 2198 2005 |
| Момент сопротивления, см ³ : по низу подошвы по верху головки по боковой грани подошвы | 285 245 55 | 435 358 75 | 509 432 89 |
| Момент инерции рельса при его кручении, см ⁴ | 201 | 288 | 401 |
| Секториальный момент инерции, см ⁶ | 1,0•10 ⁴ | 1,9•10 ⁴ | 2,6•10 ⁴ |
| Жесткость поперечного сечения рельса, кН/см ² : при его чистом кручении при его стесненном кручении | 163,2•10 ⁶ 144,0•10 ⁶ | 233,5•10 ⁶ 180,0•10 ⁶ | 325,0•10 ⁶ 234,0•10 ⁶ |
| Теоретическая линейная масса одного метра рельса (при плотности стали 7850 кг/м ³), кг | 51,80 | 64,88 | 74,60 |
| Площадь элементов сечения рельса, % от общей площади: головка шейка подошва | 38,12 24,46 37,42 | 34,11 28,52 37,37 | 37,42 26,54 36,04 |
| Температурный коэффициент линейного расширения, α•10 ⁶ , град ⁻¹ | 11,8 | | |

Приложение Е
(обязательное)

**Схема контроля отклонений рельсов от прямолинейности
и скручивания**

Е.1 Схема контроля отклонений элементов рельсов от прямолинейности и скручивания приведена в таблицах Е.1 - Е.3.

Т а б л и ц а Е.1 – Элементы рельса и точки контроля отклонения от прямолинейности

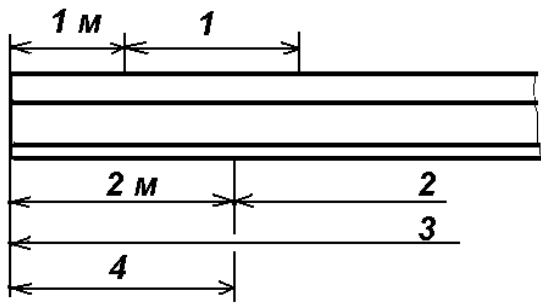
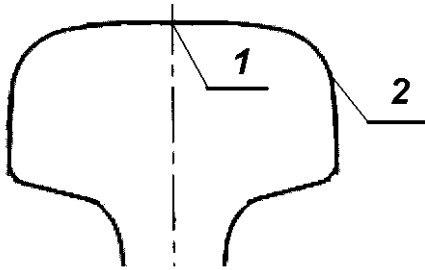
| Элементы рельса, подлежащие контролю отклонений от прямолинейности | |
|---|--|
| <p>1 Переходная зона – участок рельса длиной 1,5 или 2,0 м на расстоянии 1,0 м от торца рельса</p> <p>2 Основная часть – часть рельса за вычетом участков длиной 2,0 м от торцов рельса</p> <p>3 Рельс в целом</p> <p>4 Конец – участок рельса длиной 1,5 или 2,0 м от торца рельса</p> |  |
| Расположение точек контроля отклонения от прямолинейности | |
| <p>1 Контроль отклонения прямолинейности по поверхности катания головки в вертикальной плоскости</p> <p>2 Контроль отклонения прямолинейности по боковым граням головки в горизонтальной плоскости (на 5–10 мм ниже точки сопряжения выкружки и боковой грани)</p> |  |

Таблица Е.2 – Схема измерения отклонений элементов рельсов от прямолинейности

| Элемент рельса | Направление контроля | Схема измерения отклонений от прямолинейности рельсов |
|--|--|---|
| Основная часть рельса | В горизонтальной и вертикальной плоскостях | |
| Конец рельса | В вертикальной плоскости | |
| | В горизонтальной плоскости | |
| Переходная зона | В горизонтальной и вертикальной плоскостях | |
| Рельс длиной более 25 м в целом | Зазор в вертикальной плоскости | |
| Примечание – Обозначения – по таблице 5. | | |

Таблица Е.3 – Схема измерения скручивания рельса

| Схема измерения скручивания рельса | |
|--|--|
| Контроль скручивания (зазор d измеряют с помощью набора щупов) | |

Приложение Ж
(обязательное)

Шкала макроструктуры рельсов

Ж.1 Макроструктура рельсов должна соответствовать допустимым значениям, установленным в таблице Ж.1 и на рисунках Ж.1–Ж.6, Ж.14.

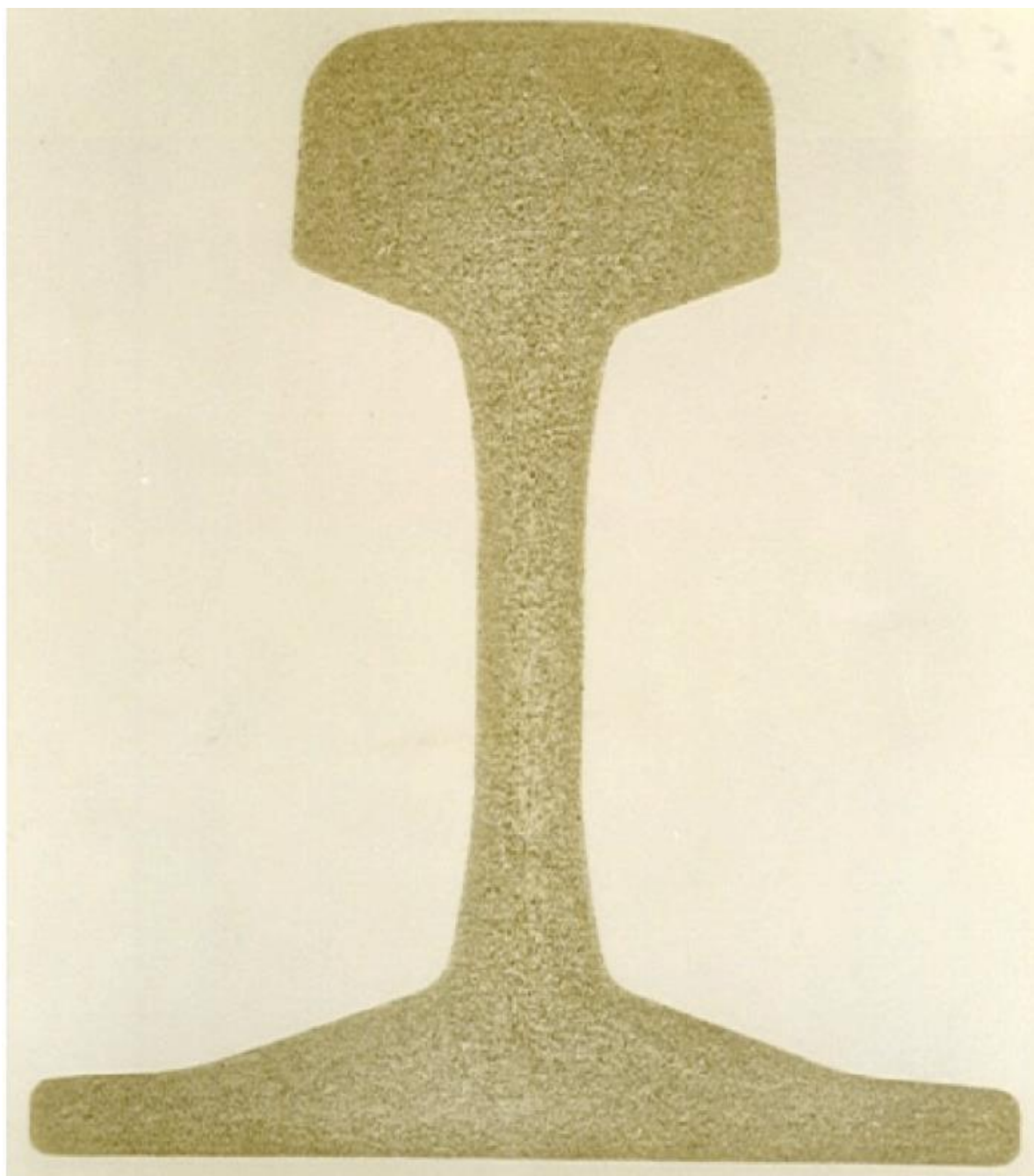
На рисунках Ж.7–Ж.13, Ж.15–Ж.17 изображены недопустимые макроструктуры рельсов.

Таблица Ж.1

| Вид дефекта макроструктуры | Описание дефекта макроструктуры и причин его возникновения | Пределы допустимости | Рисунки |
|----------------------------|--|---|--|
| Ликвация | <p>Зоны повышенной (прямая ликвация) или пониженной (обратная ликвация) травимости (на темплете после глубокого травления) или контрастности (на серном отпечатке) и их сочетание вследствие обогащения или обеднения центральной части шейки и прилегающих к ней зон головки и подошвы ликвирующими элементами.</p> <p>Сосредоточенная осевая ликвация представляет собой ярко выраженные темные или светлые полосы в шейке или их сочетание.</p> <p>Рассредоточенная осевая ликвация представляет собой широкую зону, которая по степени травимости приближается к основному металлу и содержит темные или светлые участки в виде штрихов и точек.</p> <p>Специфическая отрицательная зонная ликвация (см. рисунок Ж.4) может быть обусловлена электромагнитным перемешиванием</p> | <p>Распространение сосредоточенной и рассредоточенной ликвации за пределы шейки в головку и (или) подошву на расстояние не более 15 мм.</p> <p>Ширина ликвационной зоны, не превышающая 1/3 толщины шейки.</p> <p>Наличие несимметрично расположенных относительно вертикальной оси рельса зон повышенной и пониженной травимости при длине такой зоны менее 15 мм.</p> <p>Предельно допустимое развитие отрицательной зонной ликвации, обусловленной электромагнитным перемешиванием, приведено на рисунке Ж.4</p> | <p>Ж.1 (допустимо) Ж.2 (допустимо) Ж.3 (допустимо) Ж.4 (допустимо) Ж.5 (допустимо) Ж.6 (допустимо) Ж.7 (недопустимо) Ж.8 (недопустимо) Ж.9 (недопустимо)</p> |

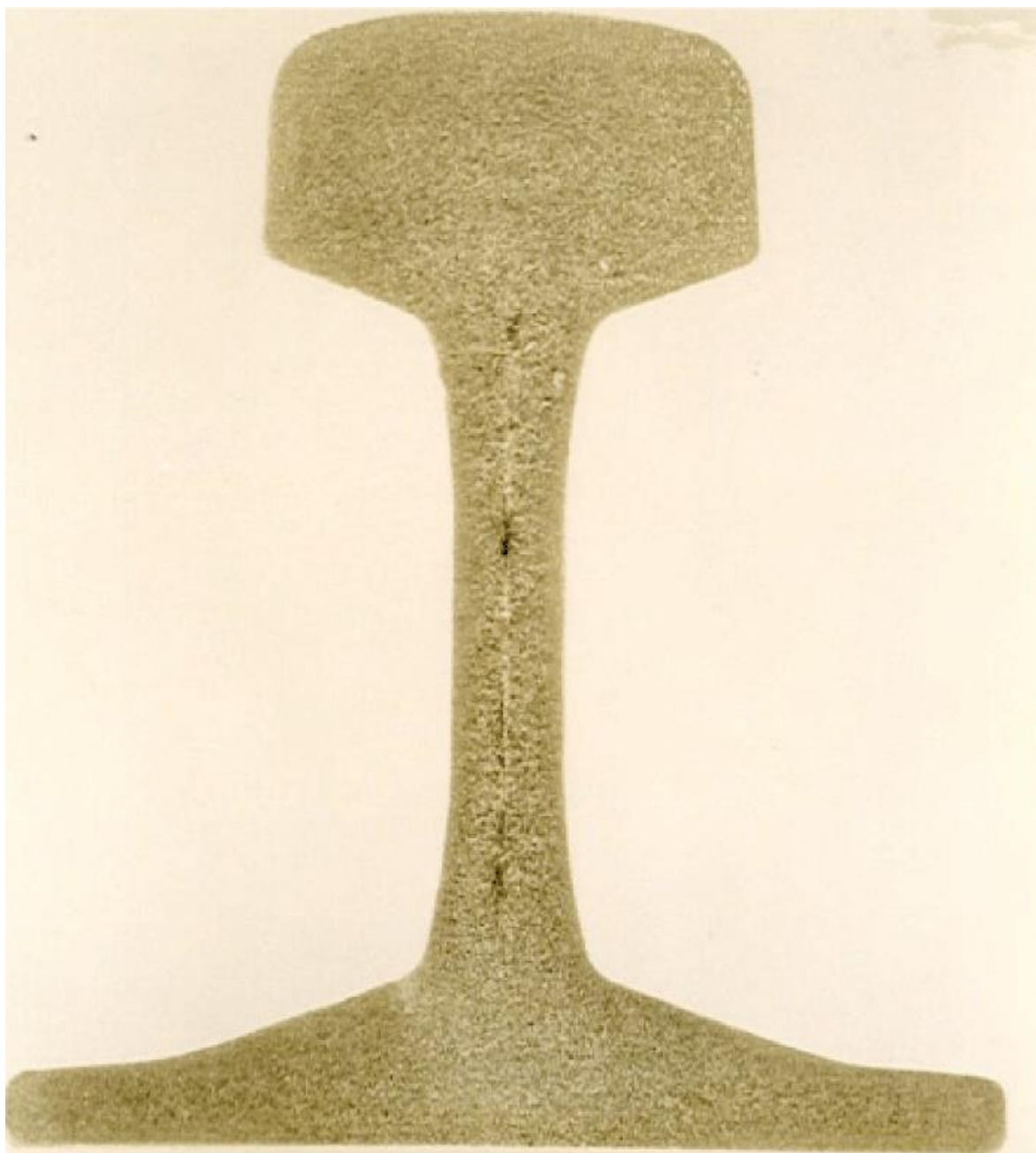
Окончание таблицы Ж.1

| Вид дефекта макроструктуры | Описание дефекта макроструктуры и причин его возникновения | Пределы допустимости | Рисунки |
|----------------------------|---|--|--|
| Точечная неоднородность | <p>Одиночные точечные рас­травы (на темплете после глубо­кого травления) или точки повы­шенной контрастности (на сер­ном отпечатке), а также их скоп­ления, расположенные в любом элементе профиля рельса.</p> <p>Точки представляют собой неметаллические включения, поры, газовые пузыри и точеч­ные ликваты. Частным случаем точечной неоднородности явля­ются подкорковые пузыри.</p> | <p>Диаметр одиночных точек не должен превышать 1 мм. Одиночными считаются точки, расстояние между которыми более 6 мм.</p> <p>В одном элементе профиля не должно быть более трех одиночных точек любого диа­метра.</p> <p>На темплете (на всем сече­нии рельса) не должно быть более шести точек любого диа­метра.</p> <p>Не допускается наличие скоп­лений точек любого диаметра. Скоплением считается группа трех и более точек любого диа­метра при расстоянии между соседними точками 6 мм и ме­нее.</p> | Ж.10 (недопустимо) Ж.11 (недопустимо) Ж.12 (недопустимо) Ж.13 (недопустимо) |
| Ликва­ционные полосы | <p>Нитевидные полосы повы­шенной травимости (на тем­плете после глубокого травле­ния) или контрастности (на сер­ном отпечатке).</p> <p>Дефект наследуется от внут­ренних горячих кристаллизаци­онных трещин непрерывно ли­тых заготовок</p> | <p>Ликвационные полосы не допускаются на глубине менее 25 мм от поверхности катания головки.</p> <p>Длина одиночных ликваци­онных полосок в любом эле­менте профиля не должна пре­вышать 5 мм.</p> <p>Длина группы ликвацион­ных полосок в любом элементе профиля не должна превы­шать 6 мм при протяженности хотя бы одной полоски свыше 3 мм.</p> <p>Длина группы ликвацион­ных полосок в любом элементе профиля не должна превы­шать 20 мм при протяженности всех полосок менее 3 мм.</p> <p>Группой считается скопле­ние трех и более полосок с расстоянием между соседними полосками 3 мм и менее</p> | Ж.14 (допустимо) Ж.15 (недопустимо) Ж.16 (недопустимо) Ж.17 (недопустимо) |



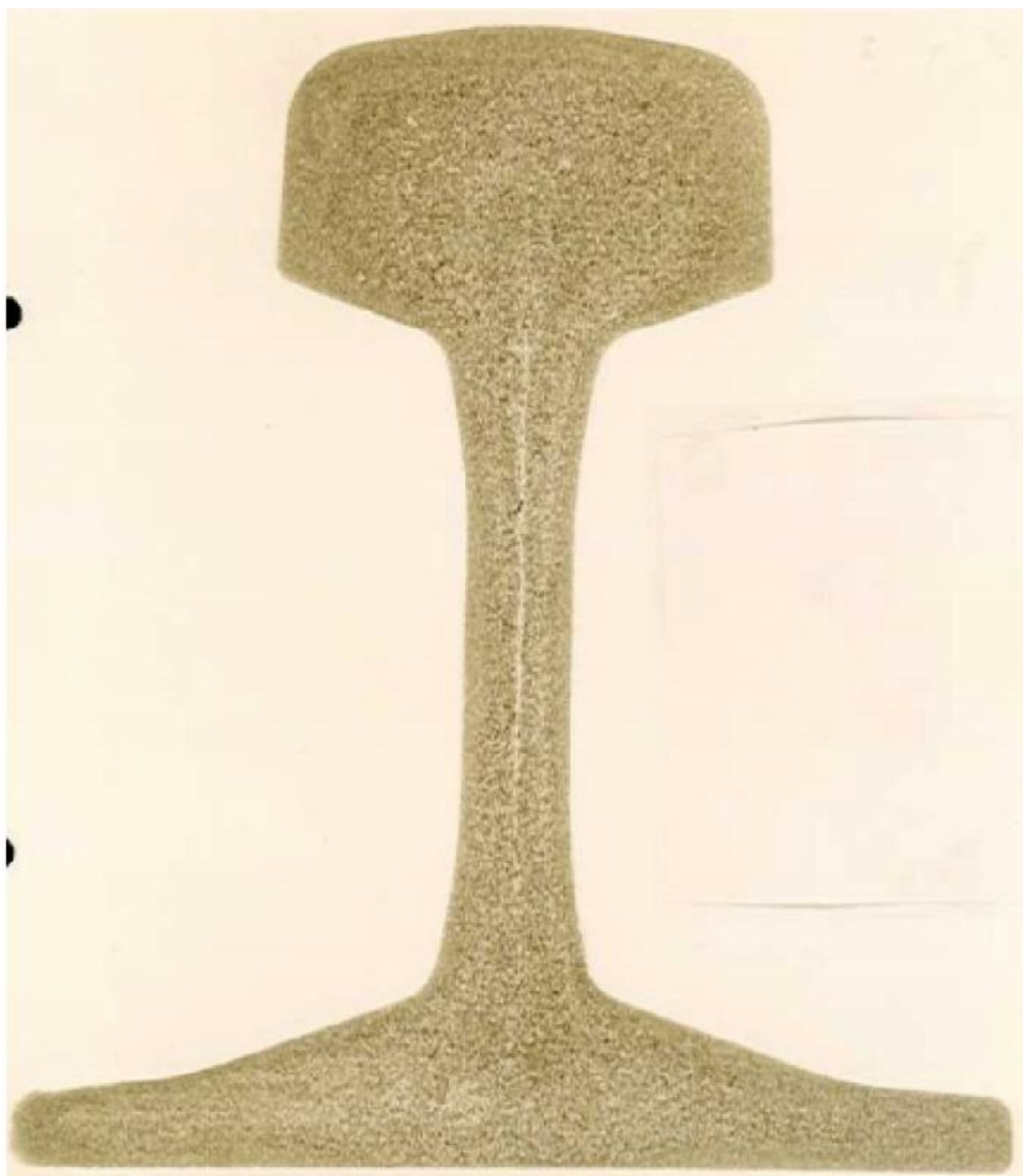
Классификация – допустимо

Рисунок Ж.1 – Макроструктура без ликвации (серный отпечаток)



Классификация – допустимо

Рисунок Ж.2 – Незначительная прямая и обратная ликвация (серный отпечаток)



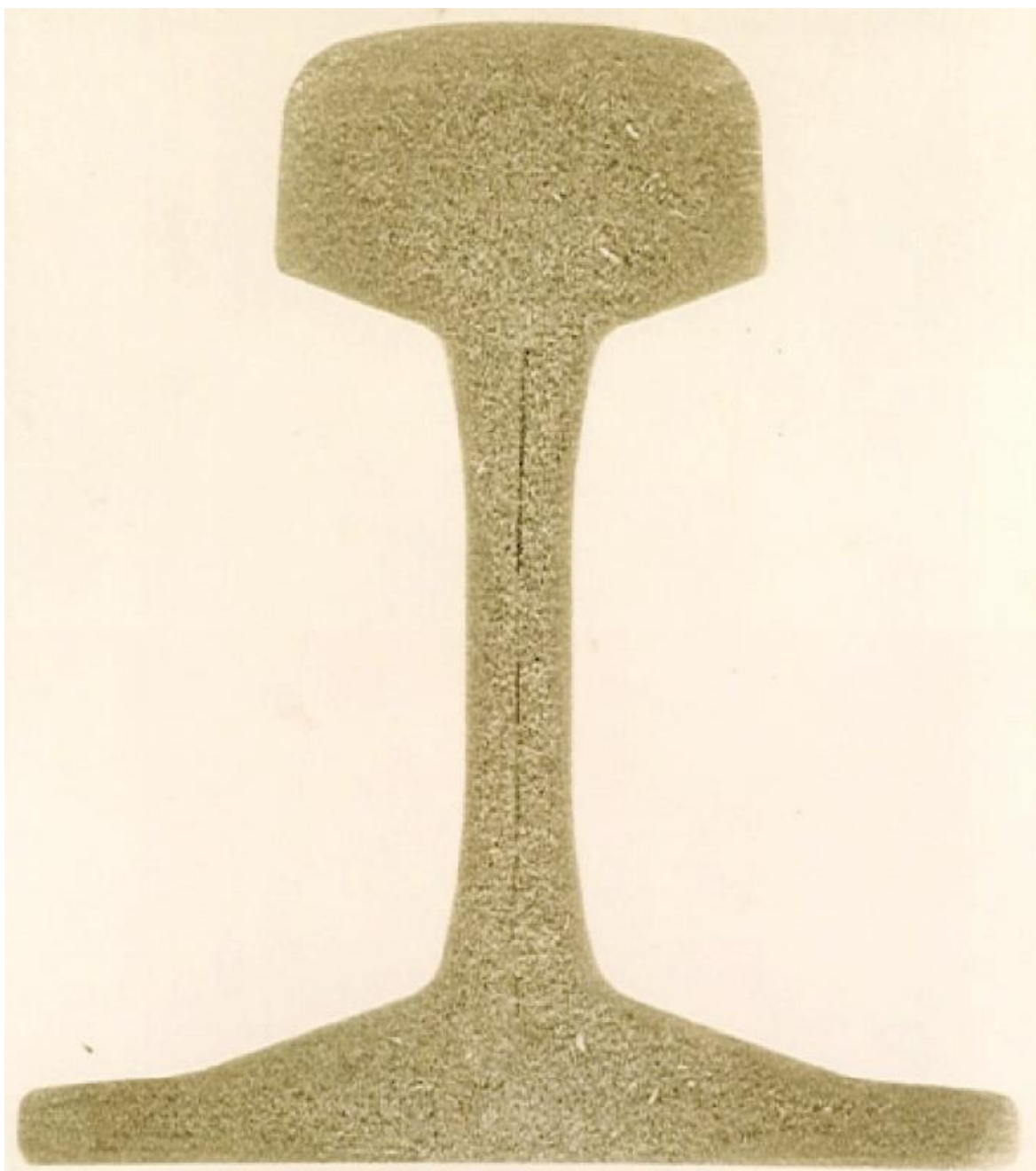
Классификация – допустимо

Рисунок Ж.3 – Обратная ликвация в шейке (серный отпечаток)



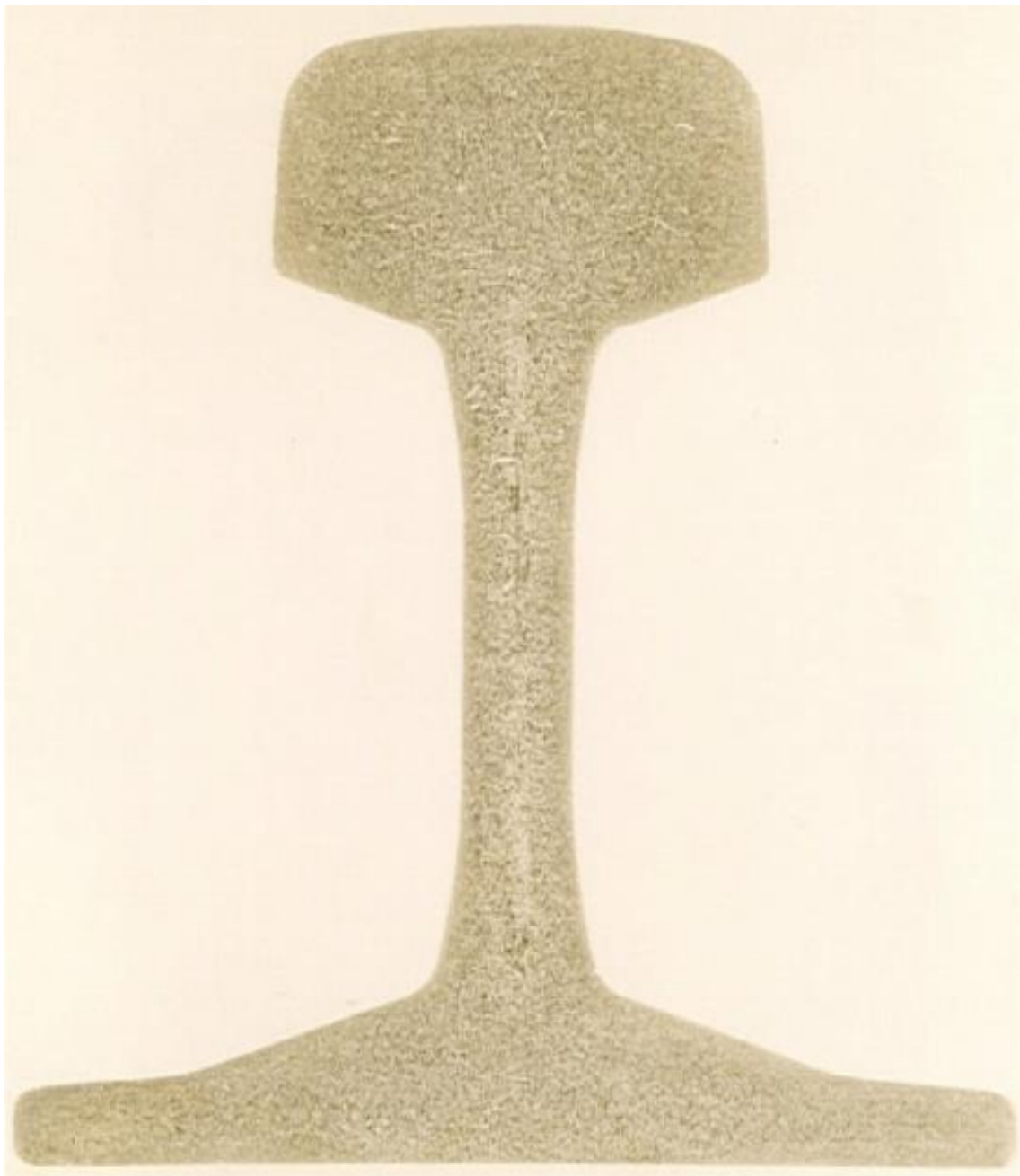
Классификация – допустимо.

Рисунок Ж.4 – Отрицательная зонная ликвация, обусловленная электромагнитным перемешиванием (серый отпечаток)



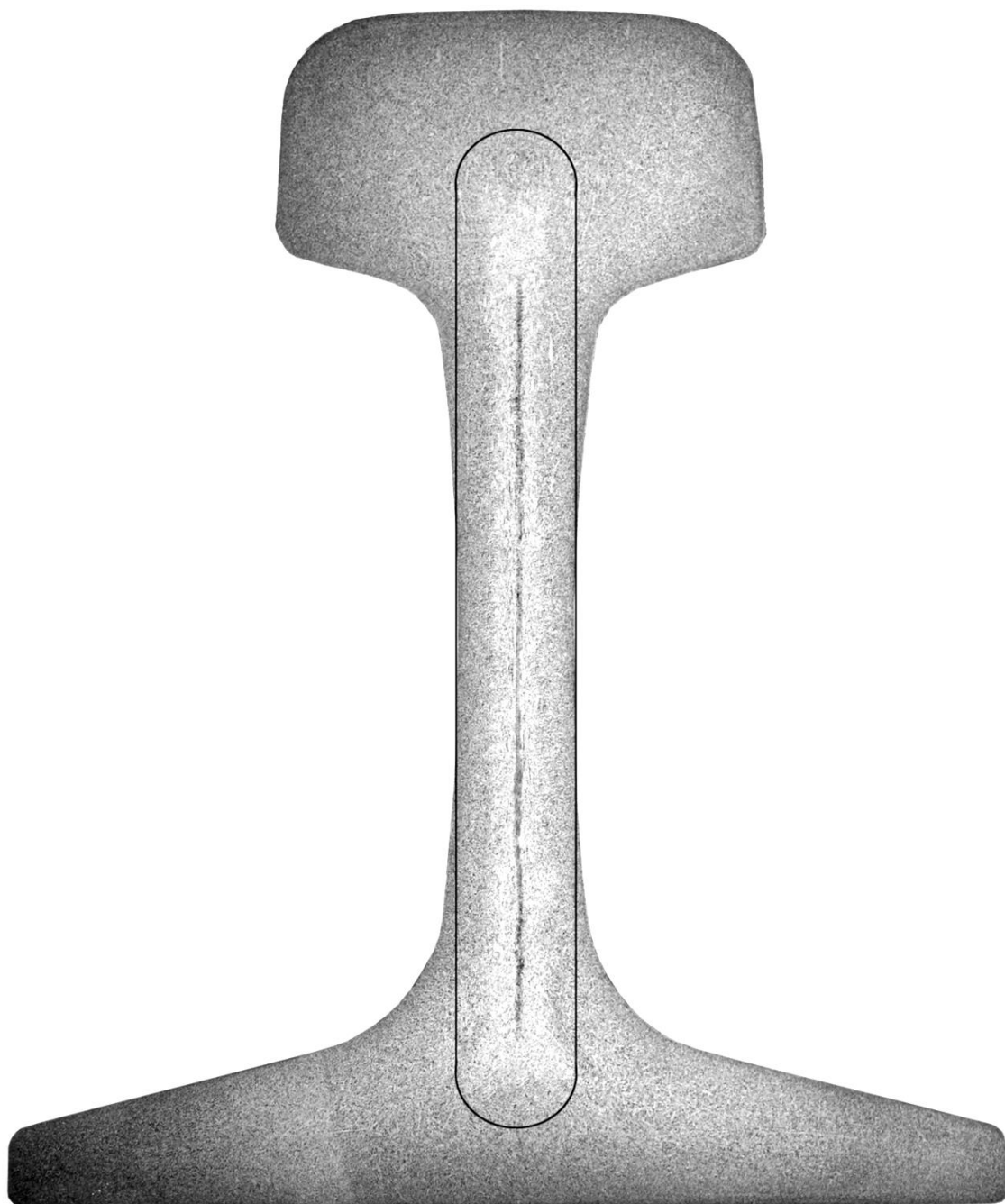
Классификация – допустимо

Рисунок Ж.5 – Незначительная прямая ликвация (серный отпечаток)



Классификация – допустимо

Рисунок Ж.6 – Осевая ликвация в шейке, простирающаяся в головку
и (или) в подошву (серый отпечаток)



Классификация – недопустимо

Рисунок Ж.7 – Осевая ликвация, распространяющаяся за пределы шейки в головку и в подошву на расстояние более 15 мм (глубокое травление)



Классификация – недопустимо

Рисунок Ж.8 – Ликвационная зона, имеющая ширину, превышающую
1/3 толщины шейки (глубокое травление)



Классификация – недопустимо

Рисунок Ж.9 – Несимметрично расположенные относительно вертикальной оси зоны повышенной и пониженной травимости при длине такой зоны более 15 мм (глубокое травление)



Классификация – недопустимо

Рисунок Ж.10 – Одиночные точки диаметром более 1 мм
(глубокое травление)



Классификация – недопустимо

Рисунок Ж.11 – Наличие более 3 одиночных точек в одном элементе профиля
(глубокое травление)



Классификация – недопустимо

Рисунок Ж.12 – Наличие более 6 одиночных точек на поперечном сечении рельса
(глубокое травление)



Классификация – недопустимо

Рисунок Ж.13 – Скопление точек любого диаметра
(глубокое травление)



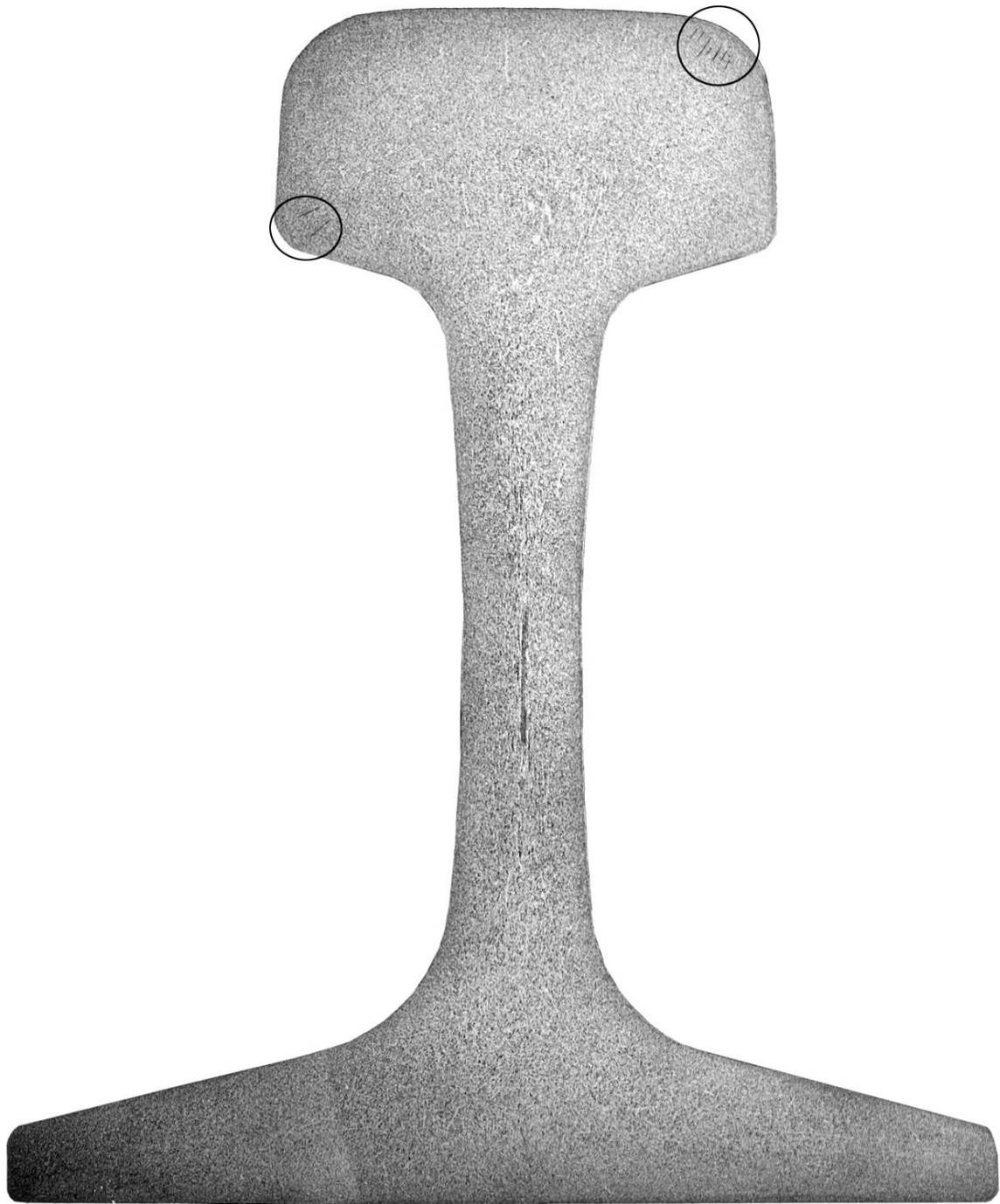
Классификация – допустимо

Рисунок Ж.14 – Ликвационные полосы
(серный отпечаток)



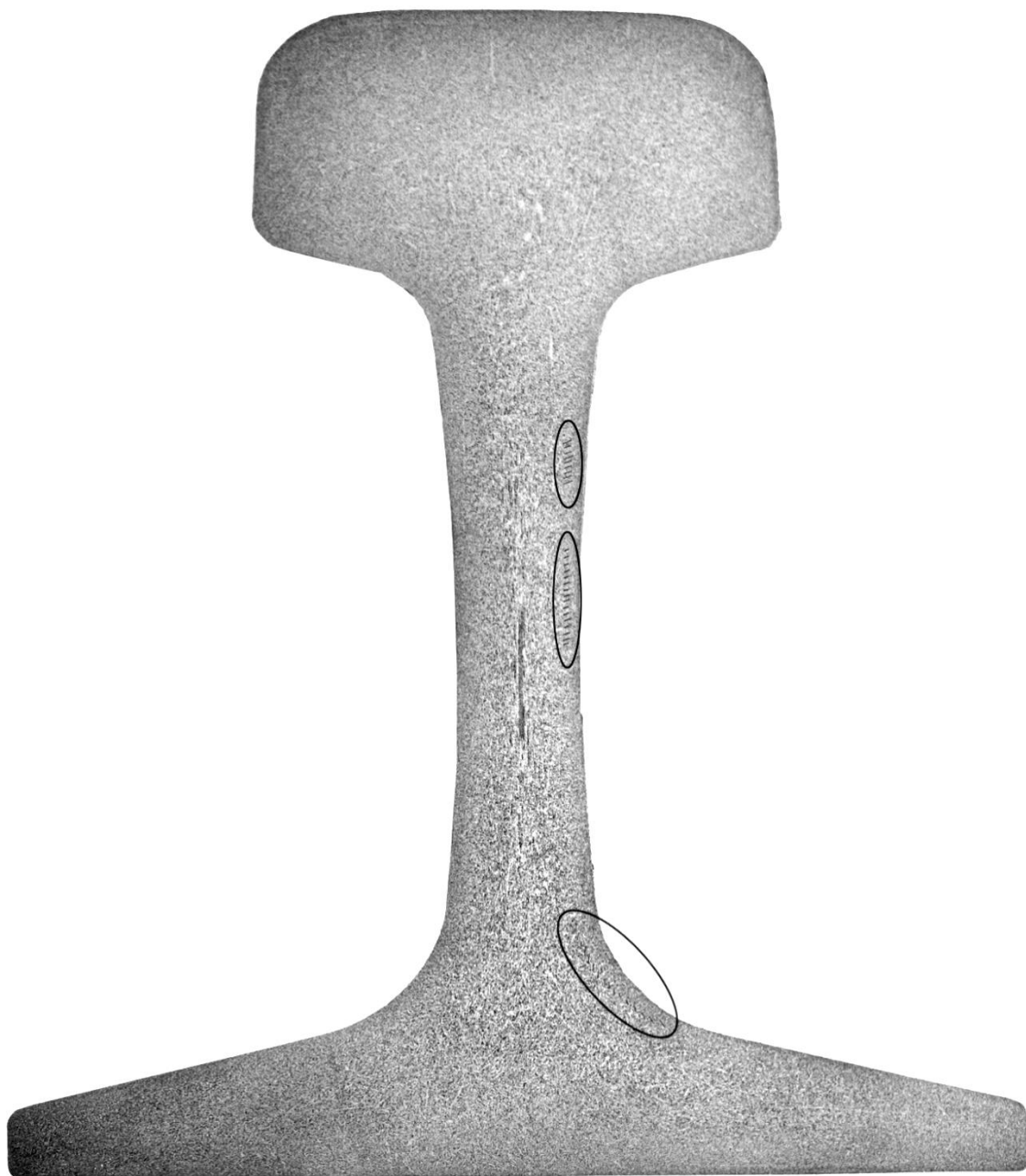
Классификация – недопустимо

Рисунок Ж.15 – Одиночные ликвационные полосы с длиной более 5 мм
(глубокое травление)



Классификация – недопустимо

Рисунок Ж.16 – Группа ликвационных полосок с общей протяженностью более 6 мм
при протяженности одной полосы более 3 мм
(глубокое травление)



Классификация – недопустимо

Рисунок Ж.17 – Группа ликвационных полосок с общей протяженностью
более 20 мм при протяженности каждой полоски менее 3 мм
(глубокое травление)

Приложение И (обязательное)

Неразрушающий контроль рельсов

И.1 Общие положения

И.1.1 НК рельсов осуществляет подразделение, аккредитованное (аттестованное) в установленном порядке. К проведению НК и оценке качества рельсов допускают персонал, аттестованный (сертифицированный) на уровень квалификации, указанный в технологической документации на контроль.

И.1.2 НК рельсов должен обеспечивать сканирование со сплошной регистрацией сигналов и сопутствующей контролю информации в электронном виде и выдачу протокола, содержащего информацию о выполнении контроля каждого рельса, об отсутствии или наличии в нем дефектов и ложных индикаций.

НК должен обеспечивать выявление следующих дефектов и недопустимых отклонений рельсов от требований настоящего стандарта в пределах чувствительности метода НК:

- внутренних несплошностей в головке, шейке и средней части подошвы (5.6);
- дефектов макроструктуры рельсов в головке и шейке (5.6);
- дефектов поверхности катания головки и основания подошвы (5.7.5);
- недопустимых отклонений формы и размеров поперечного сечения рельса (5.2.1),
- недопустимых отклонений от прямолинейности рельсов, скручивания (5.2.5, 5.2.6).

И.1.3 НК подвергают рельсы по всей длине. Концевые участки рельсов, не проконтролированные при автоматизированном НК, подлежат обрезке либо дополнительному механизированному или ручному НК. Длина концевых участков рельсов, не подвергаемых автоматизированному НК, должна быть указана в технологической документации на НК.

И.1.4 Для выявления дефектов в рельсах при их производстве следует применять следующие методы НК:

- метод А – ультразвуковой импульсный зеркально-теневой метод для выявления несплошностей и дефектов макроструктуры в области головки и шейки, не обнаруживаемых ультразвуковым эхо-методом;
- метод Б – ультразвуковой импульсный эхо-метод для выявления несплошностей и дефектов макроструктуры в области головки, шейки и средней части подошвы;
- метод В – вихретоковый, магнитный, ультразвуковой или другой метод для выявления дефектов поверхности;
- метод Г – оптический или другой метод для выявления дефектов в виде отклонений от прямолинейности, скручивания, формы и размеров поперечного сечения рельсов.

И.1.5 При НК рельсов методами А и Б должно быть обеспечено прозвучивание поперечных сечений рельса с шагом не более 2,5 мм.

И.1.6 Меры моделей дефектов и/или настроечные образцы, используемые для

настройки аппаратуры НК (методы А, Б и В) должны быть метрологически аттестованы и соответствовать чертежам, согласованным с владельцем инфраструктуры железнодорожного транспорта.

И.2 Неразрушающий контроль рельсов методом А

И.2.1 При НК рельсов методом А должны быть использованы плоско поляризованные поперечные волны, возбуждаемые двумя ЭМАП.

ЭМАП располагают над поверхностью катания (рисунок И.1а) и у боковой поверхности головки (рисунок И.1б) так, чтобы плоскости поляризации возбуждаемых поперечных волн совпадали с плоскостью поперечного сечения рельса.

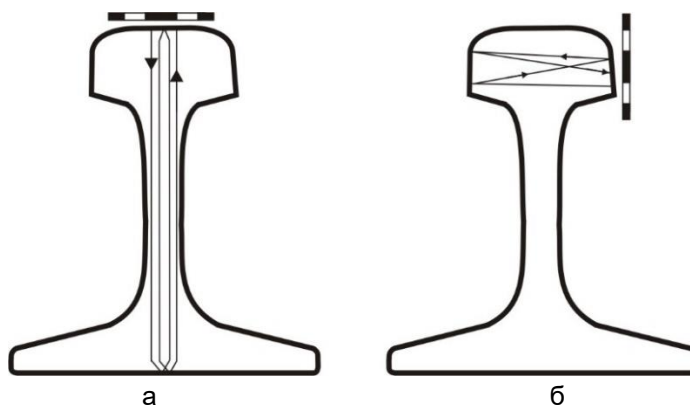


Рисунок И.1 - Схемы сканирования при НК рельсов методом «А»

И.2.2 Номинальные значения частот возбуждаемых ультразвуковых колебаний должны быть в пределах от 1,5 до 2,0 МГц. Допуск на отклонение частоты от номинального значения не должен превышать $\pm 10\%$.

И.2.3 Контроль рельсов со стороны поверхности катания головки (см. рисунок И.1а) должен быть выполнен по амплитуде второго донного импульса при уровне условной чувствительности не менее 12 отрицательных дБ.

И.2.4 Контроль рельсов со стороны боковой поверхности головки (см. рисунок И.1б) должен быть выполнен по минимальной из одновременно измеряемых амплитуд первого и второго донных импульсов при уровне условной чувствительности не менее 12 отрицательных дБ.

И.2.5 Настройка условной чувствительности должна быть выполнена по опорному отражателю (поверхность основания подошвы или боковая поверхность головки).

И.2.6 Минимальный условный размер фиксируемых несплошностей должен быть не более 50,0 мм.

И.3 Неразрушающий контроль рельсов методом Б

И.3.1 При НК рельсов методом Б должны быть использованы продольные волны. Допускается использование поперечных волн.

И.3.2 Головку рельса контролируют с обеих сторон и с поверхности катания. Расположение преобразователей на рельсе должно обеспечивать контроль:

- не менее 70 % поперечного сечения головки рельса, рисунок И.2а;
- не менее 60 % поперечного сечения шейки, рисунок И.2б;
- поперечного сечения подошвы в зоне проекции шейки, рисунок И.2в.

Контролируемые площади сечений рельса условно определяются проекциями номинальных размеров преобразователей.

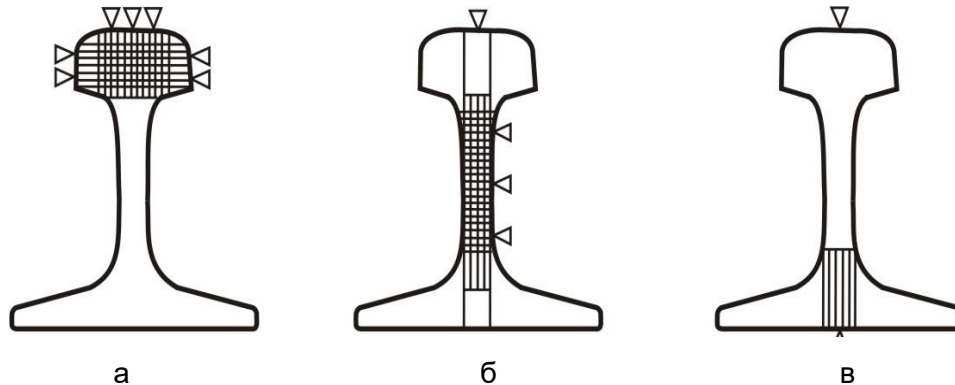


Рисунок И.2 – Схемы сканирования и зоны контроля рельсов методом Б

И.3.3 Номинальные значения частот возбуждаемых ультразвуковых колебаний должны быть:

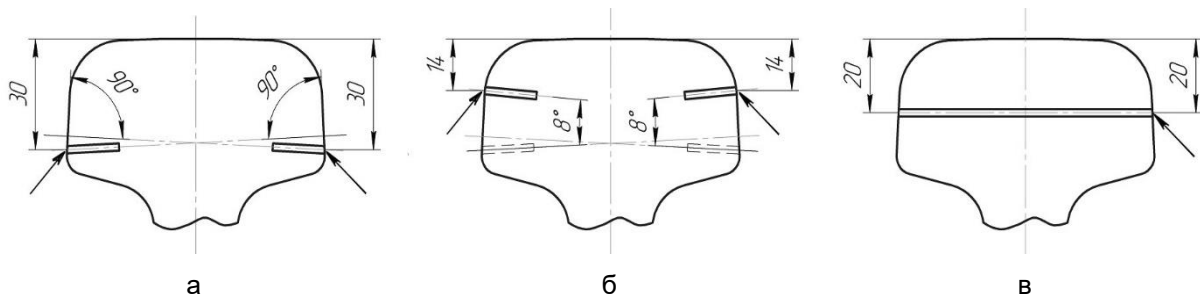
- для продольных волн – от 2,5 до 5,0 МГц (при контроле головки, шейки с поверхности катания головки и с основания подошвы) и от 5,0 до 7,5 МГц (при контроле шейки сбоку);
- для поперечных волн – от 1,5 до 2,0 МГц.

Допуск на отклонение частоты от номинального значения не должен превышать $\pm 10\%$.

И.3.4 Уровень чувствительности контроля методом Б должен обеспечивать выявление следующих эталонных отражателей диаметром 2 мм:

а) в головке рельсового образца:

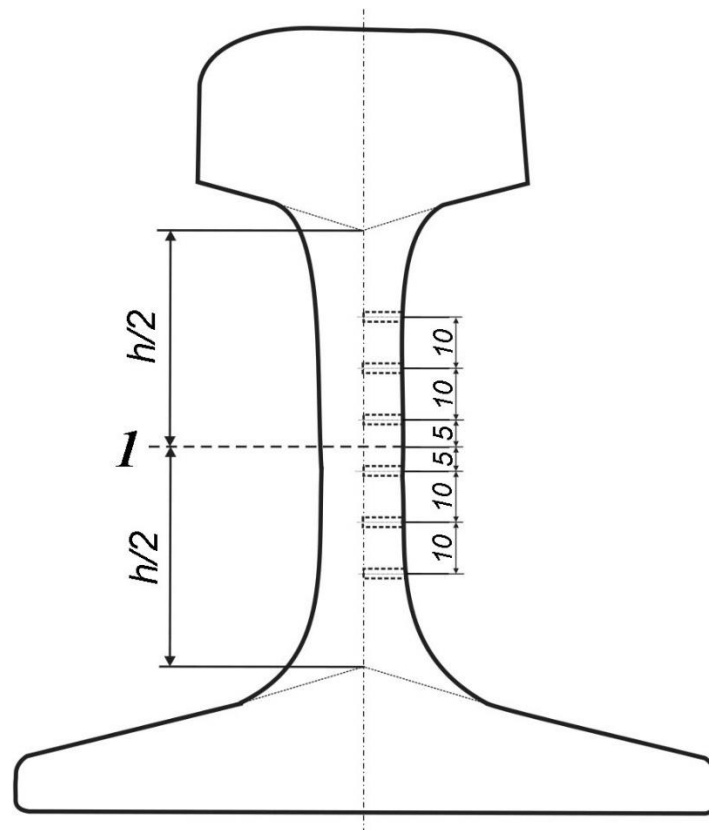
- 1) в виде плоскодонных отверстий глубиной 15 мм, выполненных под углом 90° к противоположной грани головки (рисунок И.3а);
- 2) в виде плоскодонных отверстий глубиной 15 мм, выполненных под углом 8° к оси дефектов, указанных на рисунке И.3а, (рисунок И.3б);
- 3) в виде сквозного отверстия (рисунок И.3в);



Стрелками показаны отверстия

Рисунок И.3 – Расположение отражателей в головке образца

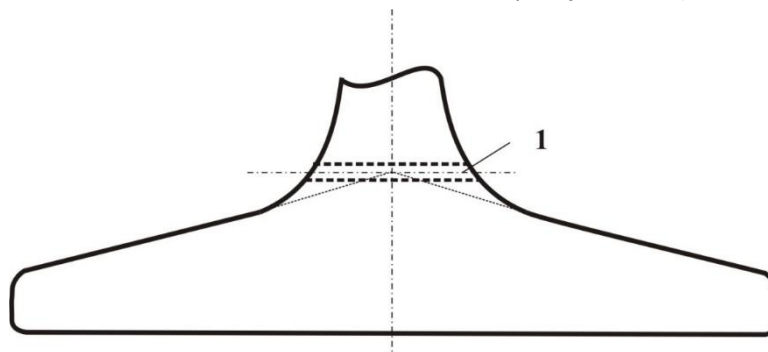
б) в шейке рельса: в виде плоскодонных отверстий глубиной до оси симметрии сечения



1 – средняя линия

Рисунок И.4 - Расположение отражателей в шейке образца

в) в подошве рельса: в виде сквозного отверстия (рисунок И.5).



1 – осевая линия отверстия

Рисунок И.5 - Расположение отражателя в подошве образца

И.3.5 Контроль рельсов методом Б следует выполнять при уровне чувствительности аппаратуры, повышенном на 4 дБ относительно уровня чувствительности, обеспечивающего выявление в рельсовых образцах эталонных отражателей по И.3.4.

И.4 Оценка качества рельсов по результатам неразрушающего контроля методами

А и Б

Рельсы считают годными по результатам контроля методами А и Б при отсутствии сигналов о наличии дефектов.

При обнаружении сигналов о наличии дефектов рельс считают условно-дефектным и проводят повторный контроль методами А или Б (соответственно) при повышенном на 2 дБ уровне чувствительности по сравнению с уровнем чувствительности, указанным в И.2.3, И.2.4 и И.3.5 (соответственно), и пониженной в два раза скорости перемещения рельса. Допускается повторение контроля после проведения зачистки рельса. После этого результаты повторного контроля рельса являются окончательными.

И.5 Неразрушающий контроль рельсов методом В

И.5.1 Рельсы должны быть подвергнуты НК методом В:

- на поверхности катания головки в зоне ± 24 мм от оси симметрии поперечного сечения рельса;
- на нижней (опорной) поверхности подошвы; при этом неконтролируемая зона плоской части подошвы с каждого края подошвы не должна превышать 5 мм.

Примечание – Головку рельсов типа Р50 методом В не контролируют.

И.5.2 НК рельсов методом В следует выполнять при уровне чувствительности, обеспечивающем выявление моделей дефектов, имеющих размеры, указанные в таблице И.1.

Таблица И.1 – Размеры моделей поверхностных дефектов, подлежащих выявлению

| Расположение модели дефекта | Глубина, мм | Длина, мм | Ширина, мм | Предельные отклонения размеров |
|---------------------------------------|-------------|-----------|------------|--------------------------------|
| Вдоль продольной оси рельса | 1,5 | 30,0 | 0,5 | $\pm IT14/2$ по ГОСТ 30893.1 |
| Перпендикулярно продольной оси рельса | 1,0 | 30,0 | 0,5 | |

И.5.3 При обнаружении сигналов о наличии дефектов рельс считают условно-дефектным.

Все условно-дефектные рельсы подвергают визуальному контролю качества поверхности. В случае обнаружения недопустимых дефектов поверхности допускается удаление дефектных участков в соответствии с п. 5.7.3, после чего проводится повторный визуальный контроль.

Допускается проведение повторного автоматизированного контроля условно-дефектного рельса при пониженной в 2 раза скорости перемещения рельса или ручного (механизированного) контроля условно-дефектных участков тем же методом, которым выполнен автоматизированный контроль. Если при повторном контроле сигналов о наличии дефектов не обнаружено, рельс признают соответствующим требованиям настоящего стандарта, при обнаружении сигналов о наличии дефектов – рельс признают условно-дефектным.

Решение о соответствии качества поверхности рельса требованиям стандарта

принимают по результатам визуального контроля.

И.6 Неразрушающий контроль рельсов методом Г

НК рельсов методом Г должен обеспечивать выявление дефектов в виде отклонений от прямолинейности, от размеров и формы поперечного сечения и скручивания рельсов в соответствии с требованиями настоящего стандарта. Контроль указанных дефектов проводят средствами измерений с точностью не ниже, чем по 7.1, 7.4, 7.5.

Приложение К
(обязательное)

Шаблоны для контроля размеров и формы поперечного сечения рельсов, размеров и расположения болтовых отверстий, скручивания концов рельсов

К.1 Характерные точки и размеры поперечного сечения рельсов для построения шаблонов показаны на рисунках К.1 и К.2 и в таблице К.1.

К.2 Шаблоны для контроля размеров и формы рельсов и болтовых отверстий показаны на рисунках К.3 – К.17. Специальные щупы и линейка показаны на рисунках К.18 – К.20. Перечень шаблонов приведен в таблице К.2.

П р и м е ч а н и е – На рисунках буквой Z обозначен зазор между шаблоном и характерными точками.

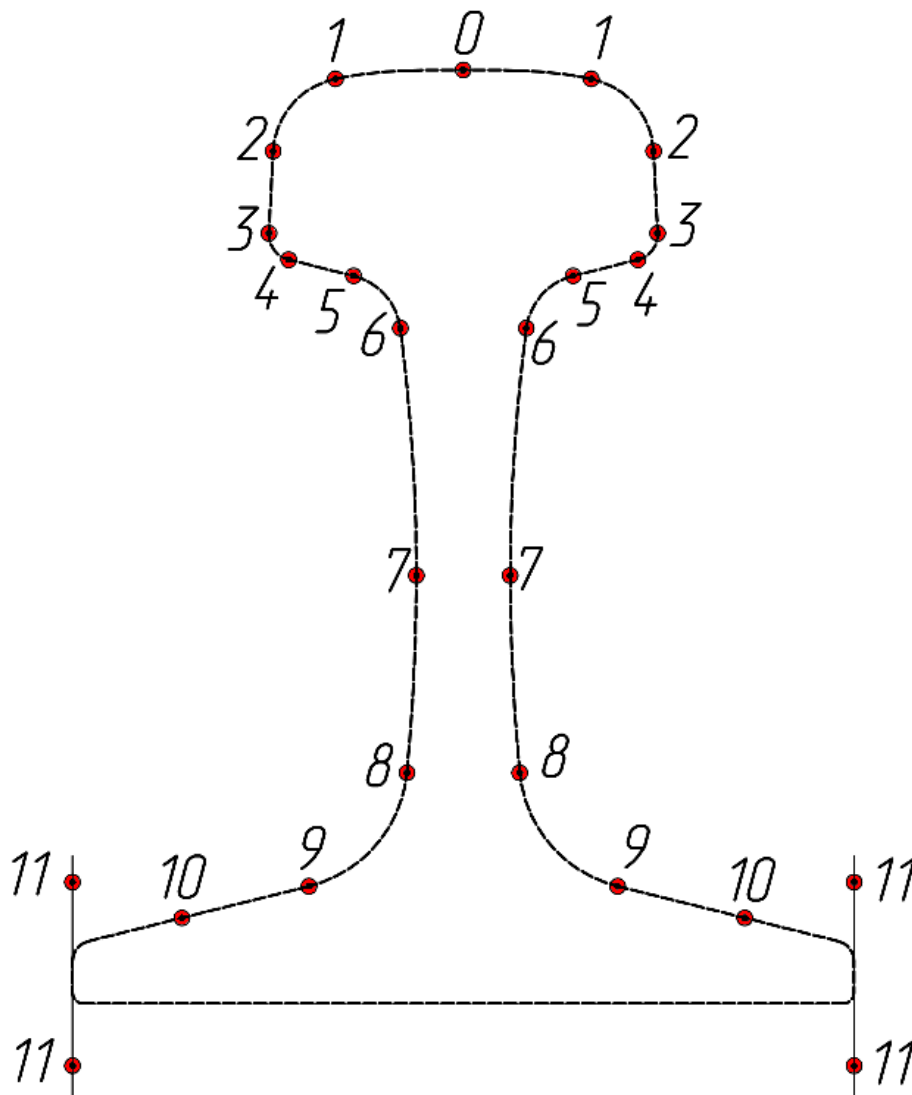


Рисунок К.1 – Характерные точки контроля предельных отклонений поперечного сечения рельсов

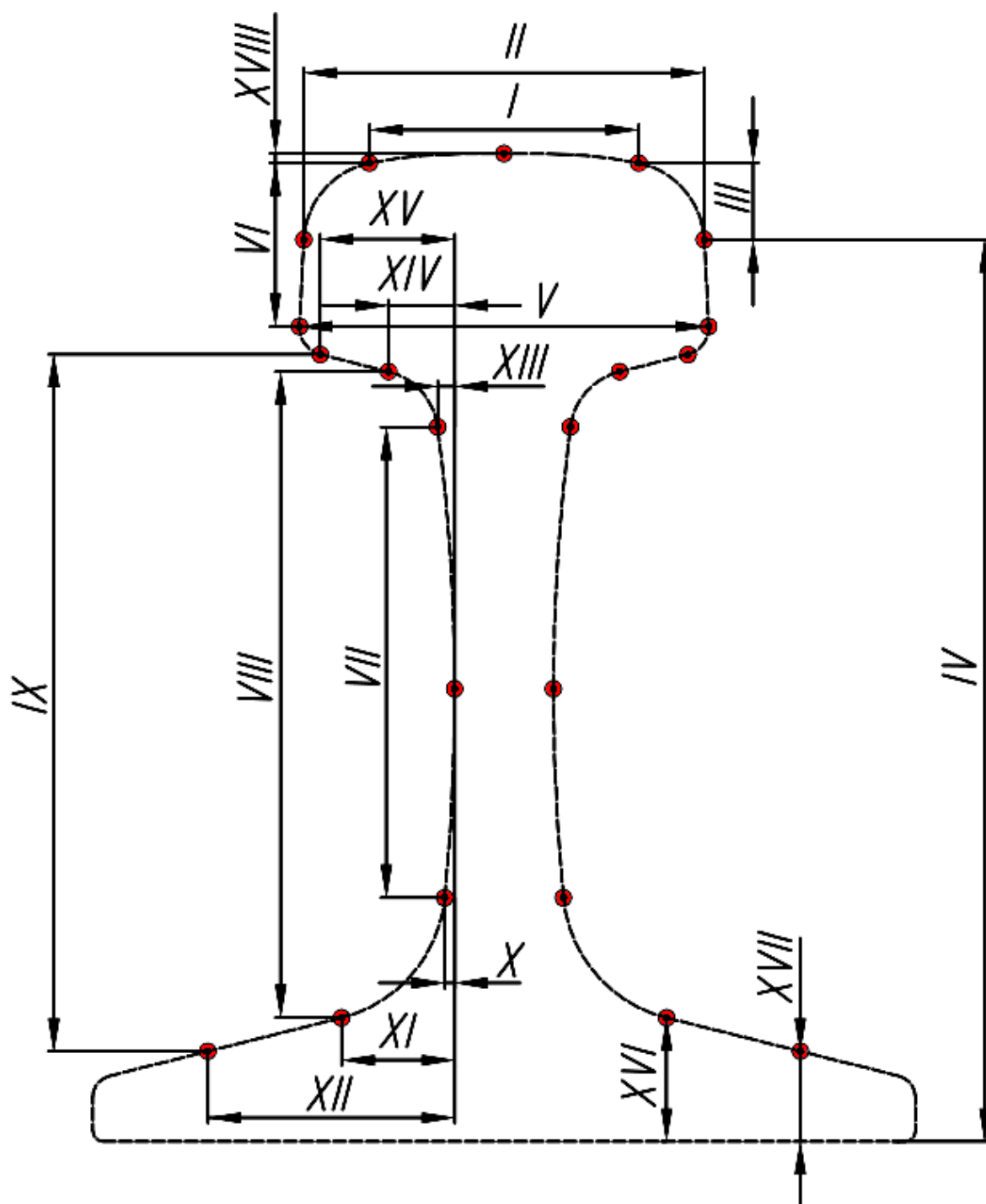


Рисунок К.2 – Характерные размеры поперечного сечения рельсов
 для построения шаблонов

Таблица К.1 – Значения характерных размеров поперечного сечения рельсов
для построения шаблонов

в миллиметрах

| Обозначение размера по рисунку К.2 | P50 | P65 | P75 |
|--|--------|--------|--------|
| I | 45,68 | 49,09 | 47,79 |
| II | 70,24 | 73,00 | 71,96 |
| III | 14,01 | 13,94 | 13,97 |
| IV | 136,60 | 164,33 | 176,44 |
| V | 71,59 | 74,59 | 74,59 |
| VI | 27,50 | 29,79 | 40,23 |
| VII | 67,26 | 85,71 | 85,55 |
| VIII | 93,50 | 117,68 | 117,21 |
| IX | 104,25 | 126,88 | 126,53 |
| X | 1,28 | 1,81 | 1,58 |
| XI | 16,36 | 20,64 | 20,43 |
| XII | 45,00 | 45,00 | 45,00 |
| XIII | 2,15 | 3,08 | 2,56 |
| XIV | 9,66 | 12,07 | 10,83 |
| XV | 24,01 | 24,51 | 23,51 |
| XVI | 20,91 | 22,59 | 24,69 |
| XVII | 13,75 | 16,50 | 18,55 |
| XVIII | 1,39 | 1,73 | 1,59 |

Таблица К.2 – Перечень шаблонов и средств измерений

| Номер рисунка | Наименование шаблонов и средств измерений |
|------------------|--|
| Рисунок К.3 | Шаблоны контроля высоты рельса |
| Рисунок К.4 | Шаблоны контроля высоты шейки рельса |
| Рисунок К.5 | Шаблон контроля ширины головки рельса |
| Рисунки К.6 | Шаблон контроля ширины подошвы рельса |
| Рисунок К.7 | Шаблоны контроля высоты пера подошвы |
| Рисунок К.8 | Шаблон контроля толщины шейки рельса |
| Рисунок К.9 | Шаблон контроля формы поверхности катания головки рельса |
| Рисунок К.10 | Шаблоны контроля несимметричности рельса |
| Рисунок К.11 | Шаблон контроля выпуклости и вогнутости основания подошвы рельса |
| Рисунок К.12 | Шаблон контроля диаметра болтовых отверстий |
| Рисунок К.13 | Шаблон контроля расположения болтовых отверстий в вертикальной плоскости |
| Рисунок К.14 | Шаблон контроля расположения болтовых отверстий в горизонтальной плоскости |
| Рисунок К.15 | Шаблоны контроля фасок болтовых отверстий |
| Рисунок К.16 | Шаблон контроля фаски по контуру рельса |
| Рисунок К.17 | Шаблон и схема контроля скручивания концов рельсов |
| Рисунок К.18 | Набор щупов плоских |
| Рисунок К.19 | Специальные щупы |
| Рисунок К.20 | Специальные линейки |

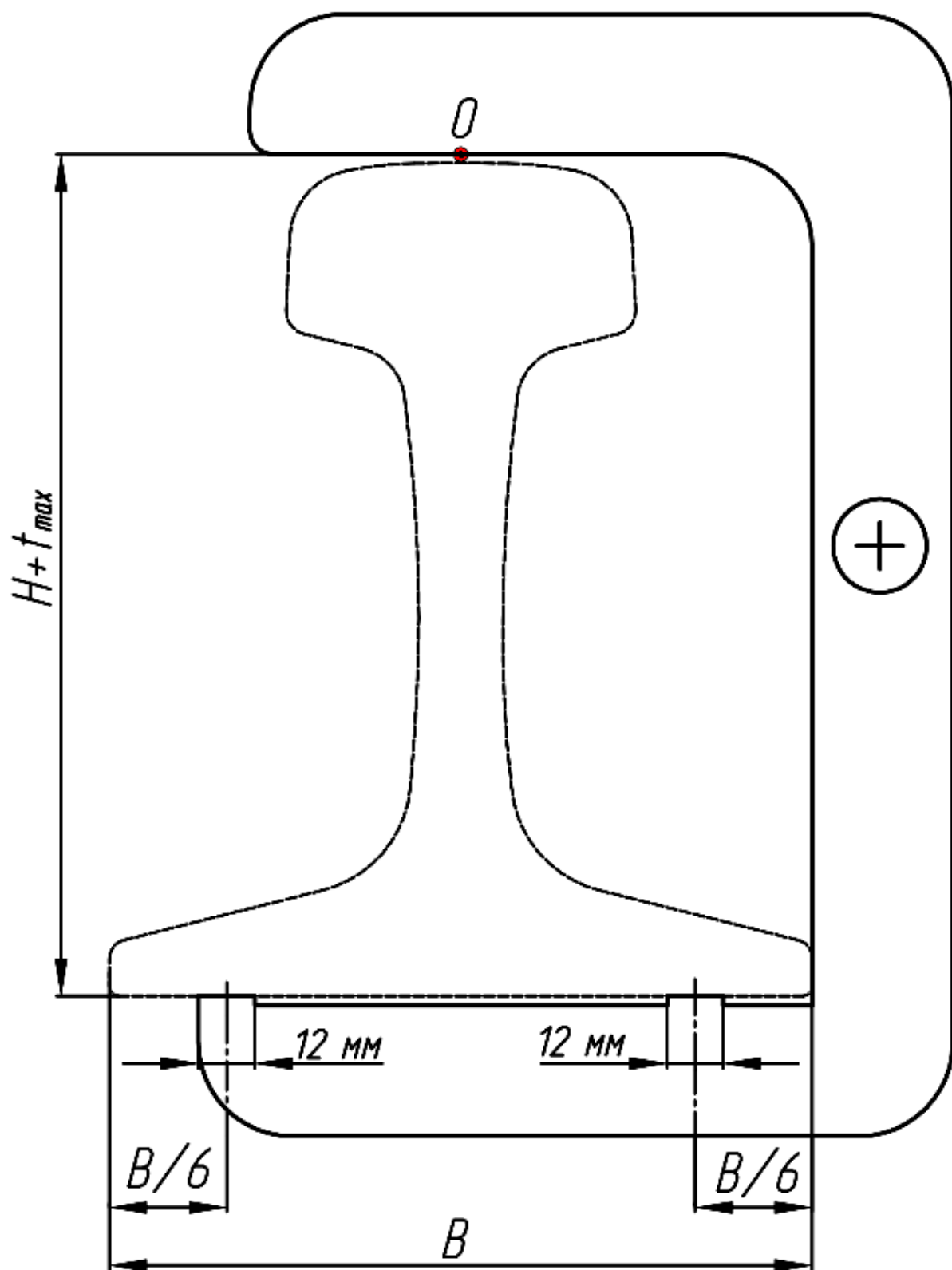
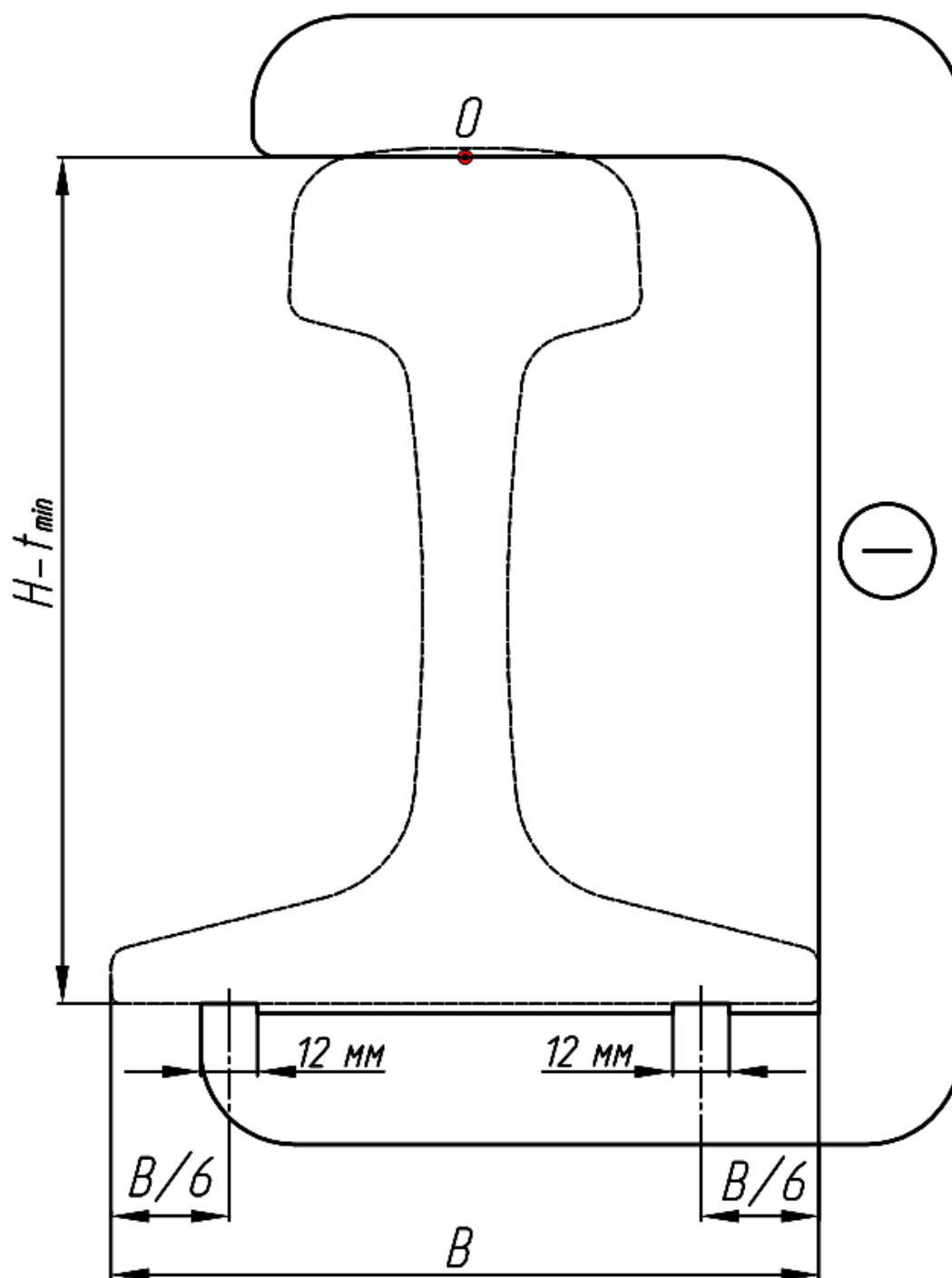


Рисунок К.3 – Шаблоны контроля высоты рельса



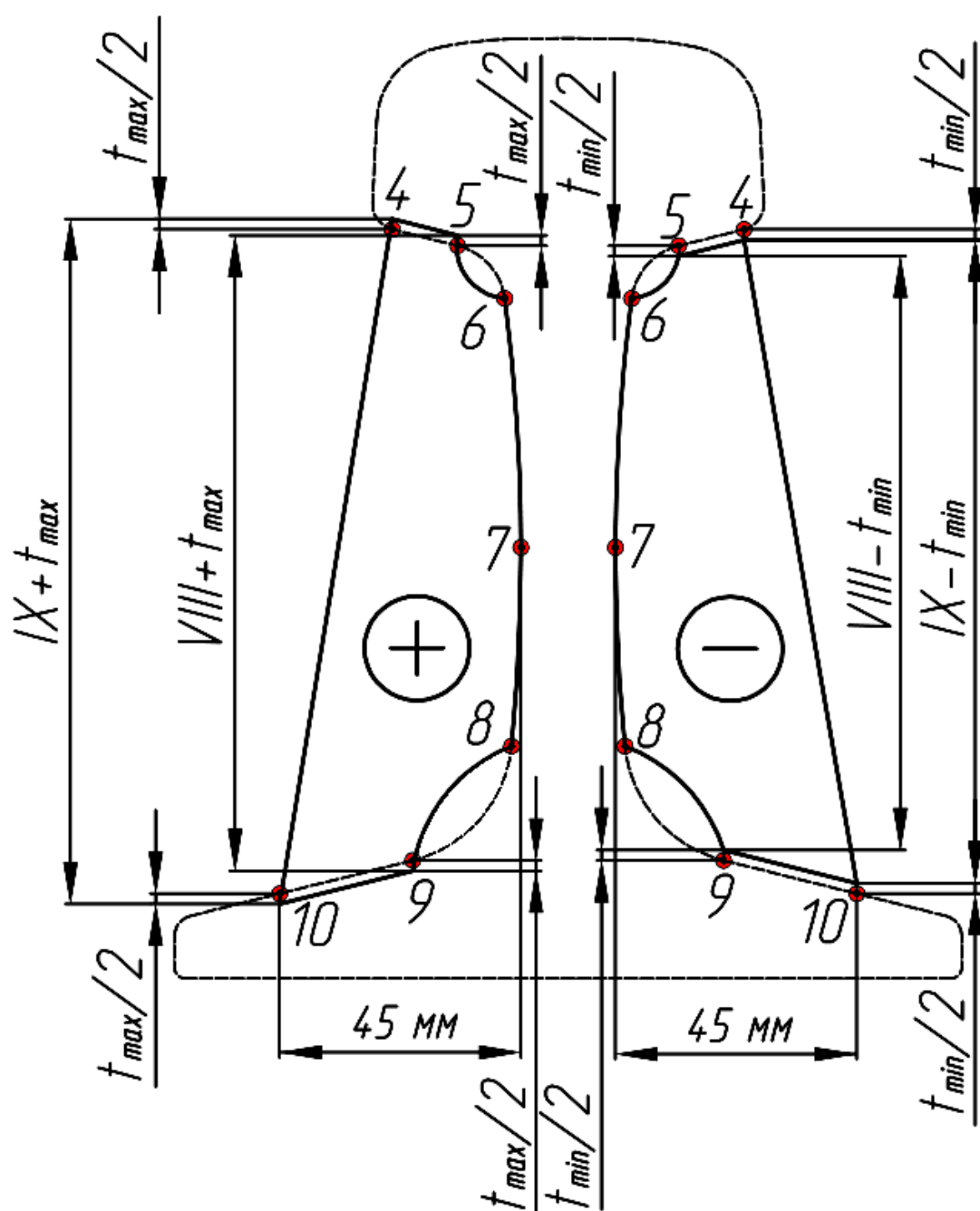
O – точка на поверхности катания головки, максимально удаленная от основания подошвы рельса;

t_{max}, t_{min} – максимальный и минимальный допуски высоты рельса;

знак «+» обозначает, что шаблон должен проходить по высоте рельса;

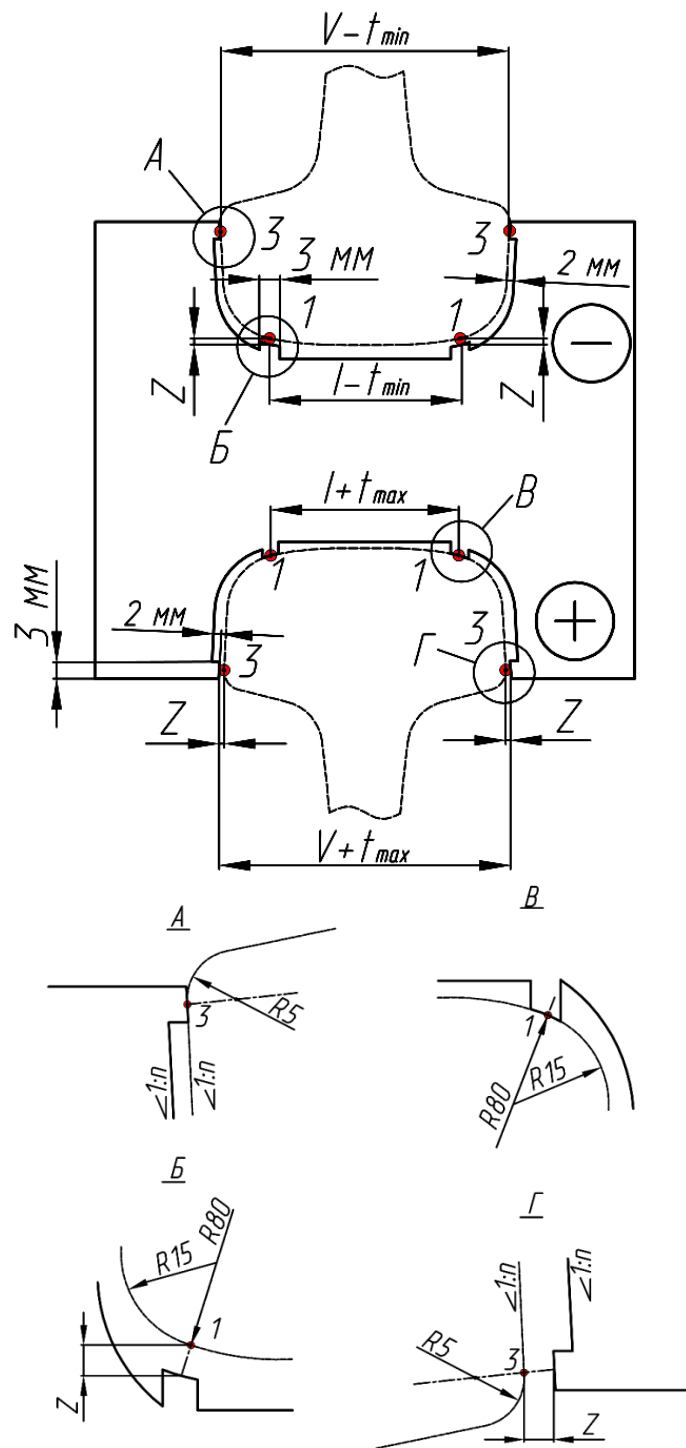
знак «-» обозначает, что шаблон не должен проходить по высоте рельса, либо должен проходить без зазора.

Рисунок К.3, лист 2



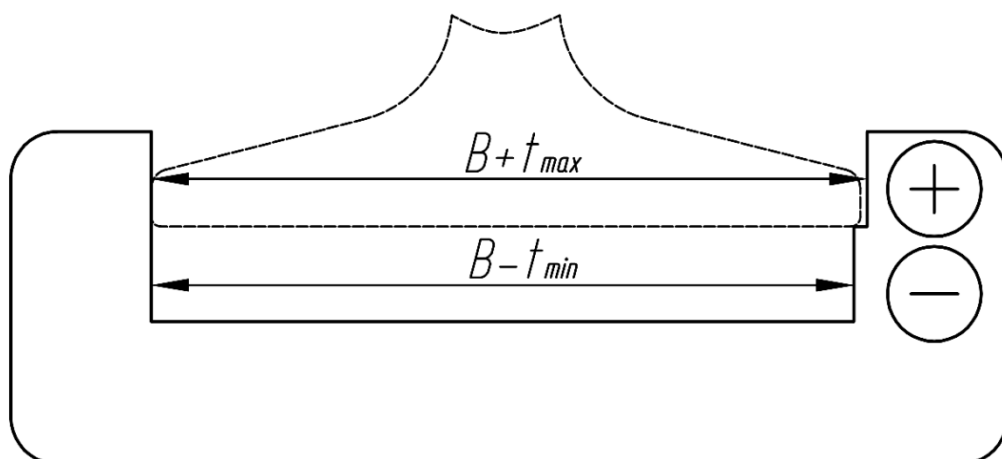
t_{max} , t_{min} – максимальный и минимальный допуски высоты шейки рельса;
знак «+» обозначает, что шаблон должен касаться поверхностями уклонов подошвы и головки рельса;
знак «-» обозначает, что шаблон должен касаться точек 6, 7, 8.

Рисунок К.4 – Шаблоны контроля высоты шейки рельса



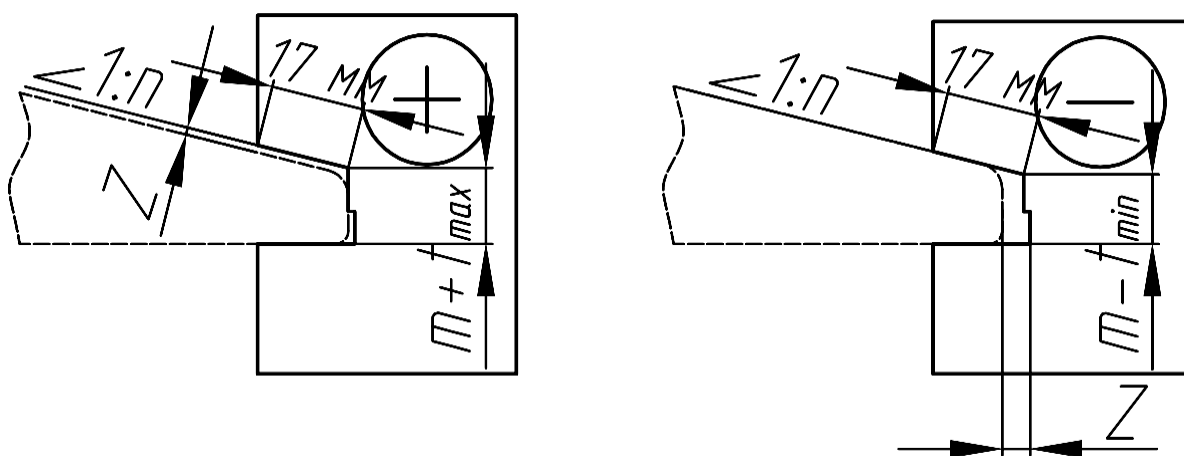
t_{max} , t_{min} – максимальный и минимальный допуски ширины головки рельса;
знак «+» обозначает, что шаблон должен касаться верхними выступами поверхности катания головки рельса;
знак «-» обозначает, что шаблон должен касаться нижними выступами боковой поверхности головки рельса.

Рисунок К.5 – Шаблон контроля ширины головки рельса



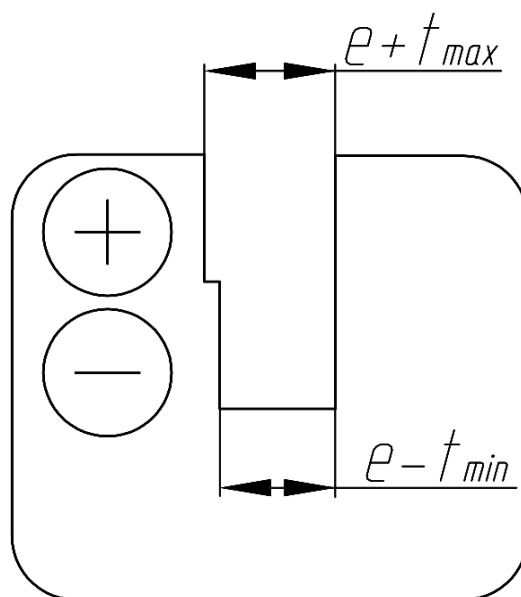
t_{max} , t_{min} – максимальный и минимальный допуски ширины подошвы рельса;
знак «+» обозначает, что шаблон должен проходить по ширине подошвы рельса;
знак «-» обозначает, что шаблон не должен проходить по ширине подошвы рельса, либо должен проходить без зазора.

Рисунок К.6 – Шаблон контроля ширины подошвы рельса



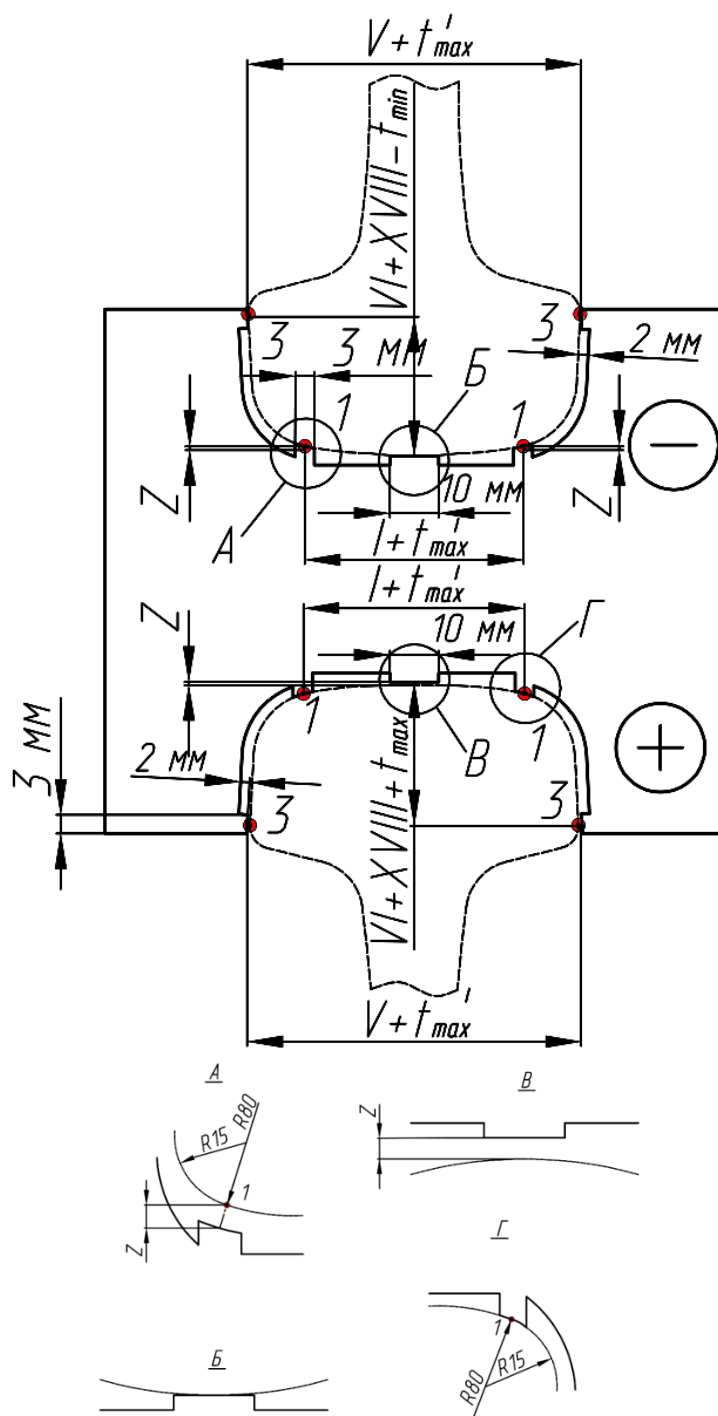
t_{max} , t_{min} – максимальный и минимальный допуски высоты пера подошвы рельса;
знак «+» обозначает, что шаблон должен касаться торца пера подошвы рельса;
знак «-» обозначает, что шаблон должен касаться боковыми поверхностями пера подошвы рельса.

Рисунок К.7 – Шаблоны контроля высоты пера подошвы



t_{max} , t_{min} – максимальный и минимальный допуски толщины шейки рельса;
знак «+» обозначает, что шаблон должен проходить по толщине шейки рельса;
знак «-» обозначает, что шаблон не должен проходить по толщине шейки рельса, либо должен проходить без зазора.

Рисунок К.8 – Шаблон контроля толщины шейки рельса



t_{max} , t_{min} – максимальный и минимальный допуски отклонения формы поверхности катания головки;

t'_{max} – максимальный допуск ширины головки рельса;

знак «+» обозначает, что шаблон должен касаться верхними выступами поверхности катания головки рельса;

знак «-» обозначает, что шаблон должен касаться центральным выступом поверхности катания головки рельса.

Рисунок К.9 – Шаблон контроля формы поверхности катания головки рельса

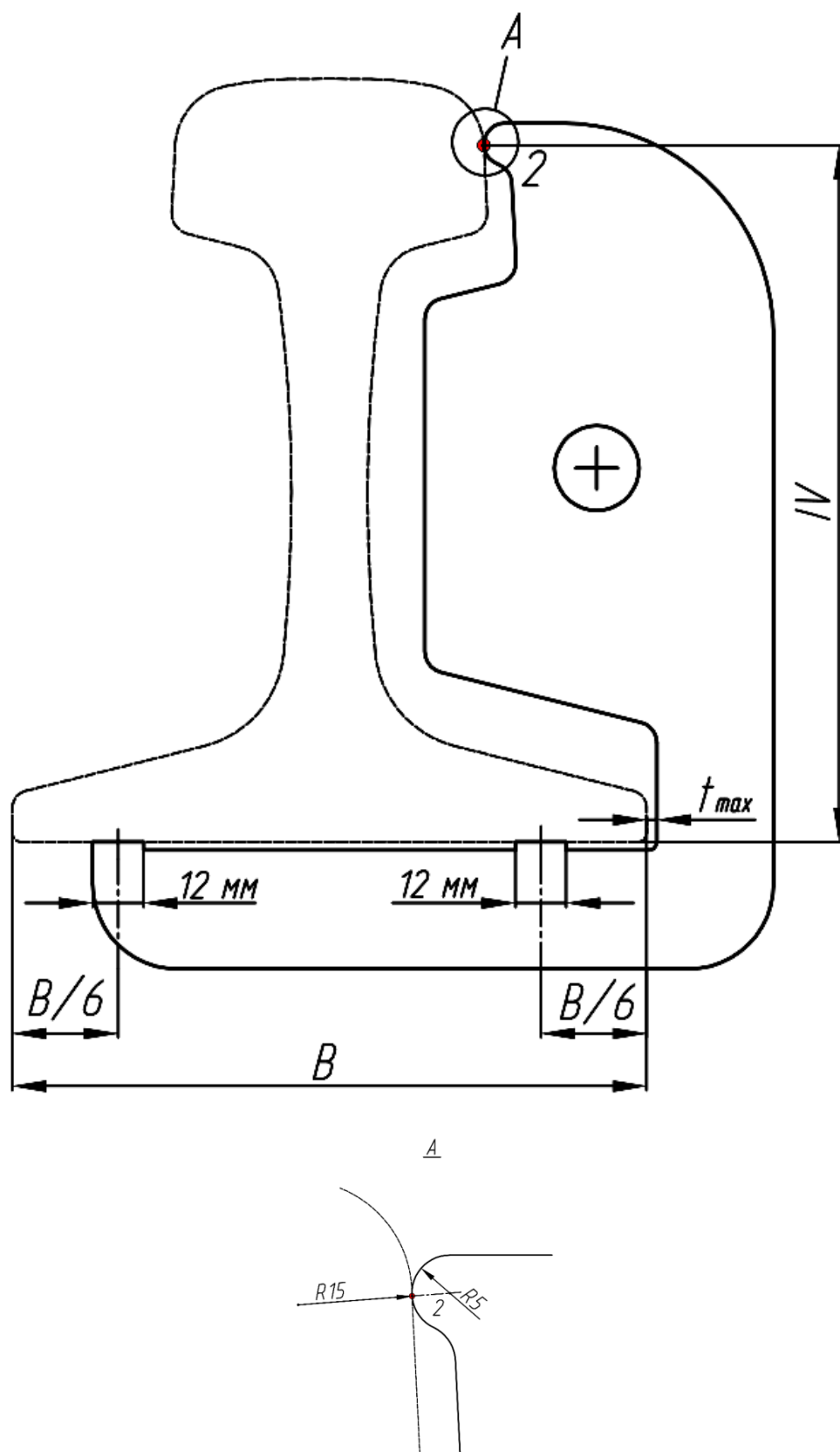
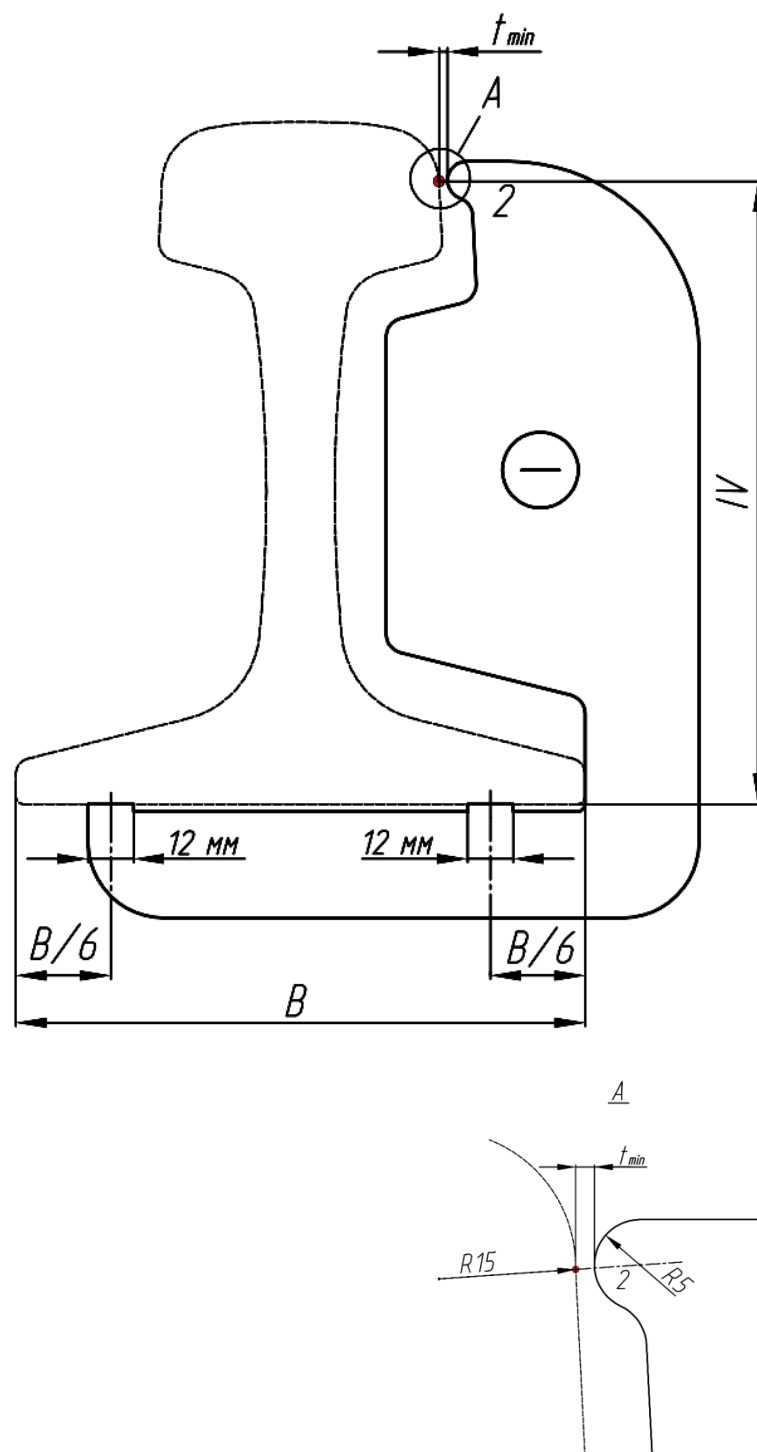
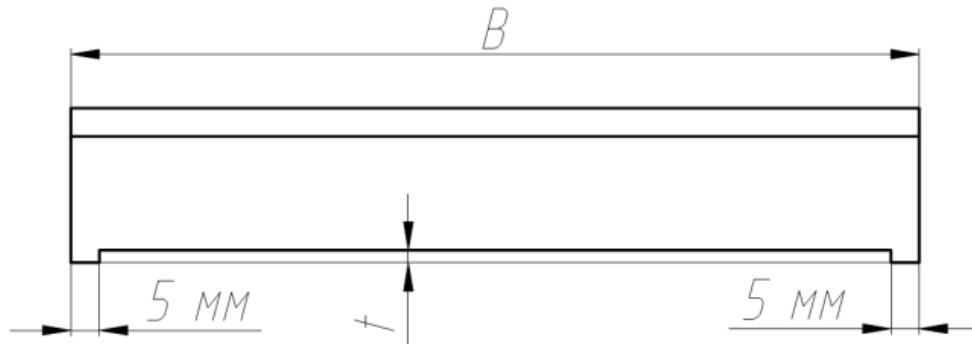


Рисунок К.10 – Шаблоны контроля несимметричности рельса



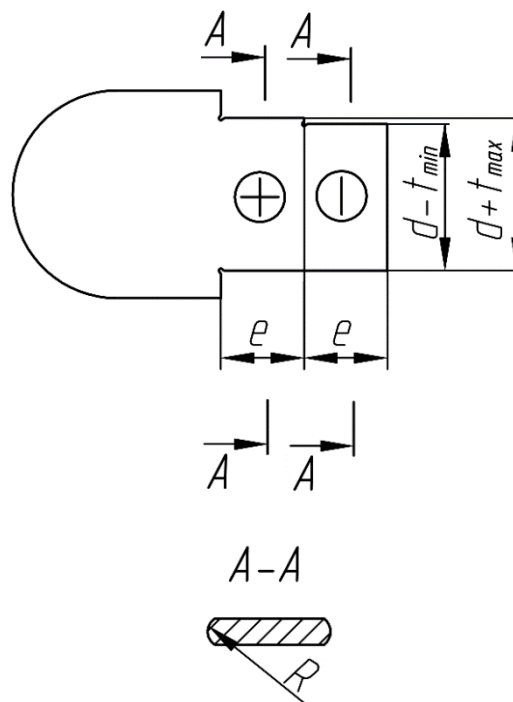
t_{max} , t_{min} — максимальный и минимальный допуски несимметричности рельса;
 знак «+» обозначает, что шаблон должен касаться поверхности головки рельса;
 знак «-» обозначает, что шаблон должен касаться торца пера подошвы рельса.

Рисунок К.10, лист 2



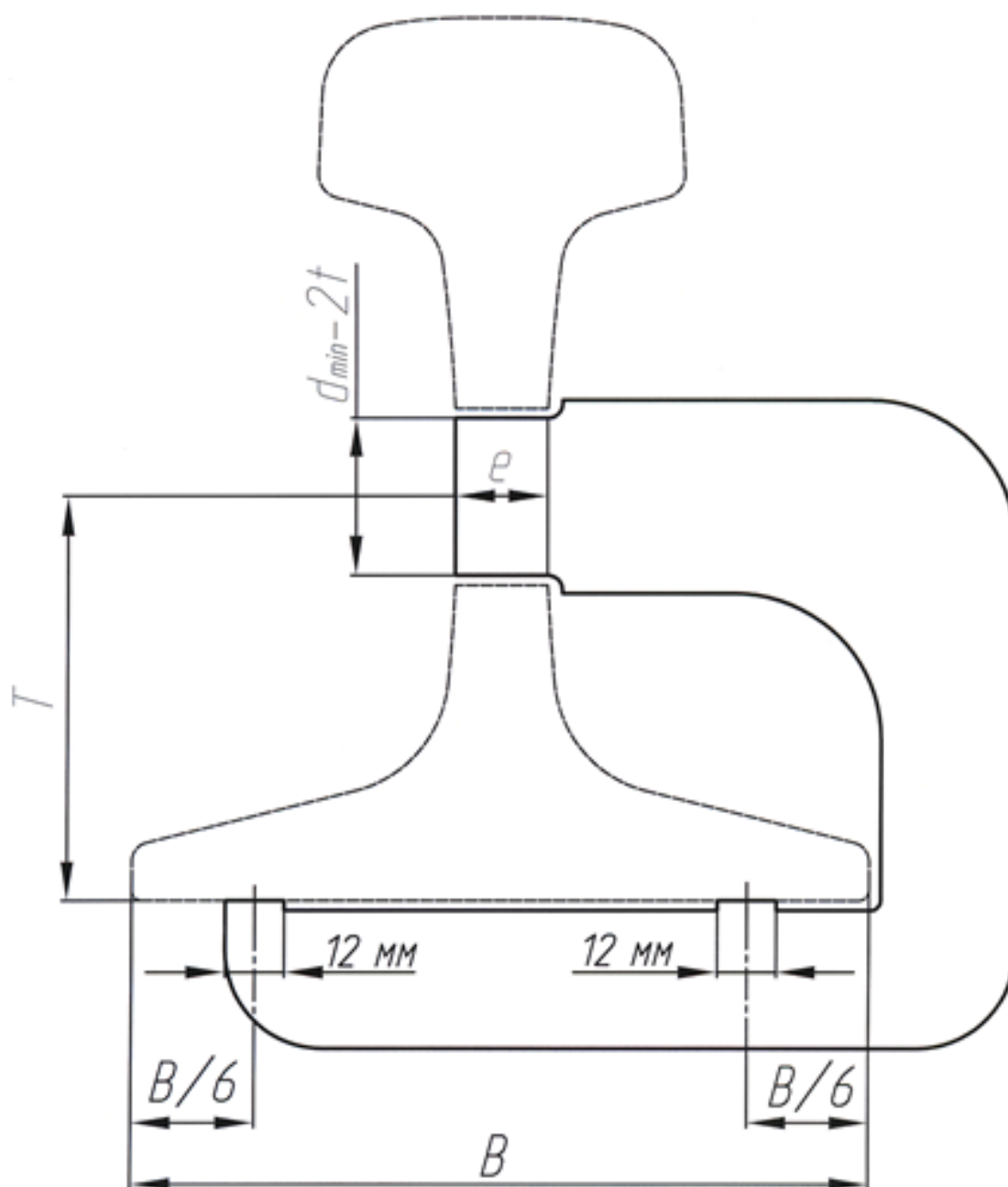
t – допуск выпуклости основания подошвы рельса;
сторона шаблона с выступами должна касаться выступами основания подошвы рельса;
сторона шаблона с прямой поверхностью должна касаться центральной части основания подошвы рельса.

Рисунок К.11 – Шаблон контроля выпуклости и вогнутости основания подошвы рельса



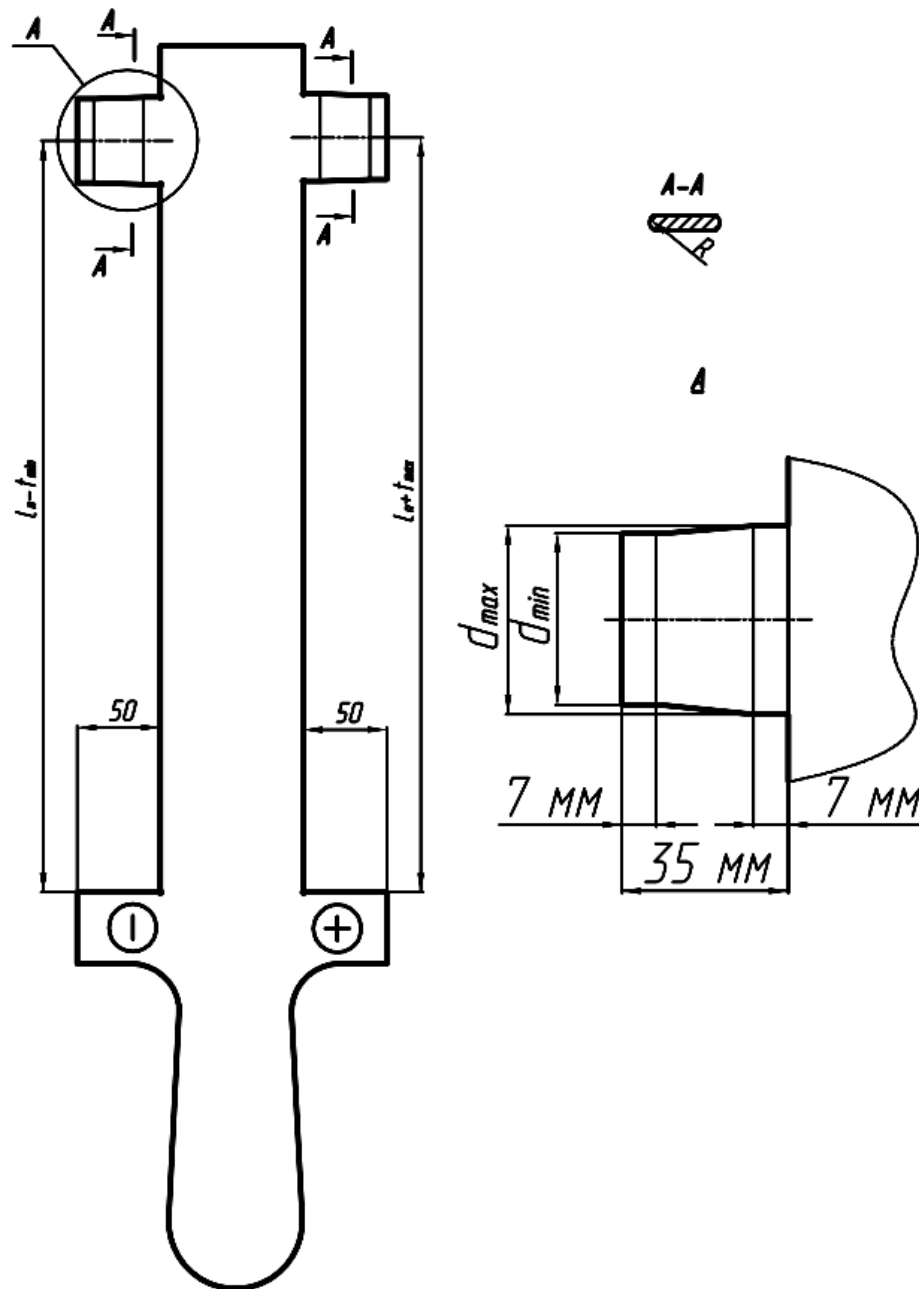
t_{max}, t_{min} – максимальный и минимальный допуски диаметра болтового отверстия рельса;
знак «+» обозначает, что шаблон не должен проходить по диаметру отверстия, либо проходить без зазора;
знак «-» обозначает, что шаблон должен проходить по диаметру отверстия;
далее принимается следующее обозначение: $d_{max} = d + t_{max}$ и $d_{min} = d - t_{min}$.

Рисунок К.12 – Шаблон контроля диаметра болтовых отверстий



B – ширина подошвы рельса;
 t – высота пера подошвы рельса;
 t – допуск расположения болтовых отверстий рельса в вертикальной плоскости;
 шаблон должен касаться основания подошвы и проходить в болтовое отверстие рельса.

Рисунок К.13 – Шаблон контроля расположения болтовых отверстий
 в вертикальной плоскости



t_{max} , t_{min} – максимальный и минимальный допуски расположения болтовых отверстий в горизонтальной плоскости;

n – соответствующее отверстие;

знак «+» обозначает, что шаблон должен проходить в болтовое отверстие и проходить по торцу рельса;

знак «-» обозначает, что шаблон должен проходить в болтовое отверстие и не проходить по торцу рельса, либо проходить без зазора.

Рисунок К.14 – Шаблон контроля расположения болтовых отверстий в горизонтальной плоскости

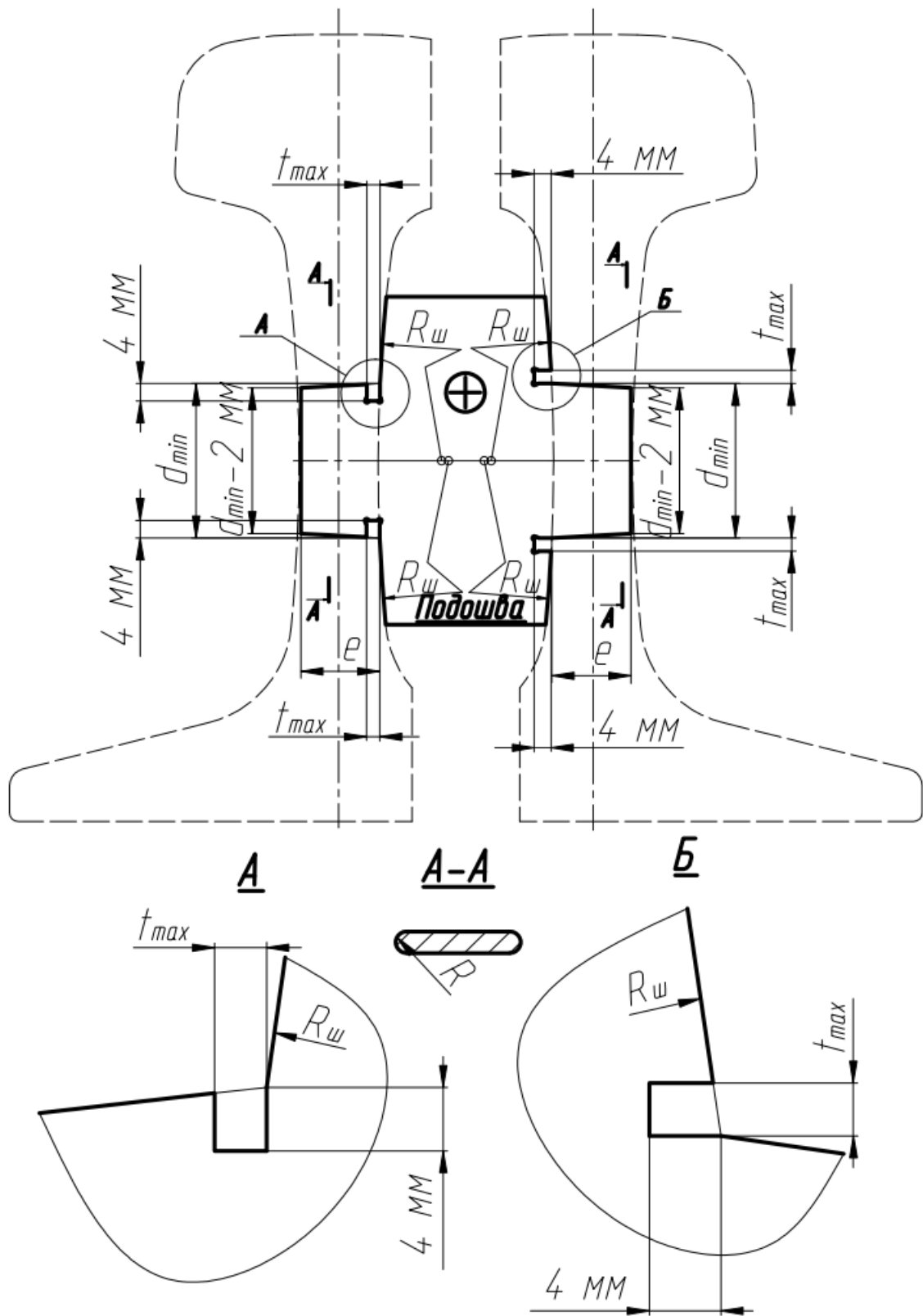
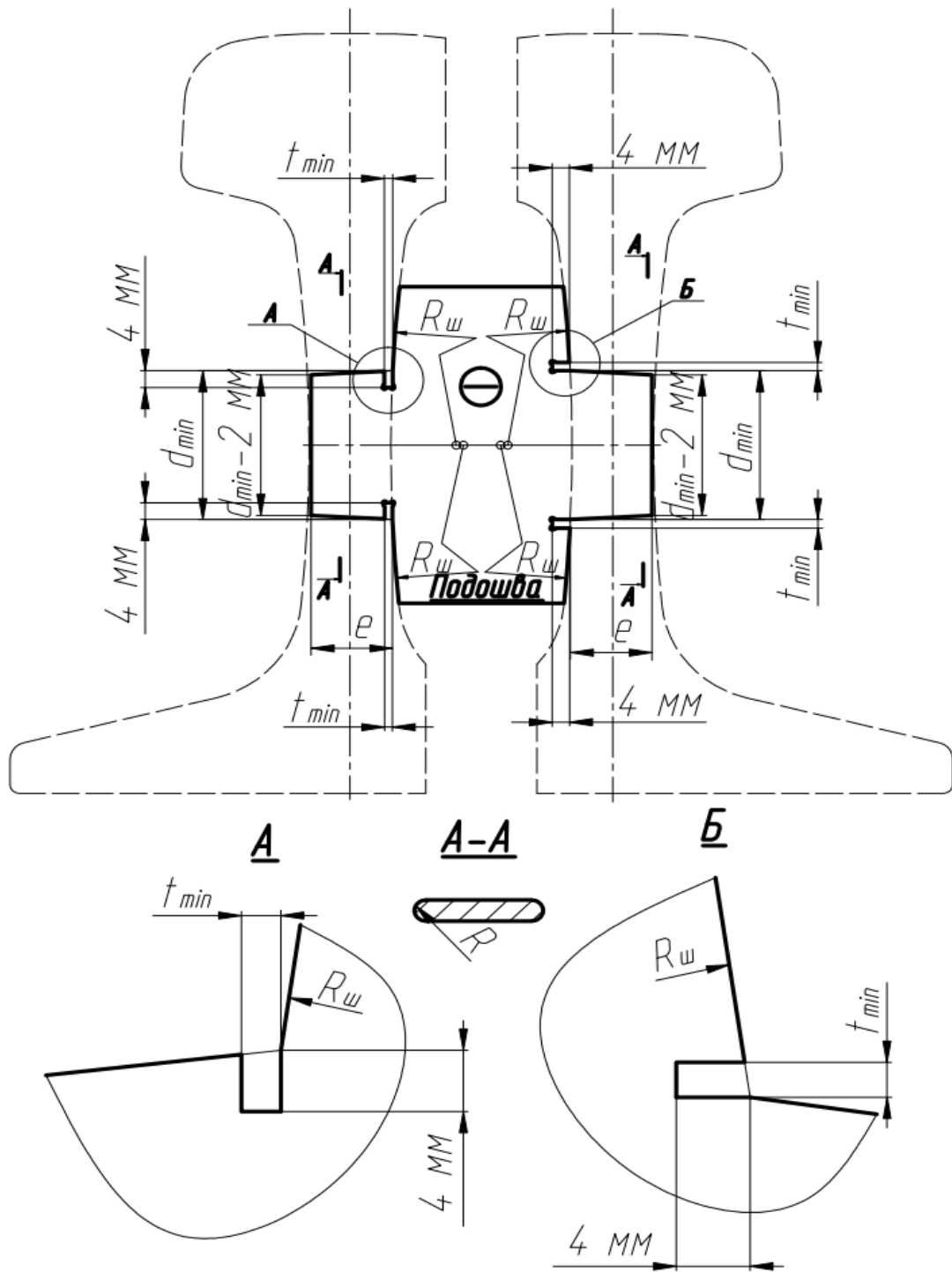
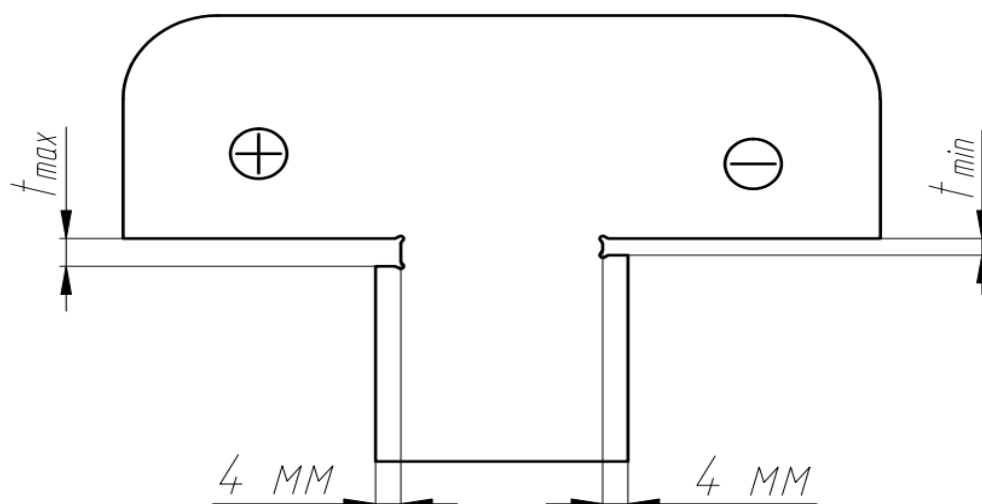


Рисунок К.15 – Шаблоны контроля фасок болтовых отверстий



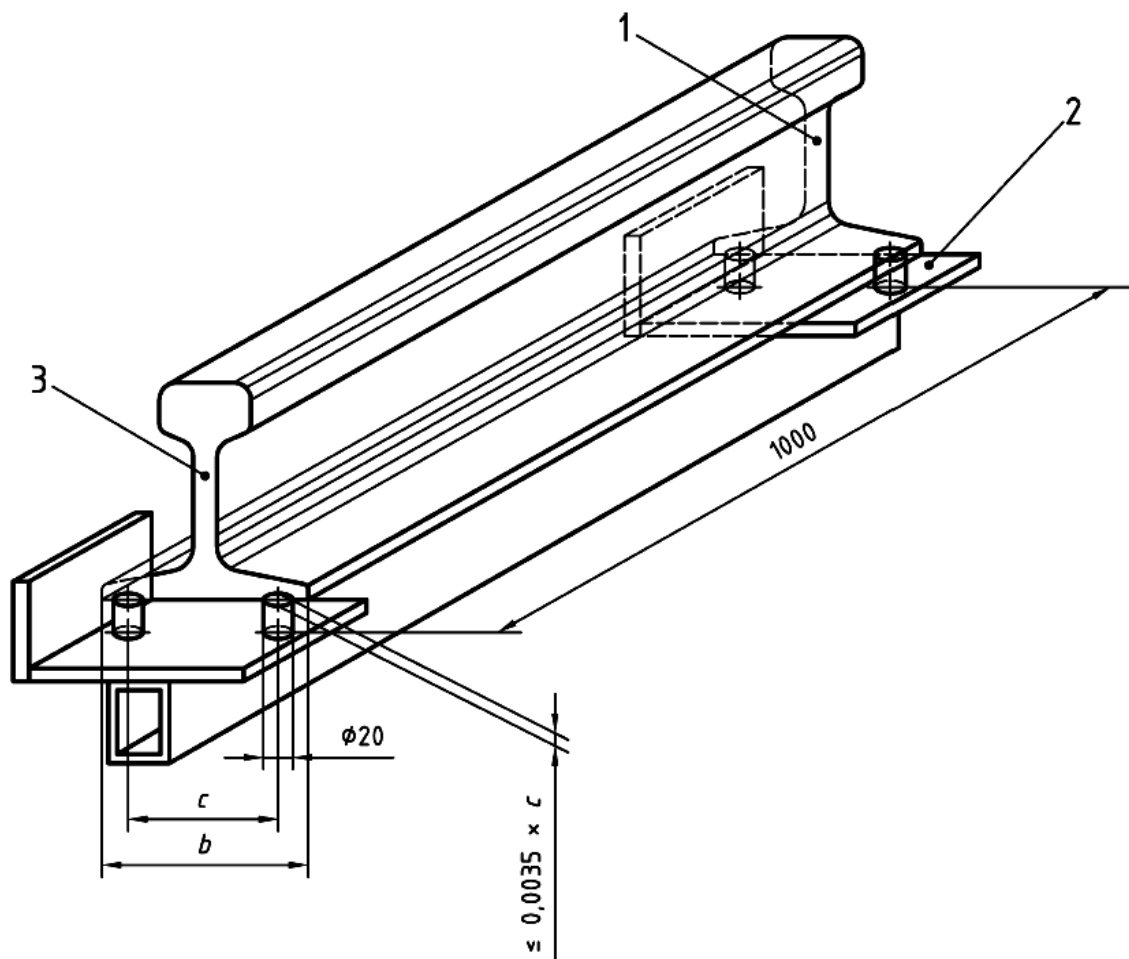
t_{\max} , t_{\min} – максимальный и минимальный допуски фасок болтовых отверстий рельса;
знак «+» обозначает, что фаска болтового отверстия рельса должна не выходить за пределы углубления шаблона;
знак «-» обозначает, что фаска болтового отверстия рельса должна находиться за пределами углубления шаблона.

Рисунок К.15, лист 2



t_{max} , t_{min} – максимальный и минимальный допуски фасок по контуру рельса;
знак «+» обозначает, что фаска по контуру рельса должна не выходить за пределы углубления шаблона;
знак «-» обозначает, что фаска по контуру рельса должна находиться за пределами углубления шаблона.

Рисунок К.16 – Шаблон контроля фаски по контуру рельса



- 1 – поперечное сечение рельса на расстоянии 1 м от торца;
2 – шаблон;
3 – поперечное сечение на конце рельса;
 b – номинальная ширина подошвы рельса;
 c – расстояние между опорами.

П р и м е ч а н и я:

1 Диаметр опор – 20 мм.

2 Расстояние между опорами (c) составляет:

$$c = b - t_{\min} - 2R - 2r$$

где t_{\min} – минимальный допуск ширины подошвы;

R – наибольший из радиусов закругления нижней части фланцев подошвы;

r – радиус опорных цилиндров на шаблоне.

3 Нормы по скручиванию концов рельсов в 5.2.6 рассчитаны по соотношению $0,0035 \cdot c$.

Рисунок К.17 – Шаблон и схема контроля скручивания концов рельсов

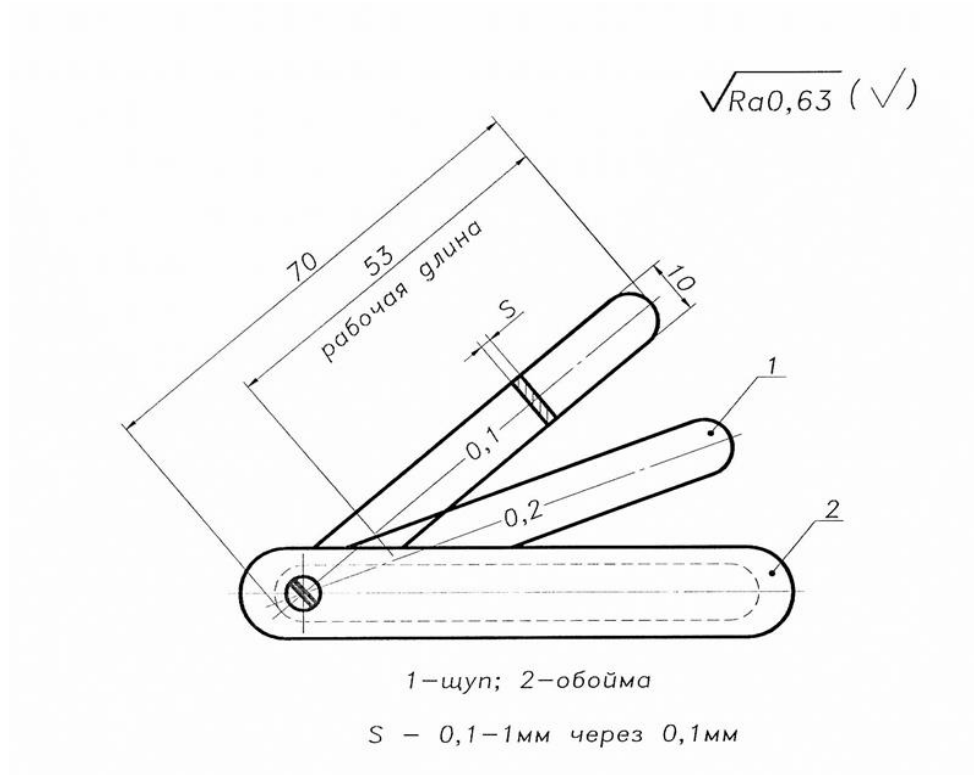
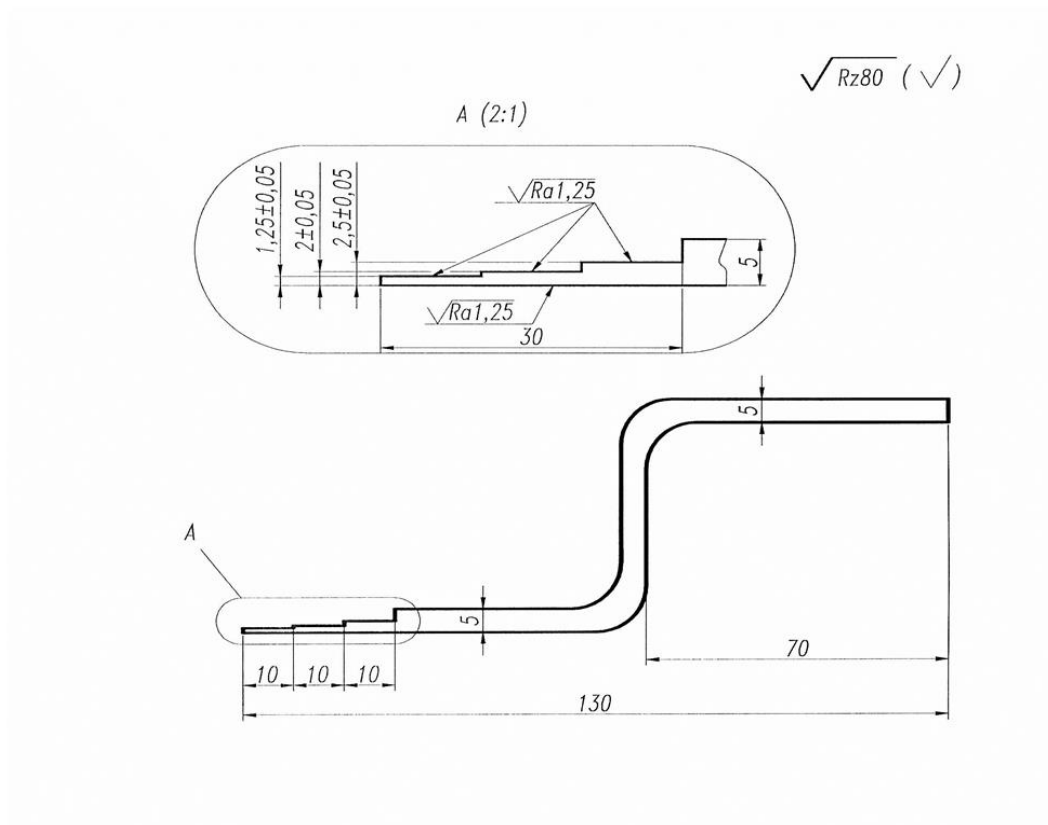


Рисунок К.18 – Набор щупов плоских

К.3 Отклонения толщины щупов на рабочей длине должны не превышать значений, указанных в таблице К.3.

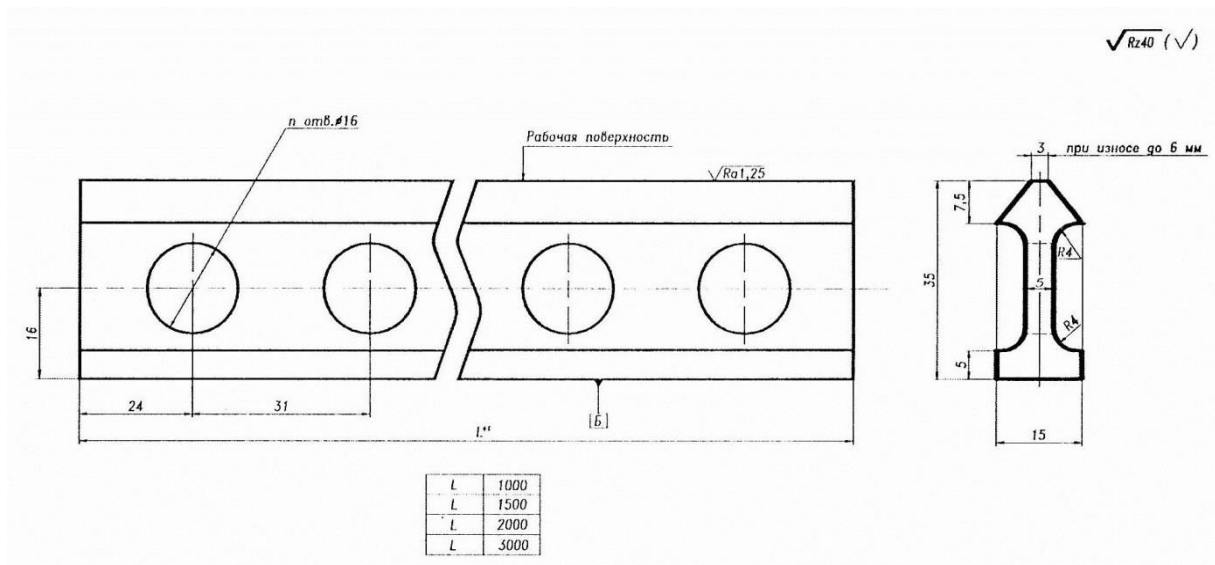
Таблица К.3

| Толщина щупов, мм | Предельные отклонения толщины щупов S , мкм |
|-------------------------|---|
| От 0,02 до 0,06 включ. | ± 5 |
| Св. 0,06 до 0,10 включ. | ± 6 |
| Св. 0,10 до 0,20 включ. | ± 8 |
| Св. 0,20 до 0,30 включ. | ± 9 |
| Св. 0,30 до 0,50 включ. | ± 11 |
| Св. 0,50 до 0,60 включ. | ± 13 |
| Св. 0,60 до 0,80 включ. | ± 14 |
| Св. 0,80 до 1,00 включ. | ± 16 |



Форму и внешний вид щупа считать рекомендуемыми

Рисунок К.19 – Специальные щупы



Предельное отклонение от плоскостности и предельное отклонение от прямолинейности рабочей поверхности линейки – не более 0,05 мм;
форма и внешний вид линейки специальной рекомендуемые.

Рисунок К.20 – Специальные линейки

Приложение Л (обязательное)

Метод металлографического определения загрязненности рельсов неметаллическими включениями по эталонным изображениям

Л.1 Определение загрязненности неметаллическими включениями с помощью визуального контроля методами оценки *P* и *K*

Определение загрязненности рельсов отдельными глобулярными (группы ED), строчечными глобулярными (группы EB), и строчечными (остроугольными) цветными нитридными и карбонитридными (группы EFB-β) включениями выполняют методом металлографического анализа путем сравнения с эталонными изображениями с помощью визуального контроля или автоматических систем анализа изображений.







































Для контроля загрязненности рельсов соответствующими включениями наблюдают нетравленную поверхность шлифа, площадь которой должна быть не менее 15×15 мм с помощью оптического микроскопа при увеличении 100.

Результатом оценки являются: определение максимальной длины строчечных глобулярных (группа EB) оксидных включений (P_L); строчечных (остроугольных) цветных нитридных и карбонитридных включений (группы EFB-β) (P_L); максимальный диаметр отдельных глобулярных (группы ED) оксидных включений (P_d); коэффициенты загрязненности включениями групп EB и ED (K_a^{EB} и K_a^{ED}).

Определение данных параметров включений проводят на заданном количестве шлифов сравнением с серией эталонных изображений. Необходимые средства измерения: оптический микроскоп; видеокамера или фотоаппарат (для автоматического сканирования изображения); персональный компьютер (для автоматического анализа изображения); моторизованный предметный столик с джойстиком управления (для автоматического анализа изображения) и программа анализа изображения, включенная в Государственный реестр средств измерений.

Приведенная на рисунке Л.1 серия эталонных изображений неметаллических включений является иллюстрацией эталонной шкалы и показывает изображения приблизительно в трехкратном уменьшении по сравнению с оригинальным размером.

Оценку загрязненности рельсов неметаллическими включениями осуществляют с помощью микроскопа путем сравнения с изображениями на оригинальной эталонной шкале.

| Тип ▸ | Отдельные глобулярные включения | Строчки глобулярных включений | | | | | Разное количество глобулярных включений | Включения в поле контроля |
|------------------|---|---|---|---|---|---|---|---------------------------------|
| | δ | β | β | β | β | β | | |
| Строка ▽ 1 |  | | | | | |  | 8 |
| 2 |  | | |  |  | |  | 16 |
| 3 |  | | |  |  | |  | 32 |
| 4 |  | | |  |  | | | |
| 5 |  | |  |  |  |  | | |
| 6 |  | |  |  |  |  | | |
| 7 |  | |  |  |  |  | | |
| 8 | |  |  |  |  |  | | |
| 9 | |  |  |  |  |  | | |
| Столбец ▸ | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 |

δ – отдельные глобулярные включения;
 β – строчечные глобулярные включения;
 столбец 6 – отдельные глобулярные включения;
 столбцы 7–11 – строчечные глобулярные включения;
 столбец 12 – количество глобулярных включений;
 столбец 13 – число включений в одном поле.

Рисунок Л.1 – Серия эталонных изображений

Л.1.1 Сущность методов

Методом оценки загрязненности включениями P определяют параметры P_L (подсчет максимальной длины включения) и P_d (подсчет максимального диаметра) самых крупных включений.

Методом оценки K определяют параметры K_a^{EB} и K_a^{ED} .

Для определения каждого из параметров P_L , P_d , K_a^{EB} и K_a^{ED} при помощи микроскопа сканируют нетравленную поверхность каждого из заданного количества шлифов поле за полем. Длину кромки поля измерения принимают равной 710 мкм (соответствует увеличению микроскопа 100 и площади одного поля зрения на шлифе, равной 0,5 мм²). Площадь области измерения не менее 225 мм². Образец устанавливают на предметный столик так, чтобы главное направление деформации было вертикальным по отношению к просматриваемому полю зрения. Включение, пересекаемое кромкой поля зрения, необходимо переместить в пределы поля зрения путем перемещения образца столиком микроскопа.

В результате просмотра поверхности шлифа одновременно регистрируют:

- максимальную длину (P_L , мкм) строчечных глобулярных оксидных включений (группы EB) и строчечных (остроугольных) цветных нитридных и карбонитридных включений (группы EFB-β) на каждом шлифе;
- максимальный диаметр (P_d , мкм) отдельных глобулярных оксидных включений (группы ED) на каждом шлифе;
- число включений групп EB и ED, длина которых соответствует значению, начиная с 3 строки серии эталонных изображений (см. рисунок Л.1).

Л.1.2 Определение параметра P_L (максимальная длина)

В пределах анализируемой площади шлифа находят включения, соответствующие группам EB и EFB-β (столбцы 7–11) серии эталонных изображений (см. рисунок Л.1). Регистрируют только номер строки, соответствующей самому крупному включению на поверхности измерения. Номер строки записывают в таблицу Л.1.

Процедуру проводят для каждого шлифа. Количество шлифов установлено в таблице 16.

Определяют значение длины включения по соответствующей строке серии эталонных изображений и записывают ее в таблицу Л.1. Затем на каждом из заданного количества шлифов выбирают максимальную длину включения для групп EB и EFB-β и вычисляют средние значения длины для указанных групп, соответственно.

Окончательным результатом оценки являются максимальная длина включений, обнаруженных на заданном количестве шлифов и усредненное значение максимальных длин по заданному количеству шлифов.

Т а б л и ц а Л.1 – Бланк для регистрации и расчета результатов определения параметров P_d и P_L наибольших включений

| Номер шлифа | группа ED, столбец 6 | | группа EB, столбцы 7–11 | | группа EFB-β, столбцы 7–11 | |
|--------------------------|-------------------------|--|----------------------------|--------------------|-------------------------------|--------------------|
| | Диаметр, P_d , мкм | | Номер строки | Длина, P_L , мкм | Номер строки | Длина, P_L , мкм |
| 1 | | | | | | |
| 2 | | | | | | |
| 3 | | | | | | |
| 4 | | | | | | |
| 5 | | | | | | |
| 6 | | | | | | |
| | | | | | | |
| Максимальное значение | P_d | | P_L | | P_L | |
| Сумма | | | | | | |
| Среднее зна- чение | | | | | | |

Л.1.3 Определение параметра P_d (максимальный диаметр)

Определение параметра P_d аналогично определению параметра P_L . Параметр P_d определяют только для включений группы ED сравнением с серией эталонных изображений (см. рисунок Л.1), по столбцу 6, начиная со строки 1.

В таблицу Л.1 записывают значение диаметра самого крупного включения, соответствующее эталонным изображениям.

Процедуру проводят для каждого контролируемого шлифа.

Окончательным результатом оценки являются максимальный диаметр включений, обнаруженных на заданном количестве шлифов, и усредненное значение максимальных диаметров по заданному количеству шлифов.

Л.1.4 Определение коэффициентов загрязненности K_a^{EB} и K_a^{ED} для включений групп EB и ED

Каждый шлиф просматривают с помощью микроскопа поле за полем. В пределах поверхности измерения каждого шлифа находят включения групп EB и ED (столбцы 7–11 и 6, соответственно), начиная со строки 3 серии эталонных изображений (см. рисунок Л.1).

Сравнением с серией эталонных изображений классифицируют каждое включение в пределах каждого поля зрения с присвоением номера строки – q и номера столбца – k .

В таблицу Л.2 записывают число включений групп EB и ED во всех строках и столбцах для каждого поля зрения (в соответствующей строке таблицы записывают цифру 1, если включение данного класса найдено, включения одного класса записывают через запятую). Затем подсчитывают и записывают общее число включений для каждой группы и каждого класса на каждом из заданного количества шлифов. Подсчет разного количества включений одного класса в одном поле зрения можно заменить оценкой по столбцам 12–13 (см. рисунок Л.1). Также в таблицу Л.2 записывают площадь одного поля зрения, равную 0,5 мм², и общую сканированную площадь на заданном количестве шлифов, равную сумме площадей всех

оцениваемых шлифов ($S = S_1 + S_2 + \dots + S_n$, где S_1, S_2, \dots, S_n – площади оцениваемых шлифов соответственно, 1, 2, ..., n – номера оцениваемых шлифов)

В таблице Л.3 приведены значения длины L (мкм), ширины w (мкм), площади a (мкм²) включений. Включения с соотношением $L/w \geq 3$ относят к вытянутым или строчечным, с соотношением $L/w < 3$ – к глобулярным включениям.

Из таблицы Л.3 в таблицу Л.2 записывают значение площадей классов. Затем умножают общее число оксидных включений на соответствующую площадь класса (см. таблицу Л.3) и получают общую площадь. Для каждого вида оксидных включений суммируют общие площади и получают промежуточную сумму.

Отдельно для групп включений EB и ED подсчитывают их общую площадь. Умножая общую площадь включений EB и ED на средний множитель, получают взвешенную сумму площадей. Средний множитель (при увеличении 100) для оксидных включений группы ED равен 0,5; для оксидных включений группы EB – 0,355. Переписывают из таблицы Л.2 значение сканированной площади. Вычисляют значения K_a^{EB} и K_a^{ED} делением взвешенной суммы площадей включений на сканированную площадь.

Л.2 Определение загрязненности оксидными включениями с помощью автоматической системы анализа изображений

Загрязненность оксидными включениями с помощью автоматической системы анализа изображений контролируют определением параметров P_L , P_d , K_a^{EB} и K_a^{ED} путем сканирования с помощью микроскопа в автоматическом режиме нетравленной поверхности каждого из заданного количества шлифов. Размер кромки поля зрения должен быть равным 710 мкм. Образец устанавливают на предметный столик так, чтобы главное направление деформации было вертикальным по отношению к просматриваемому полю зрения.

В автоматической системе анализа изображений параметры P_L , P_d , K_a^{EB} и K_a^{ED} определяются аналогично Л.1.1, Л.1.2, Л.1.3.

Анализ должен включать следующие этапы:

- калибровка анализатора изображения по объект-микрометру;
- установка шлифа/шлифов на предметный столик микроскопа;
- установка параметров сканирования шлифа и анализа изображения (площадь сканирования, оптимальный уровень закрашивания оксидов, условия фокусировки);
- проведение сканирования поверхности шлифов для идентификации включений;
- проверка правильности идентификации включений;
- создание отчета.

Т а б л и ц а Л.2 – Бланк для расчета коэффициентов загрязненности K_a^{EB} и K_a^{ED}

| № строки | группа EB, столбец 7 | | | группа EB, столбец 8 | | | группа EB, столбец 9 | | | группа EB, столбец 10 | | | группа EB, столбец 11 | | | группа ED, столбец 6 | | |
|--|----------------------|----------------|---------------|----------------------|----------------|---------------|----------------------|----------------|---------------|-----------------------|----------------|---------------|-----------------------|----------------|---------------|----------------------|----------------|---------------|
| | Общее число | Площадь класса | Общая площадь | Общее число | Площадь класса | Общая площадь | Общее число | Площадь класса | Общая площадь | Общее число | Площадь класса | Общая площадь | Общее число | Площадь класса | Общая площадь | Общее число | Площадь класса | Общая площадь |
| 3 | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 4 | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 5 | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 6 | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 7 | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 8 | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 9 | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Промежуточная сумма | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Общая площадь включений | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Средний множитель | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Взвешенная сумма площадей, мкм ² | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Общая сканированная площадь, мм ² | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Промежуточное K_a , мкм ² /мм ² | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Суммарный K_a , мкм ² /мм ² | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Исходная точка для строчечных, вытянутых и глобулярных включений: строка 3 | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

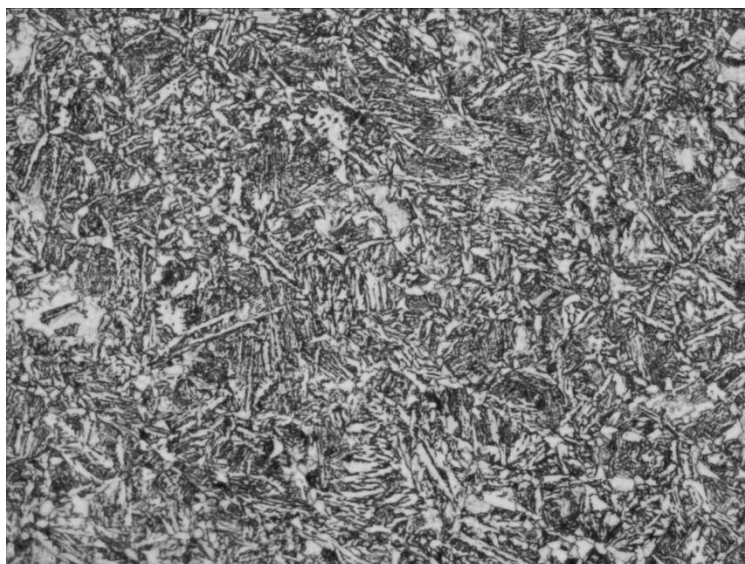
Таблица Л.3 – Длина L , ширина w , площадь a для серии изображений

| Показатели включений | | | Глобулярные включения Столбец 6 $d \geq 3$ мкм | Отдельные и групповые строчки глобулярных включений Столбцы от 7 до 11 длина $L \geq 3$ мкм и ширина $w \geq 2$ мкм | | | | | |
|---|-----------------------|---|---|--|-----|-----|-----|-----|----|
| Строка q | Длина L , мкм | Ширина w , мкм, Площадь a , мкм ² | | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 |
| | | | | | | | | | |
| 1 | 5,50 | w мкм | 5,50 | — | — | — | — | — | — |
| | | a мкм ² | 24 | | | | | | |
| 2 | 11 | w мкм | 11 | — | — | 3,0 | 8,0 | — | — |
| | | a мкм ² | 97 | | | | | | |
| 3 | 22 | w мкм | 22 | — | — | 4,0 | 11 | — | — |
| | | a мкм ² | 387 | | | | | | |
| 4 | 44 | w мкм | 44 | — | — | 6,0 | 16 | — | — |
| | | a мкм ² | 1 547 | | | | | | |
| 5 | 89 | w мкм | 89 | — | 3,0 | 8,0 | 23 | 64 | — |
| | | a мкм ² | 6186 | | | | | | |
| 6 | 178 | w мкм | 178 | — | 4,0 | 11 | 32 | 91 | — |
| | | a мкм ² | 24 745 | | | | | | |
| 7 | 355 | w мкм | 355 | — | 6,0 | 16 | 45 | 128 | — |
| | | a мкм ² | 98 980 | | | | | | |
| 8 | 710 | w мкм | — | 3,0 | 8,0 | 23 | 64 | 181 | — |
| | | a мкм ² | | | | | | | |
| 9 | 1420 | w мкм | — | 4,00 | 11 | 32 | 91 | 256 | — |
| | | a мкм ² | | | | | | | |
| Примечание – Включения с соотношением $L/w < 3,0$ считаются глобулярными включениями. Значения в таблице Л.3 являются обязательными для всех оценок. | | | | | | | | | |

Приложение М
(обязательное)

Характерные микроструктуры, содержащие бейнит

М.1 Характерные микроструктуры, содержащие бейнит, приведены на рисунках М.1 – М.6



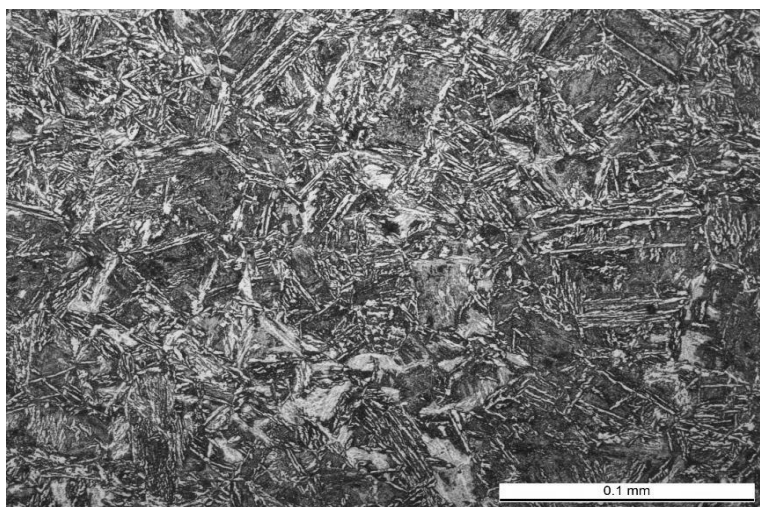
Классификация – недопустимо

Рисунок М.1 – Верхний бейнит с участками феррита, х500



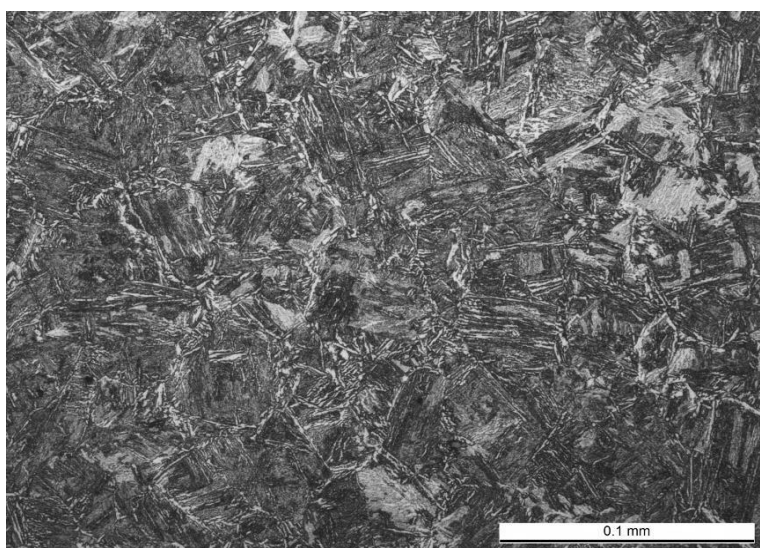
Классификация – недопустимо

Рисунок М.2 – Верхний бейнит с участками феррита, х500



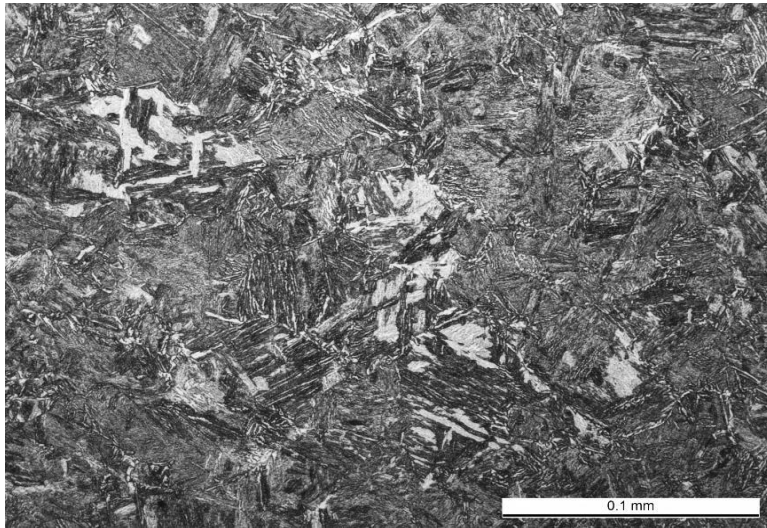
Классификация – недопустимо

Рисунок М.3 – Верхний и нижний бейнит, х500



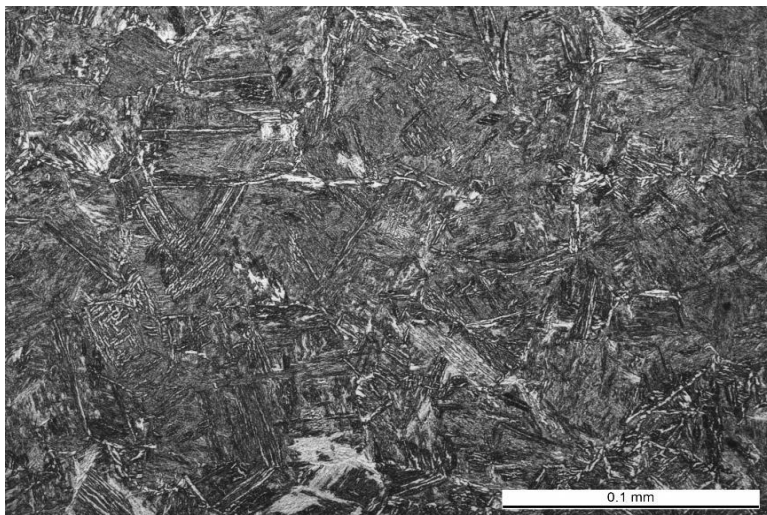
Классификация – недопустимо

Рисунок М.4 – Верхний и нижний бейнит, х500



Классификация – недопустимо

Рисунок М5 – Нижний бейнит, мартенсит с участками феррита, х500



Классификация – недопустимо

Рисунок М.6 – Нижний бейнит с участками феррита, х500

Библиография

- | | |
|--------------------------------|---|
| [1] ТР ТС 002/2011 | Технический регламент Таможенного союза «О безопасности высокоскоростного железнодорожного транспорта» |
| [2] ТР ТС 003/2011 | Технический регламент Таможенного союза «О безопасности инфраструктуры железнодорожного транспорта» |
| [3] | «Правила технической эксплуатации железных дорог Российской Федерации», утвержденные приказом Минтранса Российской Федерации от 21 декабря 2010 г. № 286 (ред. от 05.10.2018) |
| [4] РТ МД 17-20454236-010:2004 | Дефектоскоп ультразвуковой УДС2-РДМ-22. Технические условия |
| [5] ТУ 3933-002-60632410-2012 | Штангенциркуль путевой ПШВ. Технические условия |
| [6] ИНШК-273 ТУ | Шаблоны путевые ПШ-1520, ПШ 1520П. Технические условия |
| [7] ТУ 3936-011-30903142-2015 | Шаблоны универсальные модели ПШ-00316А. Технические условия |

]

УДК 625.143: 006.354

ОКС 45.080

ОКПД 2 24.10.75.111

Ключевые слова: железнодорожные рельсы широкой колеи, классификация, конструкция и размеры, технические требования, оценка соответствия (приемка), методы испытаний, транспортирование и хранение, гарантии изготовителя, указания по эксплуатации

Разработчик:

АО «Уральский институт металлов»
(АО «УИМ»)

Научный руководитель института,
Председатель ТК 367

Л.А. Смирнов

Исполнительный директор НИЦ
стандартизации

В.А. Рабовский

Заведующий лабораторией
металловедения и термообработки

А.В. Добужская