ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО

ПО ТЕХНИЧЕСКОМУ РЕГУЛИРОВАНИЮ И МЕТРОЛОГИИ

НАЦИОНАЛЬНЫЙ СТАНДАРТ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ГОСТ Р 51685— 2022

РЕЛЬСЫ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНЫЕ

Общие технические условия

Издание официальное

Москва
Российский институт стандартизации
2023

Предисловие

1 РАЗРАБОТАН Акционерным обществом «Уральский институт металлов» (АО «УИМ»), Акционерным обществом «Научно-исследовательский институт железнодорожного транспорта (АО «ВНИИЖТ»), Обществом с ограниченной ответственностью «ЕВРАЗ Торговая компания» (ООО «ЕВРАЗ ТК»), Акционерным обществом «ЕВРАЗ Нижнетагильский металлургический комбинат» (АО «ЕВРАЗ НТМК»), Акционерным обществом «ЕВРАЗ 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 045 «Железнодорожный транспорт» и ТК 367 «Чугун, прокат и металлоизделия»

3 УТВЕРЖДЕН И ВВЕДЕН В ДЕЙСТВИЕ Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 14 декабря 2022 г. № 1509-ст

4 ВЗАМЕН ГОСТ Р 51685—2013

5 Настоящий стандарт может применяться для целей подтверждения соответствия рельсов требованиям технических регламентов Таможенного союза 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 5.1.3, 5.1.8, 5.1.9, 5.4.1—5.4.3, 5.5, 5.6.1, 5.7.6 (при наличии отверстий), 5.8, 5.11.2, 5.13.1.1, 5.13.2.1, 5.13.6, 5.15—5.18;
- пункты 6.7.3—6.7.8 устанавливают правила отбора образцов рельсов, проб от образцов рельсов и образцов от проб и рельсов для проведения испытаний на соответствие требованиям безопасности;
- пункты 7.3.1, 7.4, 7.5, 7.6.1, третий абзац пункта 7.7 (при наличии отверстий), 7.8, 7.11.2, 7.13, 7.15—7.19 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 от 29 июня 2015 г. № 162-ФЗ «О стандартизации в Российской Федерации». Информация об изменениях к настоящему стандарту публикуется в ежегодном (по состоянию на 1 января текущего года) информационном указателе «Национальные стандарты», а официальный текст изменений и поправок — в ежемесячном 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 агентства по техническому регулированию и метрологии в сети Интернет (www.rst.gov.ru)

© Оформление. ФГБУ «Институт стандартизации», 2023

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 1
2 Нормативные ссылки 1
3 Термины, определения, обозначения и сокращения 3
3.1 Термины и определения 3
3.2 Обозначения и сокращения 5
4 Классификация рельсов 5
5 Технические требования 7
5.1 Общие положения 7
5.2 Конструкция и размеры 8
5.3 Специальные требования 11
5.4 Химический состав 11
5.5 Загрязненность рельсов неметаллическими включениями 12
5.6 Макроструктура рельсов 13
5.7 Качество поверхности 13
5.8 Механические свойства 14
5.9 Твердость рельсов 15
5.10 Копровая прочность рельсов 16
5.11 Остаточные напряжения 16
5.12 Микроструктура 17
5.13 Маркировка 17
5.14 Остаточная магнитная индукция 18
5.15 Предел выносливости рельсов 18
5.16 Скорость роста усталостной трещины 18
5.17 Циклическая трещиностойкость 19
5.18 Статическая трещиностойкость 19
6 Правила приемки 19
6.1 Общие положения 19
6.2 Приемо-сдаточные испытания рельсов 19
6.3 Отбор проб для испытаний 21
6.4 Порядок приемки рельсов при отрицательных результатах первичных приемо-сдаточных испытаний 22
6.5 Периодические испытания рельсов 24
6.6 Типовые испытания рельсов 24
6.7 Испытания рельсов при подтверждении соответствия 25
7 Методы контроля 26
7.1 Общие положения 26
7.2 Контроль линейных характеристик рельса автоматизированными средствами 27
7.3 Контроль длины, размеров поперечного сечения, диаметра и расположения болтовых отверстий, перпендикулярности торцов рельсов, прямолинейности и скручивания рельса в целом и по элементам рельса 27
7.4 Контроль химического состава 28
7.5 Контроль загрязненности неметаллическими включениями 28
7.6 Контроль макроструктуры рельсов 29
7.7 Контроль качества поверхности 29

7.8 Контроль механических свойств 29
7.9 Контроль твердости 30
7.10 Контроль копровой прочности 31
7.11 Контроль остаточных напряжений 31
7.12 Контроль микроструктуры 32
7.13 Контроль маркировки 33
7.14 Контроль остаточной магнитной индукции 33
7.15 Контроль предела выносливости 33
7.16 Контроль скорости роста усталостной трещины 34
7.17 Контроль циклической трещиностойкости 37
7.18 Контроль статической трещиностойкости 39
7.19 Полигонные испытания 40
8 Транспортирование и хранение 40
8.1 Транспортирование 40
8.2 Хранение 41
9 Гарантии изготовителя 41
10 Указания по эксплуатации 41
10.1 Общие указания 41
10.2 Предельные состояния, скорости движения, осевые нагрузки 42
Приложение А (справочное) Условия эксплуатации для рельсов различных категорий 43
Приложение Б (обязательное) Схема и примеры обозначения рельсов при заказе 44
Приложение В (рекомендуемое) Рекомендуемые марки стали для рельсов различных категорий . . 45
Приложение Г (справочное) Размеры рельсов, используемые для построения прокатных калибров . 46
Приложение Д (справочное) Расчетные параметры конструкций рельсов 49
Приложение Е (обязательное) Схема контроля отклонений элементов рельсов от прямолинейности и скручивания 50
Приложение Ж (обязательное) Шаблоны для контроля размеров и формы поперечного сечения рельсов, размеров и расположения болтовых отверстий, скручивания концов рельсов 52
Приложение И (обязательное) Шкала макроструктуры рельсов 69
Приложение К (обязательное) Неразрушающий контроль рельсов 87
Приложение Л (обязательное) Обозначение изготовителя при маркировке рельсов 91
Приложение М (обязательное) Метод металлографического определения загрязненности рельсов неметаллическими включениями по шкале включений 92
Приложение Н (обязательное) Характерные микроструктуры, содержащие бейнит 101
Приложение П (обязательное) Метод определения гамма-процентной наработки рельсов до отказа при полигонных испытаниях 104

Введение

Разработка нового стандарта взамен действующего ГОСТ Р 51685—2013 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, 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, а также рекомендации по сферам рационального применения рельсов новых категорий.

НАЦИОНАЛЬНЫЙ СТАНДАРТ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

РЕЛЬСЫ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНЫЕ

Общие технические условия

Railway rails. General specifications

Дата введения — 2023—08—01

1 Область применения

Настоящий стандарт распространяется на железнодорожные рельсы, исполнения УХЛ 1 по ГОСТ 15150 (далее — рельсы), предназначенные для эксплуатации в конструкции железнодорожного пути с шириной колеи 1520 мм железнодорожного транспорта общего и необщего пользования, технологического железнодорожного транспорта организаций, в железнодорожном пути метрополитенов.

2 Нормативные ссылки

В настоящем стандарте использованы нормативные ссылки на следующие стандарты:

ГОСТ 2.602 Единая система конструкторской документации. Ремонтные документы

ГОСТ 15.309—98 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 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—69 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

Издание официальное

ГОСТ 21014 Металлопродукция из стали и сплавов. Дефекты поверхности. Термины и определения

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 26877—2008 Металлопродукция. Методы измерений отклонений формы

ГОСТ 28033 Сталь. Метод рентгенофлюоресцентного анализа

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

ГОСТ 33760 Железнодорожный подвижной состав. Методы контроля показателей развески

ГОСТ 33477 Система разработки и постановки продукции на производство. Технические средства железнодорожной инфраструктуры. Порядок разработки, постановки на производство и допуска к применению

ГОСТ 34008 Железнодорожная техника. Правила подготовки обоснования безопасности

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

ГОСТ Р 2.601 Единая система конструкторской документации. Эксплуатационные документы

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

ГОСТ Р 8.568 Государственная система обеспечения единства измерений. Аттестация испытательного оборудования. Основные положения.

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 51672 Метрологическое обеспечение испытаний продукции для целей подтверждения соответствия. Основные положения

ГОСТ Р 54153 Сталь. Метод атомно-эмиссионного спектрального анализа

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 в информационной системе общего пользования — на официальном сайте Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии в сети Интернет или по ежегодному информационному указателю «Национальные стандарты», который опубликован по состоянию на 1 января текущего года, и по выпускам ежемесячного информационного указателя «Национальные стандарты» за текущий год. Если заменен ссылочный стандарт, на который дана недатированная ссылка, то рекомендуется использовать действующую версию этого стандарта с учетом всех внесенных в данную версию изменений. Если заменен ссылочный стандарт, на который дана датированная ссылка, то рекомендуется использовать версию этого стандарта с указанным выше годом утверждения (принятия). Если после утверждения настоящего стандарта в ссылочный стандарт, 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 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 Р 27.102, ГОСТ 16504, ГОСТ 21014, ГОСТ 25346, ГОСТ 26877, ГОСТ 32192, а также следующие термины с соответствующими определениями:

3.1.1 **безопасность рельса:** Свойство рельса как объекта технического регулирования сохранять целостность конструкции при заданных нагрузках и условиях эксплуатации, обеспечивая отсутствие недопустимого риска разрушения, как необратимой утраты межэлементных связей вследствие деформаций и развития критических усталостных трещин.

3.1.2 **безотказность рельса:** Свойство рельса непрерывно сохранять способность выполнять требуемые функции в течение наработки в заданных режимах и условиях применения.

3.1.3 **болтовые отверстия:** Отверстия в шейке на концах рельсов, предназначенные для болтовой конструкции стыковых соединений рельсов в железнодорожном пути с использованием рельсовых накладок.

3.1.4 **винтовые следы от сверления:** Риски и кольцевые наплывы металла на поверхности болтовых отверстий, образовавшиеся при сверлении.

3.1.5 **гамма-процентная наработка рельсов до отказа (γ-процентная наработка):** Наработка (величина пропущенного груза в млн т брутто), в течение которой отказ рельса не возникнет с вероятностью γ (гамма), выраженной в процентах.

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 подошва рельса в соответствии с рисунком 1.

3.1.7 **задир:** Дефект поверхности болтового отверстия в виде винтового или поперченного углубления, образующийся от воздействия рабочих элементов сверла.

3.1.8 **износостойкость:** Показатель сопротивления рельсовой стали износу от трения, характеризующий устойчивость сохранения формы поперечного сечения рельса в процессе эксплуатации и оцениваемый интенсивностью износа.

3.1.9 **интервал допуска**: Совокупность значений параметра (размера) между пределами допуска, включая эти пределы.

3.1.10 **испытательный полигон:** Специализированный участок железнодорожного пути, используемый аккредитованной в установленном порядке в соответствующей области испытаний рельсов испытательной лабораторией (центром), отвечающий требованиям, предъявляемым к испытательному оборудованию для подтверждения соответствия.

3.1.11 **категория рельсов:** Рельсы (совокупность рельсов) данного способа термоупрочнения, класса твердости, области применения (назначения).

3.1.12 **критерии предельного состояния рельса:** Характеристики рельса и дефектов, возникающих вследствие износов (эксплуатационные дефекты), означающие достижение рельсом соответствующего предельного состояния (для снижения скорости движения, проведения технического обслуживания и ремонта, изъятия рельса из пути для утилизации).

3.1.13 **контактная выносливость:** Показатель сопротивления рельса развитию процессов контактной усталости, оцениваемый наработкой (величиной пропущенного тоннажа груза по рельсу) до образования трещин в упрочненной наклепом контактной поверхности катания на головке рельса.

3.1.14 **контрольный рельс:** Рельс, прокатанный из непрерывно литой заготовки, соответствующей началу или концу разливки одной или серии плавок (до порезки проката на мерные длины рельсов), или любой рельс плавки, от которого отбирают пробы для приемо-сдаточных испытаний.

3.1.15 **копровая прочность:** Отсутствие разрушений образца (пробы) от удара копровым грузом в свободном падении по схеме трехточечного изгиба при заданной температуре образца, массы и высоты падения копрового груза.

3.1.16 **несущая способность рельса**: Способность рельса выдерживать нагрузку, обеспечивать функциональность и условия прочности (отсутствие разрушения вследствие недопустимых деформаций и развития критических трещин) от заданных нагрузок в эксплуатации.

3.1.17 **номинальный [основной] размер**: Размер, установленный в чертеже, являющийся началом отсчета допустимых отклонений (интервал допуска), включая предельные отклонения.

3.1.18 **номинальные условия эксплуатации**: Условия, при которых рельс обеспечивает достижение проектных эксплуатационных показателей с соблюдением безопасности до перехода в предельное состояние, требующее прекращения эксплуатации и изъятия рельса из пути.

3.1.19 **опорный отражатель:** Искусственный отражатель ультразвуковых волн в образце объекта контроля или на поверхности объекта контроля, используемый для настройки чувствительности средств контроля.

3.1.20 **плавка:** Масса стали, выплавляемая единовременно в сталеплавильном агрегате.

3.1.21 **предельные проектные условия эксплуатации рельса**: Условия, при которых допускается кратковременная эксплуатация рельса с сохранением и (или) последующим восстановлением достигнутого технического состояния и составляющие по основным факторам величину, превышающую номинальное значение не более чем на 10 %.

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

3.1.23 **предельное состояние рельса:** Техническое состояние рельса, требующее уменьшения динамических воздействий путем снижения скорости движения подвижного состава, проведения технического обслуживания и ремонта, изъятия рельса из пути для его замены.

3.1.24 **предельно допустимый срок службы рельса:** Календарная продолжительность эксплуатации, достижение которой не допускает процедур продления и требует прекращения эксплуатации в целях изъятия рельса из пути для направления на утилизацию независимо от технического состояния.

3.1.25 **прочность рельса**: Сохранение работоспособного состояния в заданных нагрузках и условиях эксплуатации, обеспечивающего отсутствие недопустимого риска разрушения, как необратимой утраты целостности вследствие недопустимых деформаций и развития критических трещин.

3.1.26 **рельс (железнодорожный широкой колеи):** Стальное изделие в виде проката специального фасонного профиля, установленного типоразмера и длины, состоящее из головки, шейки и подошвы, предназначенное для эксплуатации в верхнем строении железнодорожного пути.

3.1.27 **рельсы общего назначения:** Рельсы преимущественно для прямых и кривых (с радиусом более 650 м) участков звеньевого и бесстыкового железнодорожного пути, а также для производства элементов стрелочных переводов.

3.1.28 **рельсы специального назначения:** Рельсы, используемые в условиях эксплуатации с преобладающими факторами воздействия на рельс (кривые с радиусом менее 650 метров, горно-перевальные участки, участки с разностью летних и зимних температур для УХЛ1 по ГОСТ 15150, с длительным воздействием отрицательных температур ниже минус 30 градусов Цельсия, с высокоскоростным движением).

3.1.29 **серия плавок:** Ряд плавок стали, разливаемых «плавка на плавку» через один промежуточный ковш.

3.1.30 **сканирование:** Процесс регламентированного перемещения преобразователя по поверхности и (или) над поверхностью контролируемого объекта при дефектоскопии и/или перемещения контролируемого объекта относительно преобразователя.

3.1.31 **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.

3.1.32 **смежные плавки:** Предыдущая и последующая плавки по отношению к данной плавке в серии непрерывно-разлитых плавок.

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

3.1.34 **техническая совместимость рельса**: Безопасное взаимодействие рельса с примыкающими рельсами применяемых типов и элементами рельсовых скреплений в конструкции железнодорожного пути и с колесами железнодорожного подвижного состава с соблюдением заданной функциональности рельса.

3.1.35 **типовой представитель:** Рельс, из группы рельсов одного производства, способа термоупрочнения, класса твердости, заявленных классов прямолинейности, точности профиля, качества поверхности, изготовленный по технической документации с единым составом требований и показателей, предусматривающих различное исполнение в пределах допустимых отклонений от номинальных значений.

3.1.36 **условно-дефектный рельс:** Рельс, содержащий один или более участков, на которых при первичном контроле информативный параметр контроля, принятый в качестве признака несоответствия (дефекта), выходит за пределы порогового значения уровня сигнала при заданной условной чувствительности и требующий дополнительной проверки для уточнения фактического технического состояния рельса.

3.2 Обозначения и сокращения

3.2.1 В настоящем стандарте применены следующие обозначения групп и параметров неметаллических включений:

ED — отдельные глобулярные включения;

P_d^{ED} — диаметр включений группы ED;

K_a^{ED} — коэффициент загрязненности включений группы ED;

EB — строчечные глобулярные включения;

P_L^{EB} — длина включений группы EB;

K_a^{EB} — коэффициент загрязненности включений группы EB;

EFB-β — строчечные (остроугольные) цветные нитридные и карбонитридные включения;

P_L^{EF} — длина включений группы EFB-β.

3.2.2 В настоящем стандарте применены следующие сокращения:

НК — неразрушающий контроль;

НЛЗ — непрерывно литая заготовка;

СДК — средства допускового контроля;

СИ — средства измерений;

ЭМАП — электромагнитоакустический преобразователь.

4 Классификация рельсов

4.1 Рельсы классифицируют по типам и категориям.

Внутри категорий рельсы классифицируют по классам, включающим различия по твердости на поверхности катания, точности изготовления профиля, значениям отклонений от прямолинейности, качеству поверхности, а также по наличию отверстий в шейке рельса и другим параметрам.

4.1.1 Рельсы подразделяют по типам (типоразмерам).

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

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

4.1.2 Рельсы одного типа подразделяют по категориям в зависимости от способа термоупрочнения, класса твердости, области применения (назначения).

4.1.3 Рельсы подразделяют по способу термического упрочнения:

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

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

а) термоупрочненные, классов:

- 400 (высокой твердости);
- 370 (повышенной твердости);
- 350 (обычной твердости);

б) нетермоупрочненные, классов:

- 320 (высокой твердости);
- 260 (обычной твердости).

4.1.5 Рельсы подразделяют по назначению:

а) рельсы общего назначения;

б) рельсы специального назначения:

1) ИК [с высокими (повышенными) характеристиками износостойкости и контактной выносливости];
2) ВС (для высокоскоростного движения);
3) СС (для скоростного совмещенного движения);
4) НН (низкотемпературной надежности).

4.1.6 Рельсы всех типов и категорий подразделяют:

а) по классу точности изготовления профиля (классу профиля):

- ХХ (высокой точности);
- Х (повышенной точности);
- Y (обычной точности);

б) по классу прямолинейности:

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

в) по классу качества поверхности:

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

4.1.7 Рельсы всех типов и категорий подразделяют по наличию болтовых отверстий на концах рельсов для болтовой конструкции стыковых соединений рельсов в железнодорожном пути:

- с отверстиями;
- без отверстий.

4.2 Классификация рельсов по категориям и краткая характеристика категорий приведены в таблице 1.

Таблица 1 — Категории рельсов и их краткая характеристика

Обозначение категории рельсов	Краткая характеристика категорий рельсов
ДТ400ИК	Дифференцированно термоупрочненные, высокой износостойкости и контактной выносливости
ДТ370ИК, ОТ370ИК	Термоупрочненные, повышенной износостойкости и контактной выносливости
ДТ370ВС	Дифференцированно термоупрочненные, повышенной твердости, для высокоскоростного движения
ДТ370СС	Дифференцированно термоупрочненные, повышенной твердости, для скоростного совмещенного движения
ДТ370НН	Дифференцированно термоупрочненные, повышенной твердости, низкотемпературной надежности
ДТ370	Дифференцированно термоупрочненные, повышенной твердости, общего назначения
ДТ350ВС	Дифференцированно термоупрочненные, обычной твердости, для высокоскоростного движения
ДТ350ВС400	Дифференцированно термоупрочненные, обычной твердости, для высокоскоростного движения со скоростью до 400 км/ч
ОТ350СС, ДТ350СС	Термоупрочненные, обычной твердости, для скоростного совмещенного движения
ОТ350НН, ДТ350НН	Термоупрочненные, обычной твердости, низкотемпературной надежности
ОТ350, ДТ350	Термоупрочненные, обычной твердости, общего назначения
НТ320ВС	Нетермоупрочненные, высокой твердости, для высокоскоростного пассажирского движения

Окончание таблицы 1

Обозначение категории рельсов	Краткая характеристика категорий рельсов
НТ320	Нетермоупрочненные, высокой твердости, общего назначения
НТ260ВС	Нетермоупрочненные, обычной твердости, для элементов стрелочных переводов для высокоскоростного движения
НТ260	Нетермоупрочненные, обычной твердости, общего назначения
Примечания 1 В обозначении категорий рельсов «ДТ» характеризует рельсы, подвергнутые способу дифференцированного термоупрочнения, «ОТ» — объемного термоупрочнения, «НТ» — нетермоупрочненные рельсы (см. 4.1.3). 2 К высокоскоростному движению техническим регламентом ТР ТС 002/2011 «О безопасности высокоскоростного железнодорожного транспорта» отнесено движение подвижного состава со скоростью свыше 200 км/ч.	

4.3 Номинальные условия эксплуатации рельсов различных категорий приведены в приложении А.

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

4.5 Допускается выпуск рельсов других типов и категорий, отличающихся иным сочетанием способов термоупрочнения, классов твердости, точности профиля, качества поверхности и прямолинейности, установленных в 4.1 и 4.2, при условии исполнения требований настоящего стандарта к микроструктуре, механическим свойствам и показателям по 5.15—5.18 для вновь созданных рельсов не ниже требований к рельсам, находящихся по классификации классов твердости перед вновь созданными.

5 Технические требования

5.1 Общие положения

5.1.1 Рельсы изготовляют в соответствии с требованиями настоящего стандарта по конструкторской документации, разработанной, согласованной и утвержденной в порядке, установленном ГОСТ 33477.

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 по ГОСТ 34008 с учетом данных из эксплуатации других категорий рельсов в рамках одного производства.

5.1.3 Гамма-процентную наработку рельсов до отказа определяют при полигонных испытаниях. Для рельсов категорий ДТ370ИК, ОТ370ИК, ДТ350, ОТ350, НТ320 типа Р65 и рельсов более тяжелых типов γ-процентная наработка до отказа в целях подтверждения соответствия 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 соблюдением требований к химическому составу (5.4, таблица 6) по рекомендуемым маркам сталей, приведенным в таблице В.1 (приложение В), и специально подобранными режимами сварки соответствующей категории рельсов между собой, а также с учетом различных сочетаний с другими категориями рельсов.

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.

5.1.7 Прочность (статическая, динамическая, циклическая) и несущая способность рельсов всех типов и каждой категории обеспечивается исполнением для перечисленных видов прочности требований по указанным показателям:

- статическая — временного сопротивления и предела текучести (5.8, таблица 11);
- динамическая — ударного изгиба (ударной вязкости разрушения) (5.8, таблица 11);
- циклическая — предела выносливости (5.15).

5.1.8 Устойчивость рельсов обеспечивается соблюдением показателя выпуклости подошвы (5.2.1.1, таблица 3).

5.1.9 Техническая совместимость рельсов нормируется шириной подошвы и высотой пера подошвы рельсов (5.2.1.1, таблицы 2 и 3).

5.2 Конструкция и размеры

5.2.1 Основные размеры поперечного сечения рельсов

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

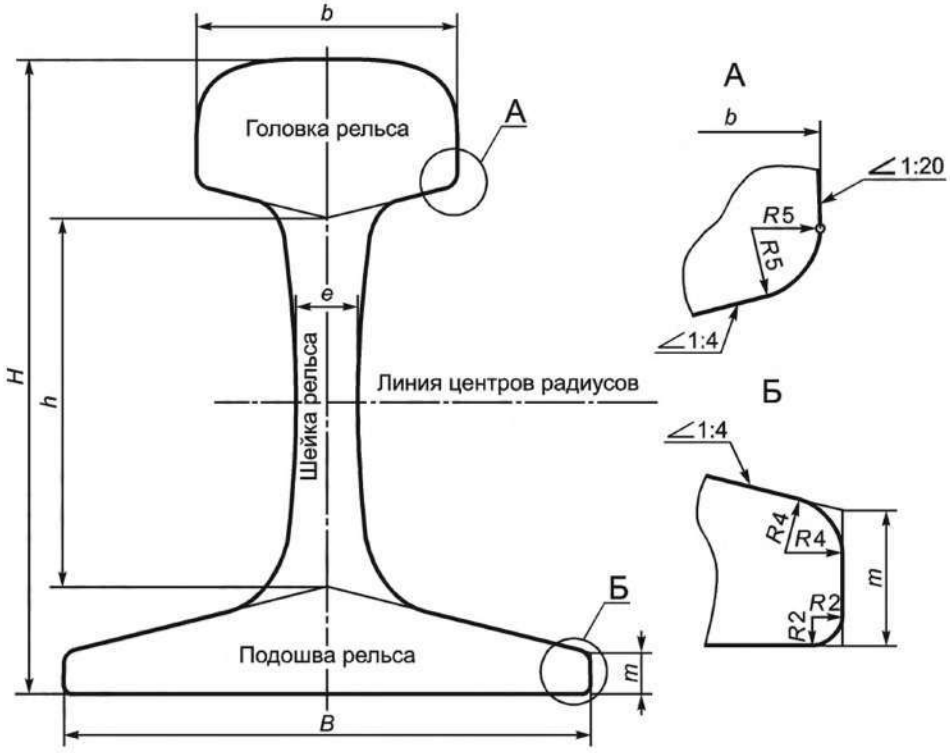


Рисунок 1 — Основные размеры поперечного сечения рельса

Интервалы допуска на отклонения контролируемых размеров поперечного сечения рельсов от номинальных должны соответствовать значениям, указанным в таблице 3.

Таблица 2 — Основные номинальные размеры поперечного сечения рельсов

В миллиметрах

Размеры поперечного сечения	Обозначение	Значение размеров для рельса типа		
		Р50	Р65	Р75
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

Окончание таблицы 2

В миллиметрах

Размеры поперечного сечения	Обозначение	Значение размеров для рельса типа		
		Р50	Р65	Р75
Толщина шейки	*e*	16,00	18,00	20,00
Высота пера подошвы	*m*	10,50	11,25	13,55

Таблица 3 — Интервалы допуска на отклонение от номинальных размеров

В миллиметрах

Наименование показателя		Обозначение	Класс профиля рельса		
			XX	X	Y
Высота рельса	типа Р50	*H*	±0,50	+0,60 –0,50	+0,80 –0,50
	типа Р65, Р75			±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
Профиль поверхности катания головки рельса		—	±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 не устанавливают.					

Для рельсов назначения ВС применяют нормы класса профиля XX или X, 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 изготовляют длиной от 12,50 до 100,00 м и более с соблюдением кратности в 12,50 м в длинах до 100 м (12,50, 25,00, 50,00, 75,00, 100,00 м).

Допускается изготовление рельсов длиной более 100 метров (120, 125, 150 м).

Рельсы без болтовых отверстий изготовляют длиной:

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

Рельсы с болтовыми отверстиями изготовляют 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

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

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.

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.

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

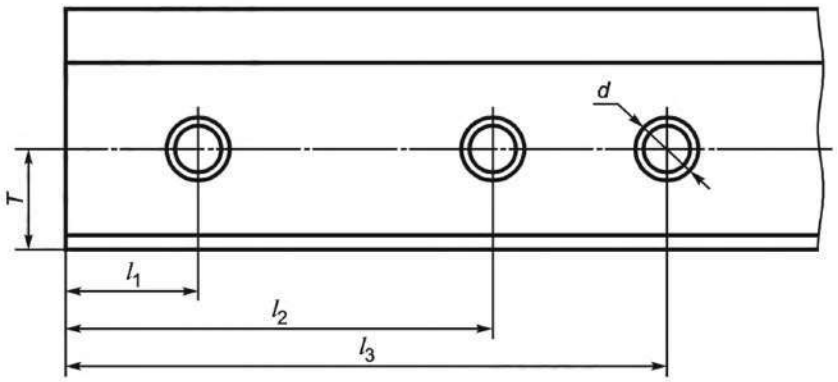


Рисунок 2 — Расположение болтовых отверстий

Таблица 4 — Диаметр и расположение болтовых отверстий

В миллиметрах

Тип рельса	Номинальное значение					Интервал допуска на отклонения от номинального значения
	d	T	l_1	l_2	l_3	
Р50	34,0	68,5	66,0	216,0	356,0	±0,7
Р65	36,0	78,5	96,0	316,0	446,0	
Р75	36,0	80,4	96,0	316,0	446,0	

Рельсы с другим расположением, числом и диаметром болтовых и других отверстий допускается изготовлять с соблюдением требований по прочности, несущей способности и технической совместимости с подтверждением соответствия условиям безопасности.

5.2.4 Перпендикулярность торцов рельсов

Отклонение плоскости поверхности торцов от перпендикулярности к продольной оси рельса не должно превышать 0,6 мм.

5.2.5 Отклонение от прямолинейности элементов рельса по длине

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 класса А, В или С.

Таблица 5 — Интервалы допусков на отклонения рельсов от прямолинейности

Элемент рельса*	Направление отклонения	Класс А		Класс В		Класс С	
		d, мм	*L*, м	*d*, мм	*L*, м	*d*, мм	*L*, м
Основная часть рельса	В вертикальной плоскости	0,30 3 или 0,20 1		0,40 3 или 0,30 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 2 или 0,30 1		0,50	1,5	0,70	1,5
	В вертикальной плоскости вниз	$e \le 0{,}2$ мм при $F \ge 0{,}6$ м					
	В горизонтальной плоскости	0,60 2 или 0,40 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 нормируется	
	В горизонтальной плоскости	0,60	2	0,60	1,5		

* Элементы рельса — в соответствии с приложением Е.

Примечания

1 Обозначения:

d — нормируемая величина интервала допуска на отклонение от нуля (0,00) до *d* (стрелы прогиба, зазора);

L — базовая длина, для которой установлена нормируемая величина отклонения;

e — нормируемая величина интервала допуска на отклонения конца рельса вниз от нуля (0,00) до *e*;

F — 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 в соответствии с приложением Ж, применяют нормы, установленные для большей базовой длины.

5.2.6 Скручивание рельсов

Интервал допуска на скручивание рельсов не должен превышать, мм:

- 1,25 — для рельсов номинальной длиной от 12,38 до 12,50 м;
- 2,00 — для рельсов номинальной длиной свыше 12,50 до 25,00 м;
- 2,50 — для рельсов номинальной длиной свыше 25,00 м.

Интервал допуска на скручивание концов рельсов на длине 1 м не должен превышать, мм:

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

5.3 Специальные требования

5.3.1 Для изготовления рельсов используют НЛЗ из стали, подвергнутой внепечной обработке и вакумированию.

5.3.2 Общий коэффициент вытяжки при прокатке рельсов типов Р50, Р65 должен быть не менее 9,0, а Р75 и выше — не менее 7,6.

5.3.3 Допускается однократная повторная правка рельсов на роликовых правильных 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 (7.4.1), 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	0,71—0,84	0,75—1,25	0,25—1,00	0,020	0,020	0,004

Легирование базовых марок стали проводят в пределах указанных ниже интервалов массовой доли легирующих элементов с соответствующим дополнительным обозначением марок стали путем добавления к базовой марке стали соответствующих буквенных обозначений:

- хромом 0,20 % — 0,60 % — «Х»;
- азотом 0,010 % — 0,020 % — «А»;
- ванадием 0,03 % — 0,15 % — «Ф».

Дополнительное обозначение к марке стали вводят в следующем порядке — «Х», «А», «Ф» и далее обозначения других применяемых легирующих элементов. Если какой-либо элемент не регламентируется, то его в наименовании марки стали пропускают, соблюдая указанный порядок обозначения по оставшимся элементам.

Допускается в состав стали вводить дополнительные легирующие элементы, изменять интервалы массовой доли содержания легирующих элементов, изменять химический состав и обозначение марок стали при условии соблюдения требований к механическим свойствам (5.8) и требований по 5.15—5.18 для соответствующих классов твердости рельсов, а также уточнения, при необходимости, режимов сварки рельсов.

5.4.2 Массовая доля остаточных элементов в стали для рельсов всех типов и категорий 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 Интервалы отклонения химического состава НЛЗ или рельсов от норм, указанных в 5.4.1 и в таблице 6, приведены в таблице 7.

Таблица 7 — Интервал отклонения химического состава изготовленных 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 приложении В.

5.5 Загрязненность рельсов неметаллическими включениями

5.5.1 Загрязненность рельсов специального и общего назначения неметаллическими включениями не должна превышать значений, приведенных в таблице 8.

Таблица 8 — 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^{ED} макс., мкм	44	44	44
	P_d^{ED} 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	353	353	705
	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	353	353	353
	P_L^{EF} макс. сред., мкм	300	300	300

5.6 Макроструктура рельсов

5.6.1 Макроструктура должна соответствовать нормам, установленным шкалой макроструктуры рельсов в соответствии с приложением И.

5.6.2 В рельсах не допускаются внутренние несплошности (дефекты), выявленные автоматизированным контролем в соответствии с приложением К.

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 К, и параметры дефектов превышают нормы, приведенные в таблицах 9 и 10.

Таблица 9 — 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

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.

Таблица 10 — 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

5.7.2 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 10. После зачистки размеры и форма профиля должны соответствовать требованиям, указанным в таблицах 2 и 3.

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 торцевым кромкам подошвы, шейки и головки рельсов должна быть снята фаска размером от 1,5 до 3,0 мм.

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

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

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 всех типов по каждой из категорий, при испытаниях на растяжение и ударный изгиб, должны соответствовать требованиям, указанным в таблице 11.

Таблица 11 — Механические свойства рельсов

Категория рельсов	Временное сопротивление $\sigma_в$, Н/мм^2	Предел текучести $\sigma_{0,2}$, Н/мм^2	Относительное удлинение δ, %	Относительное сужение ψ, %	Ударная вязкость KCU, Дж/см^2
	не менее				
ДТ400ИК	1300	870	8,0	14,0	15
ДТ370ИК	1280				
ОТ370ИК				20,0	
ДТ370ВС, ДТ370СС, ДТ370, ДТ370НН	1200	800	9,0	25,0	15
ДТ350ВС, ДТ350ВС400, ДТ350СС, ДТ350, ДТ350НН	1180	800	9,0	25,0	15

Окончание таблицы 11

Категория рельсов	Временное сопротивление $\sigma_в$, Н/мм^2	Предел текучести $\sigma_{0,2}$, Н/мм^2	Относительное удлинение δ, %	Относительное сужение ψ, %	Ударная вязкость KCU, Дж/см^2
	не менее				
ОТ350СС, ОТ350НН, ОТ350	1180	800	8,0	25,0	25
НТ320ВС	1080	600	9,0	—	—
НТ320				—	—
НТ260	900	500	8,0	—	—
НТ260ВС	900	500	8,0	—	—

Примечания

1 Ударную вязкость для рельсов назначения НН и категории ДТ350ВС400 определяют при температуре образцов минус 60 °С, а для рельсов других назначений — при комнатной температуре образцов.

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 12. Номинальное расположение точек измерения твердости приведено на рисунке 3. Предельные отклонения расположения точек: ±1 мм, ±3°.

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

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

1) от 321 до 363 — для рельсов категорий НТ320ВС, НТ320;

2) 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.

Таблица 12 — Твердость термоупрочненных рельсов

В единицах твердости по Бринеллю НВ (HBW)

Место определения твердости	Твердость рельсов по классам твердости и категориям				
	400	370		350	
	ДТ400ИК	ОТ370ИК	ДТ370ИК, ДТ370ВС, ДТ370СС, ДТ370НН, ДТ370	ОТ350СС, ОТ350НН, ОТ350	ДТ350ВС, ДТ350ВС400, *ДТ350СС*, ДТ350НН, ДТ350
На поверхности катания головки (точка 1)	400—455	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)	300—395	Не более 388	300—363	Не более 388	300—363

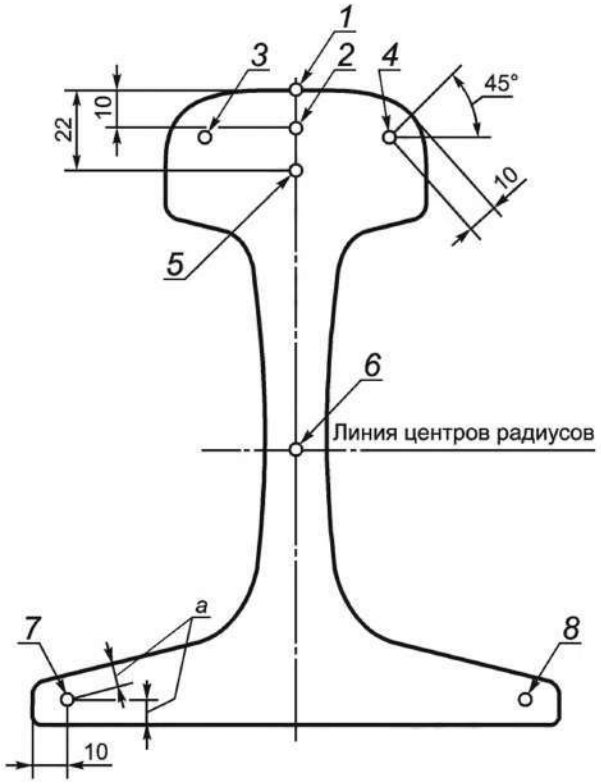


Рисунок 3 — Точки измерения твердости рельсов

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

Для нетермоупрочненных рельсов остальных категорий данный параметр не нормируют.

5.10 Копровая прочность рельсов

5.10.1 Копровая прочность рельсов всех типов и категорий должна обеспечивать полное отсутствие разрушений (изломов, трещин, отколов и выколов) в пробе по 6.3.7 от удара падающим с нормированной высоты под действием силы тяжести копровым грузом (7.10) массой (1000 ± 3,0) кг и при установленной температуре пробы.

Копровая прочность рельсов, определяемая при испытаниях полнопрофильных проб рельсов, должна соответствовать требованиям, приведенным в таблице 13.

Таблица 13 — Копровая прочность рельсов

Наличие термоупрочнения	Класс твердости и категория рельсов	Высота падения груза, м, для рельсов типа			Температура пробы, °С
		Р50	Р65	Р75	
Термоупрочненные	Всех классов и категорий, кроме назначения НН	4,0	4,2	4,5	Минус (60 ± 5)
	Всех классов, категории назначения НН	—	9,0	—	
Нетермоупрочненные	Всех классов и категорий	5,0	5,0	5,5	от 0 до 40

5.11 Остаточные напряжения

5.11.1 Остаточные напряжения в шейке рельсов

Расхождение паза (7.14) на торце пробы (образца), характеризующее остаточные напряжения в шейке рельса, не должно превышать:

- 2,0 мм — для термоупрочненных рельсов всех типов и категорий, а также для рельсов категории НТ320ВС, за исключением рельсов категорий ОТ370ИК, ОТ350;
- 2,5 мм — для рельсов категорий ОТ370ИК, ОТ350.

Допускаются остаточные напряжения, приводящие к схождению паза.

5.11.2 Остаточные напряжения в средней трети подошвы рельсов

Растягивающие остаточные напряжения в средней трети подошвы рельсов не должны превышать 250 Н/мм^2 для рельсов всех типов и 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 — не выше балла 8 по шкале 1 ГОСТ 8233.

Микроструктура нетермоупрочненных рельсов категории НТ260 не нормируется.

Мартенсит и бейнит в рельсах с перлитной микроструктурой 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:

- две параллельные горизонтальные выпуклые линии, обозначающие дифференцированное термоупрочнение рельса с прокатного нагрева (5.13.1.3);
- обозначение предприятия-изготовителя в соответствии с приложением Л;
- месяц (римскими цифрами) и последние две цифры года изготовления (арабскими цифрами) данного рельса;
- 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).

Допускается вместо выпуклой маркировки применять иные способы нанесения и/или виды маркировки, обеспечивающие отсутствие концентраторов напряжений, полноту содержания данных о рельсе не ниже информативности выпуклой маркировки, идентификацию рельса в период после изготовления и до утилизации.

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).

Длина выпуклых линий — от 40 до 60 мм, расстояние между двумя параллельными выпуклыми линиями — от 10 до 25 мм, ширина выпуклых линий до 4 мм.

Допускается дополнительно выкатывать не более четырех знаков в виде выпуклых точек диаметром от 2 до 3 мм.

5.13.1.4 Маркировка выпуклыми знаками может быть исправлена путем удаления знаков пологой абразивной зачисткой (вдоль рельса) без прижогов при соблюдении требований к нормируемым размерам профиля рельса и качеству поверхности рельса (см. 5.7.3).

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 роликоправильной машины горячим клеймением наносят:

- номер плавки (арабскими цифрами 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 машины непрерывной разливки стали в заготовки [один знак арабскими цифрами (1, 2, 3, и т.д.)];

- номер заготовки в ручье машины непрерывной разливки [арабскими цифрами, двумя знаками (01, 02, 03, и т.д.)].

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.

5.13.3 Маркировка приемочными знаками

На торце подошвы каждого принятого рельса с болтовыми отверстиями для звеньевой конструкции железнодорожного пути клеймением в холодном состоянии наносят приемочные знаки службы технического контроля предприятия-изготовителя.

На рельсах без болтовых отверстий, предназначенных для сварки, приемочные знаки холодным клеймением на подошве не наносят. Положительный результат приемки службой технического контроля предприятия-изготовителя отмечают в паспорте готового изделия.

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 концентраторы напряжений в рельсах.

5.13.6 Маркировка единым знаком обращения продукции на рынке

Рельсы, на которые распространяются полученные в установленном порядке документы о соответствии 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 рельсов всех типов и категорий не должно превышать 0,7 мТл. При превышении указанного нормативного значения остаточной магнитной индукции рельсы подлежат размагничиванию.

Допускается проведение размагничивания рельсов после отгрузки с предприятия-изготовителя до начала их эксплуатации.

5.15 Предел выносливости рельсов

Предел выносливости рельсов при испытаниях (7.15) полнопрофильных проб (6.7.8) рельсов всех типов должен быть не менее, МПа:

- 300 для рельсов класса твердости 260;
- 350 для рельсов класса твердости 320, 370, 400;
- 370 для рельсов класса твердости 350.

5.16 Скорость роста усталостной трещины

Скорость роста усталостной трещины для термоупрочненных рельсов всех типов, кроме типа Р50 при испытаниях (7.16) образцов (6.7.7) из рельсов всех классов твердости не должна превышать:

- 17 м/10^9 циклов при размахе коэффициента интенсивности напряжений ΔK, равном 10 МПа·$м^{1/2}$;
- 55 м/10^9 циклов, при размахе коэффициента интенсивности напряжений ΔK, равном 13,5 МПа·$м^{1/2}$,

Для рельсов типа Р50 требования по данному показателю не нормируют.

5.17 Циклическая трещиностойкость

Трещиностойкость (циклическая) K_{fc}, при испытаниях (7.17) полнопрофильных проб (6.7.8) рельсов всех типов классов твердости 260 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, 400 — не менее 28 МПа·м$^{1/2}$.

5.18 Статическая трещиностойкость

Трещиностойкость (статическая) K_{Ic} при испытаниях (7.18) образцов (6.7.7) из рельсов всех типов, кроме типа Р50, по классам твердости должна соответствовать требованиям, приведенным в таблице 14.

Для рельсов типа Р50 данный показатель не нормируют.

Таблица 14 — Трещиностойкость (статическая) K_{Ic}

Класс твердости рельсов	Трещиностойкость K_{Ic}, МПа·м$^{1/2}$, не менее	
	одного образца	средняя для трех образцов
260, 320	24	26
350	30	32
370, 400	28	30

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 проводят с применением сплошного и выборочного контроля.

6.1.3 С целью подтверждения возможности продолжения изготовления рельсов по действующей конструкторской 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 в объеме плавки (партиями) с применением сплошного и выборочного контроля.

Допускается принимать рельсы сборными партиями из разных плавок. Объем сборной партии рекомендуется в количестве не более 100 рельсов.

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 на соответствие 5.8, 5.9.1, 5.9.2, 5.10 одного рельса от любой из плавок, входящей в данную партию.

6.2.2 Сплошной контроль при приемо-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 оценки которых могут распространяться на одну или несколько плавок (рельсов).

6.2.3 Виды испытаний и объем выборки для контроля при приемо-сдаточных испытаниях рельсов — в соответствии с таблицей 15.

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

Таблица 15— Виды испытаний и объем выборки при приемо-сдаточных испытаниях

Показатель качества рельсов	Выборка по плавкам или по времени для проведения контроля для рельсов				Объем выборки	
	специального назначения		общего назначения		Количество рельсов, проб от плавки (рельсов)	Количество образцов от пробы
	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 % рельсов	—
Химический состав (5.4.1, 5.4.2)	Каждая плавка				Одна ковшовая проба	—
Массовая доля общего кислорода[1] (5.4.4)	Каждая плавка		Первая и последняя плавка из серии		Одна проба от рельса	Один образец из пробы
Массовая доля водорода (5.4.5)	Каждая плавка				Пробы по 6.3.2	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 полнопрофильному темплету из каждой пробы
Механические свойства при растяжении (5.8)	Последняя плавка из серии				Одна проба	Один образец от пробы
Ударная вязкость (5.8)	—	Каждая плавка	—	Каждая плавка	Одна проба	Два образца от пробы
Твердость на поверхности катания головки (5.9.1, 5.9.2)	Каждая плавка				Одна проба	Один образец от пробы

Окончание таблицы 15

Показатель качества рельсов	Выборка по плавкам или по времени для проведения контроля для рельсов				Объем выборки	
	специального назначения		общего назначения		Количество рельсов, проб от плавки (рельсов)	Количество образцов от пробы
	нетермоупрочненных	термоупрочненных	нетермоупрочненных	термоупрочненных		
Твердость по поперечному сечению рельса (5.9.1, 5.9.2)	Каждая плавка		—	Последняя плавка из серии	Одна проба	Один образец от пробы
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		Одна плавка за 12 ч		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 за 12 ч		Одна проба	Один шлиф
Глубина обезуглероженного слоя (5.12.2)	Каждая плавка				Одна проба	Три шлифа

[1)] Результаты испытаний, полученные на нетермоупрочненных рельсах, распространяют на рельсы, подвергнутые в дальнейшем термоупрочнению.

[2)] На первой плавке в серии проводят два измерения.

[3)] Допускается проводить контроль непосредственно на рельсе.

[4)] Для рельсов ОТ периодичность контроля микроструктуры — не реже одного раза в сутки.

Примечания

1 Допускается проведение контроля химического состава на соответствие 5.4.1—5.4.3 на пробах, отобранных от НЛЗ или от рельса.

2 Для рельсов категории НТ260, предназначенных для стрелочных переводов, допускается проводить испытания на растяжение выборочно (для каждой 20-й плавки) с расчетной оценкой механических свойств остальных плавок регрессионным анализом.

3 Прочерк означает, что для рельсов данного назначения и вида термоупрочнения контроль данного показателя или его проведение на пробах/образцах не предусмотрен.

6.3 Отбор проб для испытаний

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 обрези) 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). При получении значений химического состава по результатам анализа ковшевой пробы, на границе номинальных значений, либо превышающих их, допускается определять химический состав стали от пробы, отобранной от контрольных НЛЗ или от рельса (5.4.1—5.4.3).

Результаты определения химического состава стали, полученные от пробы, отобранной от контрольных НЛЗ или от рельса, являются приоритетными в части аттестации плавки по химическому составу стали.

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.

Пробы для определения массовой доли общего кислорода (5.4.4) отбирают от любого контрольного рельса.

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

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

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 на расстоянии не менее 3,0 м от торца способом холодной механической резки после правки на роликоправильной машине. Для нетермоупрочненных рельсов допускается отбирать пробы для контроля копровой прочности с помощью пил горячей резки.

6.3.8 Пробы для определения остаточных напряжений в шейке (5.11.1) и в подошве (5.11.2) отбирают способом холодной механической резки на расстоянии не менее 3,0 м от торца после правки на роликоправильной машине.

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 производителя. 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 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 не соответствующими требованиям настоящего стандарта. Последующий контроль в контролируемой серии плавок проводят поплавочно 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 плавок, предыдущих контролируемой по ходу разливки, проводят последовательный поплавочный 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 плавок, следующих по ходу разливки за данной плавкой для данного ручья, проводят последовательный поплавочный 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 рельсов, 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/см^2 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 не соответствующим 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 С), или подвергнут однократной 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 длиной 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 один раз в течение срока действия сертификата, но не реже одного раза в 2,5 года, испытания по 5.14 проводят не реже одного раза в пять лет, если применяемые передаточные и грузоподъемные системы, оказывающие влияние на величину намагниченности рельсов, не изменялись в указанный период. Допускается в случае совпадения срока проведения сертификационных и периодических испытаний результаты сертификационных испытаний по 5.11.2, 5.15—5.18, проведенных при подтверждении соответствия, засчитывать в качестве результатов периодических испытаний по соответствующим требованиям.

Результаты периодических испытаний, полученные для данного типа и категории рельсов, допускается распространять на рельсы соответствующих категорий этого и всех других типов (4.1.1) с соблюдением принадлежности таких рельсов к данному производству, классу твердости (4.1.4) и способу термоупрочнения (4.1.3).

Результаты периодических испытаний по 5.14, полученные на рельсах Р65, допускается распространять на рельсы других типов.

В случае получения отрицательных результатов хотя бы одного из испытаний (за исключением 5.14), дальнейшие действия — в соответствии с ГОСТ 15.309.

При превышении нормативного значения остаточной магнитной индукции дальнейшие действия — в соответствии с 5.14.

6.5.2 Для проведения испытаний по выполнению требований 5.11.2, 5.15—5.18 отбирают образцы рельсов, пробы от образцов рельсов, в количестве по 6.7.5, 6.7.7, 6.7.8, изготовляют образцы для испытаний и проводят испытания по 7.11.2, 7.15—7.18.

Соответствие результатов требованиям означает возможность продолжения изготовления рельсов по действующей конструкторской документации с приемкой в порядке по 6.2 до следующих периодических испытаний.

6.5.3 Испытания по 5.14 допускается проводить непосредственно у потребителя, для чего отбирают два рельса методом отбора «вслепую» по ГОСТ Р 50779.12 от наличия не менее десяти рельсов от последней поставленной партии.

6.6 Типовые испытания рельсов

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

6.6.2 Типовые испытания проводят в соответствии с перечнем и в объеме, приведенном в таблице 16.

6.6.3 Типовые испытания проводит изготовитель или по договору с ним и при его участии аккредитованная в установленном порядке испытательная (сторонняя) организация, область аккредитации которой включает данные методы испытания рельсов, с участием, при необходимости, представителей разработчика продукции, потребителя, других заинтересованных сторон.

Таблица 16 — Основания и объем проведения типовых испытаний

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 (требований технологических карт, технологических инструкций)	Испытания проводят по показателям качества, по которым предполагаются улучшения, влияние которых на остальные показатели оценивается по результатам приемо-сдаточных испытаний	
Выход за пределы требований действующего технологического регламента в части термической обработки, в том числе: - температуры начала термоупрочнения; - температуры конца термоупрочнения; - изменения параметров закалочной среды	Не применяются	Оценивается на рельсах первых пяти плавок по прокатке. Проверяют показатели: микроструктуры (5.12), твердости (5.9, таблица 12), механических свойств при растяжении и ударную вязкость (5.8, таблица 11), остаточные напряжения (5.11.1)
Введение дополнительных легирующих элементов, изменение интервалов массовой доли содержания легирующих элементов, химического состава по таблице 6	Испытания по таблице 15 (выборочный контроль, за исключением контроля длины), а также по 5.15, 5.17, 5.18 (для рельсов Р50 по 5.15 и 5.17) кроме рельсов для стрелочных переводов	Испытания по таблице 15 (выборочный контроль, за исключением контроля длины), а также по 5.15—5.18 (для рельсов Р50 по 5.15 и 5.17)

6.6.4 Результаты типовых испытаний сравнивают с ранее достигнутыми (до внесения изменений) значениями приемо-сдаточных испытаний, полученными на не менее чем 20 проконтролированных партиях. Испытания по 5.15—5.18 сравнивают с предыдущими данными приемочных, периодических, других видов испытаний по этим показателям для соответствующего класса твердости рельсов.

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). Допускается снижение среднего уровня не более чем на 30 % от ранее достигнутых значений, но не ниже требований настоящего стандарта.

Допускается результаты типовых испытаний распространять на другие категории и типы рельсов соответствующего класса твердости, изготовленные по аналогичной технологии на одном производстве с рельсами, результаты испытаний которых не зависят от категории и типа рельсов.

6.6.5 Результаты типовых испытаний оформляют актом по форме 3, приведенной в приложении В ГОСТ 15.309—98, и протоколами типовых испытаний с отражением всех результатов, которые оформляют в порядке, установленном изготовителем.

Акт типовых испытаний подписывают участники испытаний и утверждает изготовитель.

6.7 Испытания рельсов при подтверждении соответствия

6.7.1 Для целей подтверждения соответствия рельсов требованиям по безопасности проводят испытания на образцах рельсов, являющихся типовыми представителями и на изготовленных из типовых представителей пробах и образцах по условиям методов испытаний для проверки выполнения требований 5.1.3, 5.1.8, 5.1.9, 5.4.1—5.4.3, 5.5, 5.6.1, 5.7.6 (при наличии отверстий), 5.8, 5.11.2, 5.15—5.18, а также осуществляют визуальный контроль выполнения требований 5.13.1.1, 5.13.2.1 и возможность выполнения требования 5.13.6.

Полигонные испытания проводят только при первичном подтверждении соответствия категорий рельсов, указанных в 5.1.3. Результаты полигонных испытаний рельсов классов твердости 320, 350, 370 распространяют на рельсы других категорий, соответственно для одного производства, класса твердости и способа термоупрочнения.

6.7.2 Положительные результаты подтверждения соответствия типового представителя применяют (распространяют) к рельсам одного класса твердости, других стандартных длин, классов прямолинейности, точности профиля, качества поверхности.

Допускается результаты подтверждения соответствия типового представителя распространять:

- специального назначения СС, ВС на рельсы общего назначения;
- общего назначения на рельсы назначения НН, по всем показателям, кроме ударной вязкости при минус 60 °С и по массовой доле азота в стали;
- типа Р65 по требованиям 5.1.3 на рельсы типа Р50;
- результаты испытаний данного типа рельсов на рельсы других типов одного производства с типовым представителем по показателям, независящим от типа рельсов (5.4.1—5.4.3, 5.5, 5.6.1, 5.11.2, 5.15—5.18 и по другим показателям с обоснованием решения).

Не допускается распространение результатов подтверждения соответствия типовых представителей на рельсы более высокого класса твердости, прямолинейности, точности профиля и качества поверхности, другого способа термоупрочнения, изготовленные на другом производстве.

6.7.3 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, к пробам от образцов рельсов, к образцам для испытаний из проб и из рельсов с отражением результатов указанной взаимосвязи в протоколах соответствующих видов испытаний.

6.7.4 Образцы рельсов, проб от образцов рельсов, образцы для конкретных видов испытаний из проб и рельсов подлежат обязательному контролю качества по условиям методов испытаний.

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

6.7.6 Для полигонных испытаний по 5.1.3 образцы рельсов отбирают методом «вслепую» по ГОСТ Р 50779.12.

От рельсов, произведенных в номинальной длине 25 м, образцы в количестве 38 рельсов отбирают от партии не менее чем 100 рельсов, прошедших приемо-сдаточные испытания за период не более 10 суток.

От рельсов, произведенных в номинальной длине рельсов 100 м, образцы отбирают от партии не менее чем 25 рельсов, прошедших приемо-сдаточные испытания за период не более 10 суток, в количестве 10 рельсов, из которых изготовляют 38 образцов рельсов для испытаний.

Образцы рельсов для полигонных испытаний должны иметь болтовые отверстия на обоих концах по 5.2.3.

6.7.7 Испытания по проверке выполнения требований 5.16 методом по 7.16, требований 5.18 методом по 7.18 проводят на образцах, изготовленных из пробы от рельса, отобранного по 6.7.5.

Для испытаний по 7.16 из пробы изготовляют два образца, по 7.18 — три образца.

6.7.8 Испытания по проверке выполнения требований 5.11.2 методом по 7.11.2 (одна проба), требований 5.15 методом по 7.15 (шесть проб) и требований 5.17 методом по 7.17 (шесть проб) проводят на полнопрофильных пробах, отобранных холодной механической резкой на расстоянии не менее 3 м от торца рельса, отобранного по 6.7.5.

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

6.7.9 Рельсы считают соответствующими требованиям по безопасности, если по всем показателям, указанным в 6.7.1 с учетом исполнения оцениваемых рельсов (5.7.6), а также потребности в проведении испытаний по 5.1.3, получены положительные результаты.

7 Методы контроля

7.1 Общие положения

Для контроля и оценки соответствия рельсов требованиям настоящего стандарта применяются и исполняются стандартные методы по настоящему разделу и в приложениях к настоящему стандарту.

Методики, разработанные изготовителем по применению и исполнению стандартных методов испытаний, измерений для контроля и оценки соответствия рельсов должны быть аттестованы по ГОСТ Р 8.563.

Применяемое нестандартное, включая автоматизированное, испытательное оборудование (средства испытаний) должно быть аттестовано по ГОСТ Р 8.568.

Метрологическое обеспечение испытаний, в т.ч. автоматизированными средствами, осуществляется по ГОСТ Р 51672, а применяемые средства измерений, включая средства допускового контроля, должны быть поверены и/или откалиброваны.

При принятии решений приоритет имеют результаты, полученные с применением методов контроля «вручную», визуально, с использованием СИ, СДК.

7.2 Контроль линейных характеристик рельса автоматизированными средствами

7.2.1 Размеры поперечного сечения (5.2.1), отклонение рельсов от прямолинейности в целом и по элементам (5.2.5), скручивание рельсов (5.2.6) контролируют с помощью автоматизированных средств контроля.

7.2.2 При отрицательном результате контроля автоматизированными средствами контролируемый рельс переводят в статус условно-дефектного рельса.

7.2.3 Условно-дефектные рельсы дополнительно контролируют по технической документации на применяемые автоматизированные средства контроля.

7.2.4 При отсутствии возможности повторного контроля автоматизированными средствами контроля и/или получения отрицательных результатов при повторном контроле, а также по другим несоответствиям, требующим дополнительной проверки, контроль проводят соответствующими методами «вручную» с применением соответствующих средств контроля.

7.2.5 При принятии решений о соответствии или несоответствии условно-дефектных рельсов контролируемым требованиям приоритет имеют результаты, полученные визуальными методами и/или методами контроля «вручную».

7.3 Контроль длины, размеров поперечного сечения, диаметра и расположения болтовых отверстий, перпендикулярности торцов рельсов, прямолинейности и скручивания рельса в целом и по элементам рельса

7.3.1 Для проведения контроля размеров поперечного сечения (5.2.1), отклонения рельсов от прямолинейности в целом и по элементам (5.2.5), скручивания рельсов (5.2.6), а также для контроля устойчивости (5.1.8) и технической совместимости рельсов (5.1.9), применяют СИ, СДК, методы контроля «вручную» с использованием стеллажей, обеспечивающие корректное проведение контроля, специальных лазерных измерителей, рулеток, линеек, щупов, а также шаблонов.

7.3.2 Длину рельсов (5.2.2) измеряют лазерным измерителем длины, или измерительной металлической рулеткой по ГОСТ 7502, или другим способом, обеспечивающим проведение измерений длины с учетом интервала допуска на отклонение от номинального значения.

7.3.3 Контроль отклонений от прямолинейности на концах, в переходной зоне и в основной части рельсов проводят в соответствии с приложением Е. Отклонение элементов рельсов от прямолинейности следует определять по наибольшему зазору между поверхностью рельса и контрольной линейкой 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 Ж.20 (приложение Ж) и набор плоских щупов, приведенных в ГОСТ 26877 или на рисунке Ж.18 (приложение Ж).

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).

7.3.4 Контроль размеров и формы поперечного сечения проводят средствами допускового контроля — шаблонами в соответствии с приложением Ж.

Шаблоны для контроля размеров поперечного сечения должны соответствовать требованиям интервала допуска на отклонение от номинального размера изготовления профиля рельсов определенного типа.

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

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

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—2008 или на рисунке Ж.18 (приложение Ж).

7.3.6 Допускается определять скручивание рельса как зазор между краем основания подошвы и прилегающей плоскостью в соответствии с таблицей Е.3 (приложение Е) в положении рельса «стоя на подошве» с помощью набора плоских щупов, приведенных в приложении Б ГОСТ 26877—2008, или на рисунке Ж.18 (приложение Ж).

Скручивание концов рельса определяют с помощью шаблона, как указано на рисунке Ж.17 (приложение Ж), 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—2008 или на рисунке Ж.18 (приложение Ж).

7.4 Контроль химического состава

7.4.1 Определение химического состава стали рельсов (5.4.1—5.4.3) проводят по ГОСТ 22536.1—ГОСТ 22536.5, ГОСТ 22536.7—ГОСТ 22536.12, ГОСТ 17745, ГОСТ 18895, ГОСТ 28033, ГОСТ Р 54153.

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

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

Массовую долю водорода в жидкой стали определяют, измеряя в режиме реального времени давление водорода в жидкой фазе стали при помощи системы с погружным зондом.

Для определения массовой доли водорода (5.4.5) от первой плавки каждой серии, которая была разлита через новый промежуточный ковш, отбирают не менее двух проб, от всех остальных плавок серии — по одной пробе.

Первая проба от первой плавки в серии должна быть отобрана из промежуточного ковша в начале разливки. При содержании водорода более нормативов, указанных в 5.4.5, сталь для производства рельсов не используют.

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

7.5 Контроль загрязненности неметаллическими включениями

7.5.1 Контроль загрязненности рельсов неметаллическими включениями (5.5) осуществляют методом металлографического определения загрязненности рельсов неметаллическими включениями по приложению М с оценкой:

- отдельных глобулярных включений (группы ED) по максимальному диаметру на каждом из контролируемых шлифов и усредненному значению максимальных диаметров по всем контролируемым шлифам, P_d;
- строчечных глобулярных включений (группы EB) по максимальной длине на каждом из контролируемых шлифов и усредненному значению максимальных длин по всем контролируемым шлифам, P_L^{EB};
- строчечных остроугольных цветных нитридных и карбонитридных включений (группы EFB-β) по максимальной длине на каждом из контролируемых шлифов и усредненному значению максимальных длин по всем контролируемым шлифам, P_L^{EF};
- коэффициента загрязненности рельсов отдельными глобулярными включениями (группы ED) K_a^{ED} и строчечными глобулярными включениями (группы EB) K_a^{EB}.

7.5.2 Образцы для контроля неметаллических включений (5.5) изготовляют в соответствии с рисунком 4, при этом черновую поверхность рельса не удаляют. Из каждой пробы рельсов от каждого ручья изготовляют 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 допускается не контролировать.

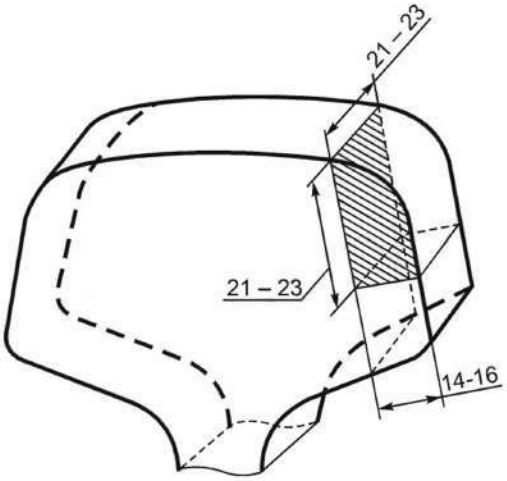


Рисунок 4 — Схема расположения шлифа для контроля неметаллических включений

7.5.3 Контроль проводят на металлографическом микроскопе при увеличении ×100 с применением автоматической системы анализа изображений или визуально.

Отдельные глобулярные включения группы ED оценивают методами *P* и *K* с определением параметров P_d^{ED} 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}.

7.6 Контроль макроструктуры рельсов

7.6.1 Для контроля макроструктуры изготовляют поперечный темплет полного поперечного сечения рельса (поперечный полнопрофильный темплет) толщиной не менее 10 мм. Контроль проводят визуально после глубокого травления подготовленной поверхности темплета по ГОСТ 10243.

Допускается проводить контроль макроструктуры согласно методу, указанному в ГОСТ 10243, снятием серных отпечатков (по Бауману) с темплета полного поперечного сечения рельса или непосредственно с торцов рельса после соответствующей их подготовки.

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

7.6.2 Для проверки отсутствия недопустимых внутренних дефектов и дефектов макроструктуры (5.6) проводят сплошной неразрушающий ультразвуковой контроль рельсов в соответствии с приложением К.

7.7 Контроль качества поверхности

Контроль качества поверхности рельсов (5.7.1, 5.7.2) выполняют визуально и/или с применением «ручных» средств, автоматизированными средствами неразрушающего контроля в соответствии с приложением К.

Методы визуального контроля качества поверхности являются основными, результаты которых приоритетны во всех спорных случаях, включая проверку условно-дефектных мест, выявленных автоматизированным контролем.

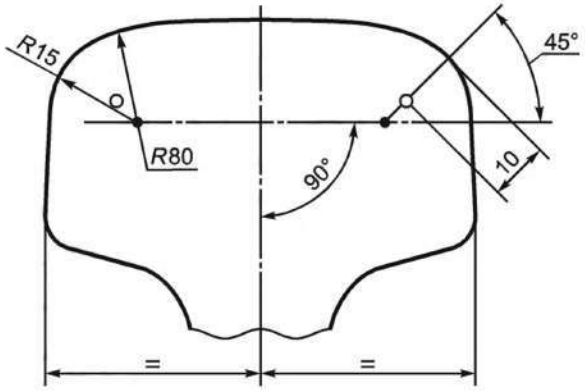
Поверхности торцов рельсов, болтовых отверстий и фасок (5.7.5, 5.7.6) контролируют визуально.

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

7.8 Контроль механических свойств

7.8.1 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 полнопрофильной пробы вдоль направления прокатки в соответствии с рисунком 5. Рекомендуется скорость растяжения образцов 3 мм/мин.



● – точка пересечения радиусов;
○ – место расположения центра образца

Рисунок 5 — Схема расположения центра образца для испытания на растяжение

7.8.2 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.

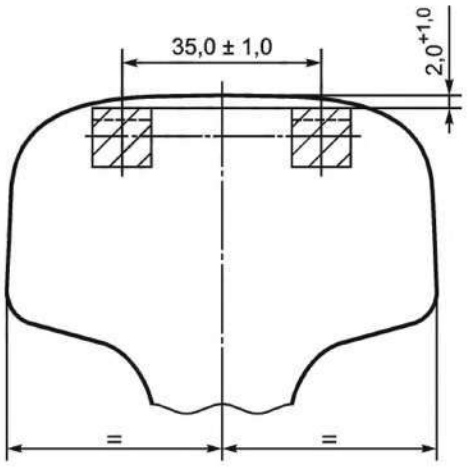


Рисунок 6 — Схема расположения образцов на ударный изгиб

Концентраторы (надрезы) на образцах наносят со стороны поверхности катания головки рельса. Оценку проводят по среднему значению, полученному в результате испытания двух образцов. Наименьший из результатов испытаний может быть ниже норматива по 5.8 не более, чем на величину неопределенности метода.

7.8.3 Образцы перед испытанием на растяжение (7.8.1) и на ударный изгиб (7.8.2) допускается выдерживать до 6 ч при температуре не более 200 °С.

7.9 Контроль твердости

7.9.1 Твердость рельсов (5.9.1, 5.9.2) 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.

7.9.2 Места определения разности твердости рельса по его длине (5.9.3) на поверхности катания в точке 1 (рисунок 3) должны быть предварительно зачищены для удаления окалины и обезуглероженного слоя металла. Глубина зачистки пробы (темплета) от 0,5 до 1,0 мм, на рельсе — не более 0,5 мм. Заусенцы на кромках пробы со стороны поверхности основания подошвы должны быть удалены. Шероховатость зачищенной поверхности *Rz* должна быть не более 25 мкм по ГОСТ 2789.

7.9.3 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.

7.10 Контроль копровой прочности

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

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 падает груз, температура пробы и требуемый результат испытаний указаны в 5.10.

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

7.11 Контроль остаточных напряжений

7.11.1 Контроль остаточных напряжений в шейке рельса (5.11.1) проводят на полнопрофильной пробе длиной (600 ± 3) мм. Пробу прорезают 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.

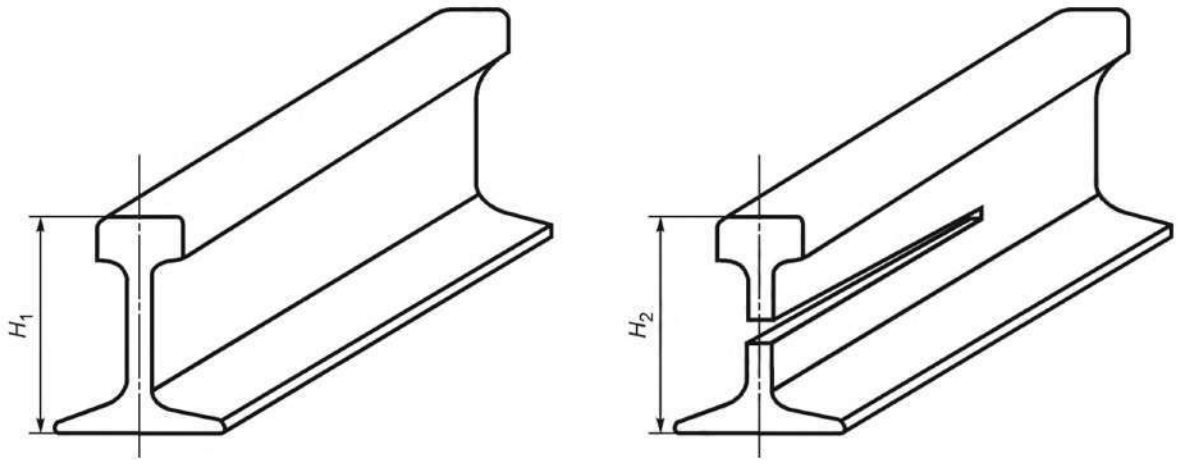


Рисунок 7 — Схема определения остаточных напряжений в шейке рельсов

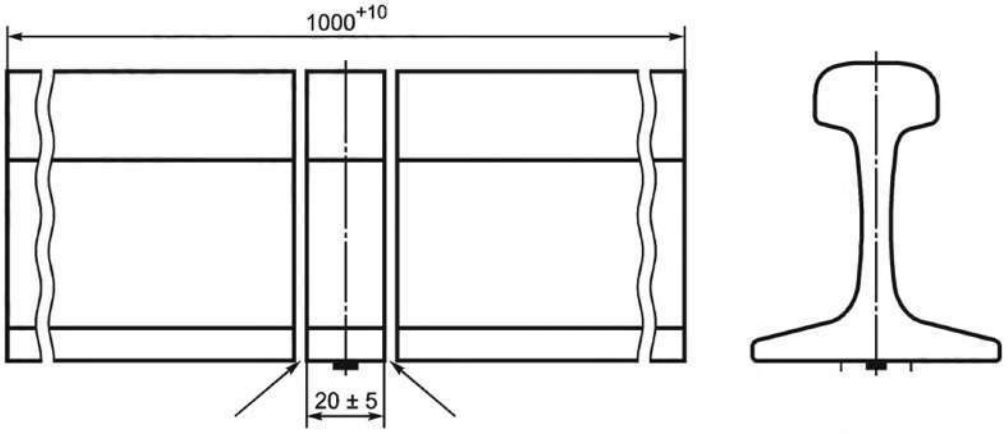
7.11.2 Контроль остаточных напряжений в средней трети подошвы рельсов (5.11.2) проводят на полнопрофильной пробе длиной 1000^{+10} мм, которую вырезают из рельса методами холодной механической резки на расстоянии не менее 3 м от торцов.

На опорной поверхности в средней трети подошвы по оси симметрии пробы проводят абразивную зачистку на глубину от 0,3 до 0,5 мм, и прикрепляют в продольном направлении тензорезистор,

следуя рекомендациям его изготовителя. Тензорезистор должен иметь относительную погрешность не более ±1 %.

Измерения выполняют до и после вырезки из пробы поперечного темплета рельса толщиной (20 ± 5) мм с тензорезистором. Измерения после вырезки выполняют после охлаждения темплета до температуры, соответствующей температуре пробы до вырезки с точностью ±3 °С. Вырезка должна быть выполнена холодным механическим способом по схеме, приведенной на рисунке 8, без повреждения тензорезистора.

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



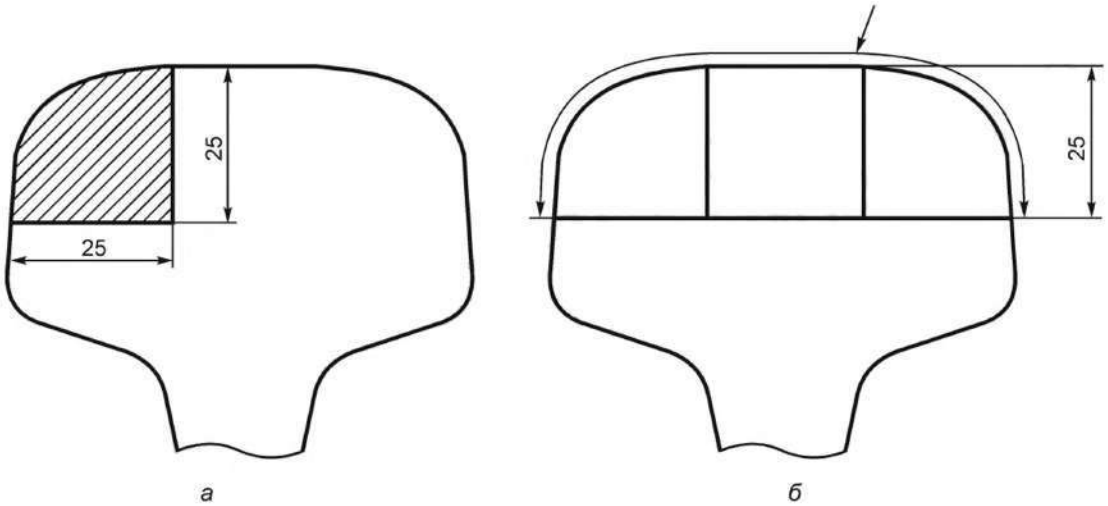
Примечание — Места вырезки темплета показаны стрелками, тензорезистор, прикрепленный к подошве пробы, показан черным цветом.

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

7.12 Контроль микроструктуры

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

Контроль проводят с использованием металлографического 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 Н.



Примечание — Зона контроля показана стрелкой.

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

7.12.2 Глубину обезуглероженного слоя контролируют методом М по ГОСТ 1763 на трех шлифах, как указано на рисунке 9*б* (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.

Оценку соответствия требованиям 5.12.2 проводят 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 (HBW).

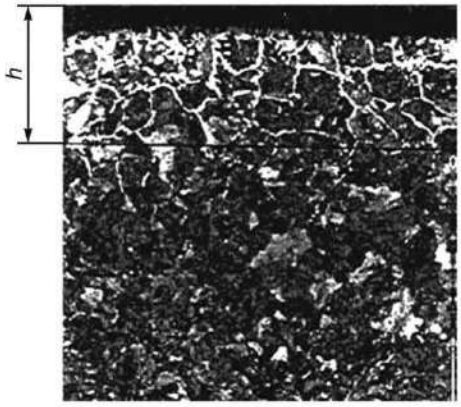


Рисунок 10 — Схема оценки глубины обезуглероженного слоя в головке рельса на травленом микрошлифе

7.13 Контроль маркировки

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

7.14 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 аттестована. Наибольшее значение остаточной магнитной индукции указывают в сопроводительных документах на рельсы в соответствии с 8.1.5.

7.15 Контроль предела выносливости

7.15.1 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 млн циклов.

Должно быть испытано не менее шести полнопрофильных проб (образцов).

Допускается строить кривую усталости по трем точкам напряжений, соответствующих разрушению рельсовых проб, при этом база испытаний в 2 млн циклов должна быть получена не менее чем на двух образцах.

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

7.15.3 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 (знакопо-

стоянный цикл с растяжением в головке рельсового образца). Максимальное значение циклической нагрузки, прикладываемой к образцу в процессе испытаний P_{max}, выбирают в соответствии с назначением испытуемых рельсов. Минимальное значение циклической нагрузки P_{min} определяют путем умножения максимального значения нагрузки P_{max} на коэффициент асимметрии нагружения R.

7.15.4 Значения максимальной и минимальной нагрузок 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. Пробы испытывают до разрушения или до прохождения базы испытаний.

7.15.5 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.

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

7.15.7 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.

7.15.8 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

$$\sigma_{0,1} = \frac{P_{max} \cdot L}{W_r \cdot 4}, \tag{7.1}$$

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

L — расстояние между опорами испытательной машины, мм;

W_r — момент сопротивления сечения по верху головки рельса, см^3 (приложение Д).

Допускается расчет предела выносливости рельсов по формуле

$$\sigma_{0,1} = \sum_{i}^{n} \frac{P_{max_i} \cdot L}{W_r \cdot 4} \Big/ n, \tag{7.2}$$

где P_{max_i} — максимальное значение нагрузки в цикле, прикладываемой к i-му образцу в процессе испытаний, прошедшему базу испытаний, Н;

n — количество образцов, прошедших базу испытаний.

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

7.15.9 Испытания проб по определению предела выносливости проводят на испытательной машине (испытательном оборудовании), способной обеспечить максимальную нагрузку цикла нагружения не менее 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 силонагружающей установкой, оборудованной силоизмерителем с ценой деления не более ±1 кН и счетчиком числа циклов.

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

7.16 Контроль скорости роста усталостной трещины

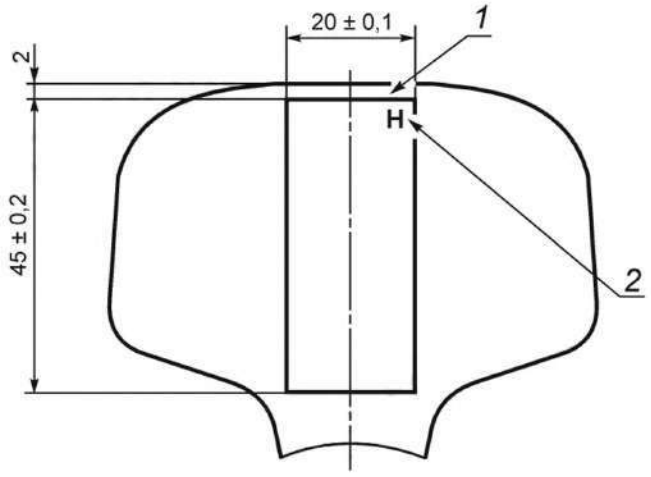
7.16.1 Определение скорости роста усталостной трещины (5.16) при испытаниях на циклическую трещиностойкость проводят на образцах. Испытывают не менее двух образцов. Схема расположения, вид и основные размеры образцов представлены на рисунках 11 и 12. Ширина надреза, обозначенная «*e*» на рисунке 12, 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·м$^{1/2}$ и 13,5 МПа·м$^{1/2}$.

Механические испытания включают два этапа:

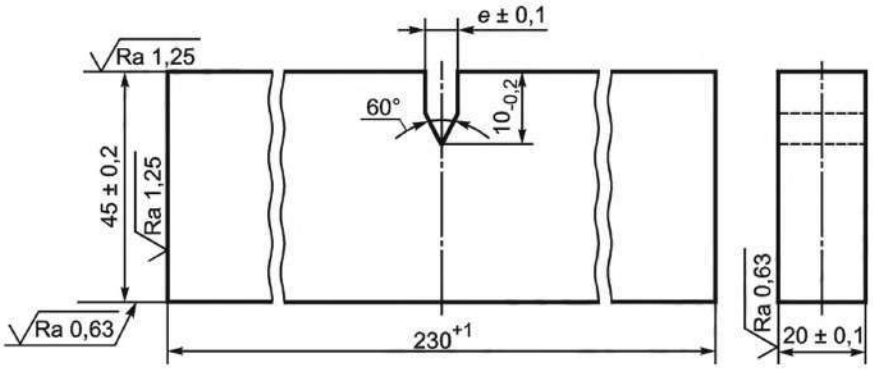
- первый (подготовительный) — циклические испытания образца по схеме трехточечного плоского изгиба, которые проводят с целью выращивания начальной усталостной трещины от концентратора напряжений в виде надреза;
- второй (собственно испытания) — циклические испытания образца с надрезом и усталостной трещиной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

7.16.2 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.



Примечание — 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



Примечание — 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

7.16.3 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 %.

7.16.4 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 к осевой плоскости надреза. Первую метку наносят на расстоянии (1,0 ± 0,1) мм от конца надреза, далее риски наносят на расстоянии (1,0 ± 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

$$\sigma_{max} = (0{,}5 \ldots 0{,}6)\sigma_{0,2}, \tag{7.3}$$

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

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

$$P_{max} = \frac{4W\sigma_{max}}{L}, \tag{7.4}$$

где L — расстояние между опорами, L = (180±1) мм;

W — момент сопротивления сечения образца с надрезом, который для образца, изготовленного в соответствии с рисунком 12, составляет W = 4083 мм^3.

Минимальную нагрузку цикла нагружения P_{min} вычисляют по формуле

$$P_{min} = 0{,}5P_{max}. \tag{7.5}$$

Длина начальной трещины должна составлять с обеих сторон образца (12,0 ± 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 ± 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 ± 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 ± 1,0) мм, и фиксируют соответствующие значениям 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:

$$V_1 = \frac{\Delta L_1}{N_1}, \tag{7.6}$$

$$V_2 = \frac{\Delta L_2}{N_2}. \tag{7.7}$$

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

$$\overline{V}_i = \frac{V_1 + V_2}{2}. \tag{7.8}$$

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

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

где M — изгибающий момент;

t — толщина образца, мм, t = (20,0 ± 0,1) мм;

b — ширина образца, мм, b = (45,0 ± 0,2) мм;

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

y_i — безразмерный параметр.

Изгибающий момент вычисляют по формуле

$$M = (P \cdot L)/4, \tag{7.10}$$

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

$$\lambda_i = \frac{l_i}{b}, \tag{7.11}$$

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

Безразмерный параметр y_i вычисляют по формуле

$$y_i = 1{,}93 - 3{,}07\lambda_i + 14{,}53\lambda_i^2 - 25{,}11\lambda_i^3 + 25{,}08\lambda_i^4. \tag{7.12}$$

С учетом размера образца (рисунок 12) K_i и ΔK_i рассчитывают по формулам:

$$K_i = 0{,}045P_i\sqrt{\lambda_i}\,y_i, \tag{7.13}$$

$$\Delta K_i = 0{,}045\Delta P_i\sqrt{\lambda_i}\,y_i, \tag{7.14}$$

где ΔP_i, МПа, вычисляют по формуле

$$\Delta P_i = \frac{\Delta PL}{4W}, \tag{7.15}$$

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

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

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, $\overline{V}_i$, ΔK_i для каждой точки измерения i заносят в журнал регистрации испытаний.

7.16.5 По результатам испытаний строят график зависимости средних значений скорости роста усталостной трещины $\overline{V}$ 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 МПа·м$^{1/2}$ и 13,5 МПа·м$^{1/2}$.

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

7.17 Контроль циклической трещиностойкости

7.17.1 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.

Должно быть испытано не менее шести проб с достижением излома не менее чем на трех пробах.

Допускается использовать результаты разрушения проб при испытаниях проб по 7.15 при соблюдении требований к методу по 7.17.

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

7.17.3 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 ±2 %, частота нагружения не более 20 Гц с максимальной погрешностью ±2 %.

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

7.17.4 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 13.

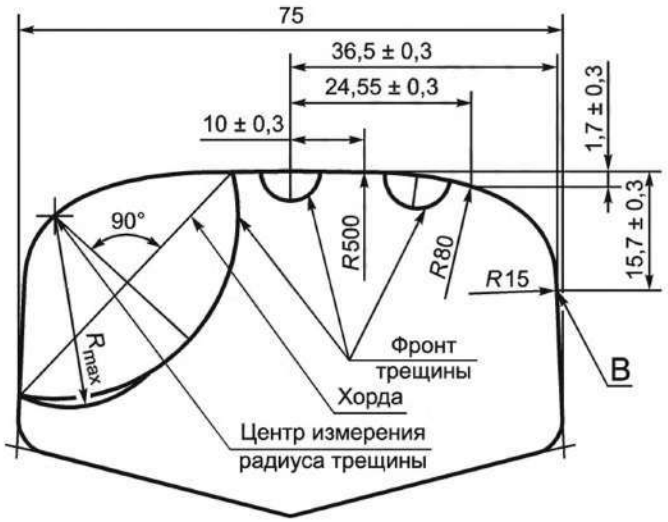


Рисунок 13 — Головка рельса. Расположение зон трещины, определение глубины трещины ($R_{max} = a$)

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}, МПа·м$^{1/2}$, 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 кН·м, определяемая методом конечных элементов.

7.17.5 За результат критического значения коэффициента интенсивности напряжений K_{fc} принимают среднее значение от исследования разрушений не менее трех проб, K_{fc} одной из которых может быть ниже норматива по 5.17 не более, чем на величину неопределенности метода.

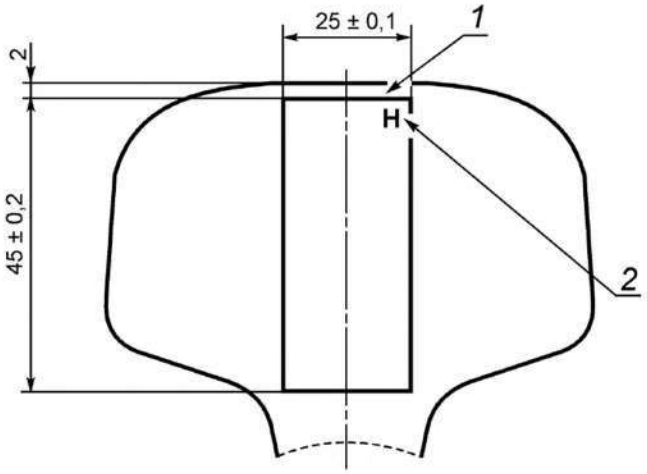
7.17.6 Остальные требования к оборудованию, средствам измерений, а также порядок проведения испытаний — по ГОСТ 25.502.

7.18 Контроль статической трещиностойкости

7.18.1 Определение статической трещиностойкости K_{Ic} (5.18) проводят по ГОСТ 25.506. Испытывают не менее трех образцов.

Образцы для определения статической трещиностойкости должны быть изготовлены в соответствии с рисунками 14 и 15 по общим требованиям ГОСТ 25.506.

Ширина надреза, обозначенная «*e*» на рисунке 15, 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 изготовляют.



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

Рисунок 14 — Схема расположения образца для испытания на статическую трещиностойкость

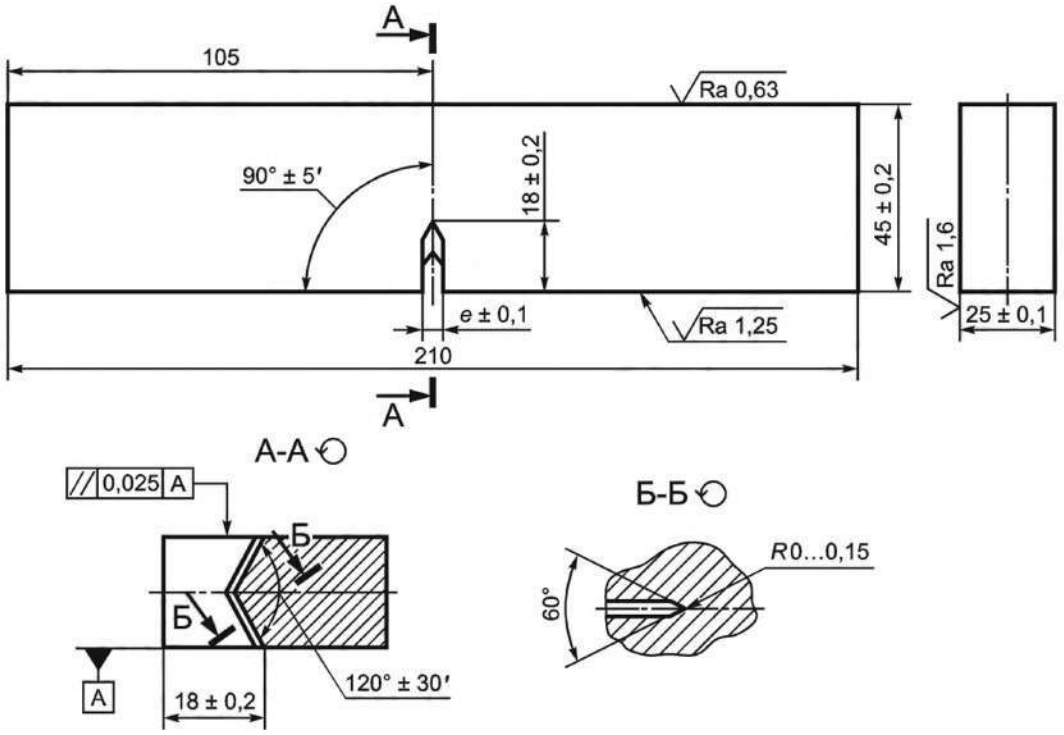


Рисунок 15 — Вид и основные размеры образца для испытаний на статическую трещиностойкость

7.18.2 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

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

7.19 Полигонные испытания

Отбор рельсов для полигонных испытаний проводят согласно 6.7.6.

Полигонные испытания с определением гамма-процентной наработки рельсов до отказа (5.1.3) проводят в соответствии с приложением П.

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, утвержденными в установленном порядке на основании результатов испытаний по подтверждению сохранности технического состояния рельсов вследствие проведенных подъемно-транспортных и укладочных операций.

8.1.3 Условия транспортирования рельсов в макроклиматических районах с умеренным и холодным климатом на суше должны соответствовать условиям 8 (ОЖ3), в макроклиматическом районе с тропическим климатом и при морских перевозках — условиям 9 (ОЖ1), приведенным в разделе 10 (таблица 13) ГОСТ 15150—69.

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 (по маркировке) с указанием длины и сведений о наличии (отсутствии) болтовых отверстий;
- результаты приемо-сдаточных испытаний в части механических свойств на растяжение, химического состава, твердости 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 приемке 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 (ОЖ3), допускается хранение в условиях 6 (ОЖ2) и 9 (ОЖ1), приведенным в ГОСТ 15150—69 (раздел 10, таблица 13).

8.2.2 Требования к площадкам, стеллажам, технологии укладки рельсов для хранения, должны обеспечивать исключение деформаций и ухудшение прямолинейности, самопроизвольных изгибов, падений, развалов штабелей и повреждений рельсов.

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 в период хранения рельсов до ввода в эксплуатацию.

9.4 Гарантийный срок на рельсы при условии соблюдения требований по хранению, транспортированию и указаний по эксплуатации определяется условиями договора поставки и составляет не менее двух 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 разработчика (и/или изготовителя по ГОСТ 33477) рельсов, которые должны содержать требования, соблюдение которых обеспечивает условия безопасности рельсов.

10.1.2 Конструкция рельсов должна обеспечивать их эксплуатацию в звеньевом и бесстыковом железнодорожном пути, при технической совместимости с рельсами соответствующего типа, в климатических условиях УХЛ1 по ГОСТ 15150 с осевыми нагрузками от подвижного состава, грузонапряженностью и скоростями движения, приведенными в приложении А по 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, диагностике, техническом обслуживании и ремонте рельсов и железнодорожного пути.

10.1.4 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 визуального и инструментального контроля;
- выкрашивания поверхности головки рельсов или внутренние продольные трещины глубиной распространения более 8,0 мм и протяженностью более 70,0 мм. При наличии выкрашиваний или внутренних продольных трещин в головке рельса глубиной менее 8,0 мм и протяженностью менее 70,0 мм с целью снижения динамического воздействия на рельсы технической документацией на эксплуатацию железнодорожного пути должно устанавливаться ограничение скорости движения подвижного состава;
- наличие отрезка рельса без идентификационных данных по 5.13, 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 на эксплуатацию железнодорожного пути);
- болтовые отверстия, изготовленные с нарушением 5.2.3 и 5.7.6, 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 на эксплуатацию железнодорожного пути.

10.2 Предельные состояния, скорости движения, осевые нагрузки

10.2.1 Критерии предельных состояний для назначения диагностики, проведения технического обслуживания и ремонта рельсов устанавливаются технической документацией на эксплуатацию железнодорожного пути с соблюдений требований эксплуатационных и ремонтных документов разработчика (изготовителя) рельсов.

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

- боковой износ более 20 мм;
- вертикальный износ более 12 мм;
- усталостная трещина в любом элементе профиля рельса, выявляемая средствами НК;
- продольная усталостная трещина в головке с глубиной залегания более 8,0 мм;
- любая трещина в шейке рельса, выявляемая средствами НК или путем визуального контроля.

10.2.3 Применение рельсов в железнодорожном пути под проектные скорости для грузового, пассажирского, скоростного, высокоскоростного движения с различным сочетанием совмещений в зависимости от скорости движения и осевых нагрузок определяется проектом на железнодорожный путь с учетом классификации по категориям (см. таблицу 1) и номинальных условий эксплуатации рельсов различных категорий рельсов по приложению А.

10.2.4 Скорости движения подвижного состава по рельсам, не имеющим ограничений по своему техническому состоянию, определяются конструкцией (проектом) и техническим состоянием железнодорожного пути с учетом требований к соответствующим категориям рельсов.

10.2.5 При обнаружении эксплуатационных дефектов (износов), допускаемых по эксплуатационным и ремонтным документам разработчика (изготовителя), обеспечение безопасности при продолжении эксплуатации обеспечивается путем уменьшения 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 по технической документации на эксплуатацию железнодорожного пути.

10.2.6 Номинальная осевая нагрузка на рельсы как статическая нагрузка, определяемая отношением веса брутто к числу осей железнодорожного подвижного состава, устанавливается в зависимости от применяемой конструкции железнодорожного пути и допустимой по условиям безопасности скорости движения поездов.

10.2.7 Осевые нагрузки должны соответствовать прочности, несущей способности применяемых типов и категорий рельсов, их техническому состоянию, устанавливаемым скоростям движения, конструкции и техническому состоянию элементов верхнего строения пути в соответствии с проектом на железнодорожный путь.

Приложение А
(справочное)

Условия эксплуатации для рельсов различных категорий

А.1 Номинальные условия эксплуатации применения рельсов различных категорий приведены в таблице А.1.

Таблица А.1

Показатели при номинальных условиях эксплуатации[1)]	Тип рельса по 4.1.1	Номинальные значения для рельсов категорий по 4.1.2				
		Рельсы всех категорий ДТ, ОТ, кроме ДТ350СС и ДТ350ВС[2)]	ДТ350СС	ДТ350ВС, ДТ350ВС400	НТ320, НТ260	НТ320ВС, НТ260ВС
Осевая нагрузка (т/ось)	Р75	30,0	27,0	25,0	27,0	23,5
	Р65	25,0	23,5	20,0	23,5	20,0
	Р50	23,5	17,0	15,0	20,0	17,0
Скорость движения Г/П[3)] (км/ч)	Р75	180/200	180/250	180/350	160/180	160/350
	Р65	140/160	140/250	180/350[6)]	120/160	120/350
	Р50	100/120	100/140	100/160	80/140	80/160
Грузонапряженность (млн т брутто/год)[4)]	Р75	400	200	180	100	80
	Р65	200	180	150	50	40
	Р50	80	50	40	40	40
Предельно допустимый срок службы (эксплуатации) (лет)[5)]	Р75	65				
	Р65	65				
	Р50	50				

1) Номинальные условия по 3.1.18 обеспечиваются приведенными номинальными значениями для рельсов.

2) Для рельсов категории ИК скорость движения устанавливается проектом на путь из условий устойчивости подвижного состава.

3) Скорость движения устанавливают проектом на участок пути по соответствующим требованиям к применяемой категории рельсов, но не ниже класса прямолинейности В, точности профиля Y, качества поверхности Р, в числителе скорость по допустимым воздействиям на рельс для грузовых поездов, в знаменателе для пассажирских поездов.

4) Грузонапряженность, обеспечивающая достижение рельсом проектных показателей при соответствии требованиям по безопасности.

5) Предельно допустимый срок службы (эксплуатации), при достижении которого эксплуатация рельса должна быть прекращена независимо от технического состояния.

6) Рельс типа Р65 категории ДТ350ВС400 для скоростей движения до 400 км/ч.

Примечания

1 На скоростных участках железнодорожного пути со скоростью движения от 160 до 200 км/ч, на высокоскоростных участках со скоростью движения свыше 200 км/ч применяют рельсы класса прямолинейности А, точности профиля Х, качества поверхности Е.

2 Предельно допустимые условия эксплуатации, при которых допускается эксплуатация рельса с сохранением и (или) последующим восстановлением достигнутого технического состояния составляет величину, превышающую указанное номинальное значение для рельсов не более чем на 10 %.

3 Эксплуатация рельса за пределами значений по настоящей таблице допускается по специальным техническим решениям, обеспечивающим безопасность рельсов.

Приложение Б
(обязательное)

Схема и примеры обозначения рельсов при заказе

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

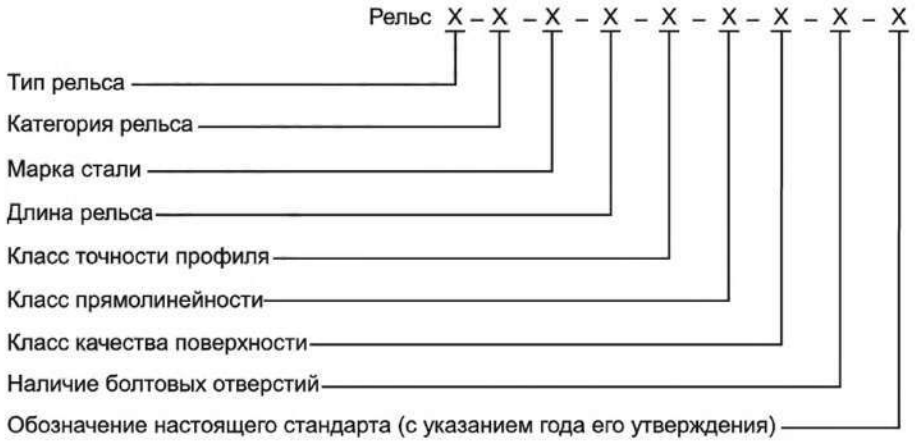


Рисунок Б.1 — Схема условного обозначения рельсов при заказе

Примеры условного обозначения рельсов:

1 Рельс типа Р65, категории НТ260, из стали марки 76Ф, номинальной длиной 12,50 м, класса профиля Y, класса прямолинейности В, класса качества поверхности Р, без болтовых отверстий, изготовленный по ГОСТ Р 51685—2022:

Рельс Р65-НТ260-76Ф-12,50-Y-В-Р-0-ГОСТ Р 51685—2022

2 Рельс типа Р65, категории ДТ400ИК, из стали марки 100ХАФ, номинальной длиной 24,92 м, класса профиля Y, класса прямолинейности В, класса качества поверхности Р, с тремя болтовыми отверстиями на обоих концах рельса, изготовленный по ГОСТ Р 51685—2022:

Рельс Р65- ДТ400ИК-100ХАФ-24,92-Y-В-Р-3/2-ГОСТ Р 51685—2022

3 Рельс типа Р65, категории ДТ350СС, из стали марки 76ХФ, номинальной длиной 100,00 м, класса профиля Х, класса прямолинейности А, класса качества поверхности Е, без болтовых отверстий, изготовленный по ГОСТ Р 51685—2022:

Рельс Р65-ДТ350СС-76ХФ-100,00-Х-А-Е-0-ГОСТ Р 51685—2022

4 Рельс типа Р65, категории НТ320ВС, из стали марки 76ХАФ, номинальной длиной 25,00 м, класса профиля ХХ, класса прямолинейности А, класса качества поверхности Е, без болтовых отверстий, изготовленный по ГОСТ Р 51685—2022:

Рельс Р65-НТ320ВС-76ХАФ-25,00-ХХ-А-Е-0-ГОСТ Р 51685—2022

Приложение В
(рекомендуемое)

Рекомендуемые марки стали для рельсов различных категорий

В.1 Рекомендуемые марки стали для рельсов различных категорий с учетом вида термического упрочнения рельсов приведены в таблице В.1.

Таблица В.1 — Рекомендуемые марки стали для рельсов различных категорий с учетом вида термического упрочнения

Рельсы класса твердости	Виды термического упрочнения и категории рельсов			Рекомендуемые марки стали
	ДТ	ОТ	НТ	
Термоупрочненные высокой твердости, класса твердости 400	ДТ400ИК	—	—	100ХАФ; 100Х; 100АФ; 100Ф; 90ХАФ; 90Х
Термоупрочненные повышенной твердости, класса твердости 370	ДТ370ИК	—	—	90ХАФ; 90Х; 90Ф; 90АФ
	—	ОТ370ИК	—	90АФ
	ДТ370НН	—	—	76ХАФ; 76АФ
	ДТ370ВС; ДТ370СС; ДТ370	—	—	76ХФ; 76Х; 76АФ; 76Ф
Термоупрочненные обычной твердости, класса твердости 350	ДТ350ВС400; ДТ350ВС; ДТ350СС; ДТ350	—	—	76ХФ; 76Х; 76АФ; 76Ф
	ДТ350НН	—	—	76ХАФ
		ОТ350НН	—	76АФ
	—	ОТ350СС; ОТ350	—	76Ф
Нетермоупрочненные высокой твердости, класса твердости 320	—	—	НТ320ВС; НТ320	76ХАФ; 76ХФ
Нетермоупрочненные обычной твердости, класса твердости 260	—	—	НТ260ВС; НТ260	76Ф

Примечания

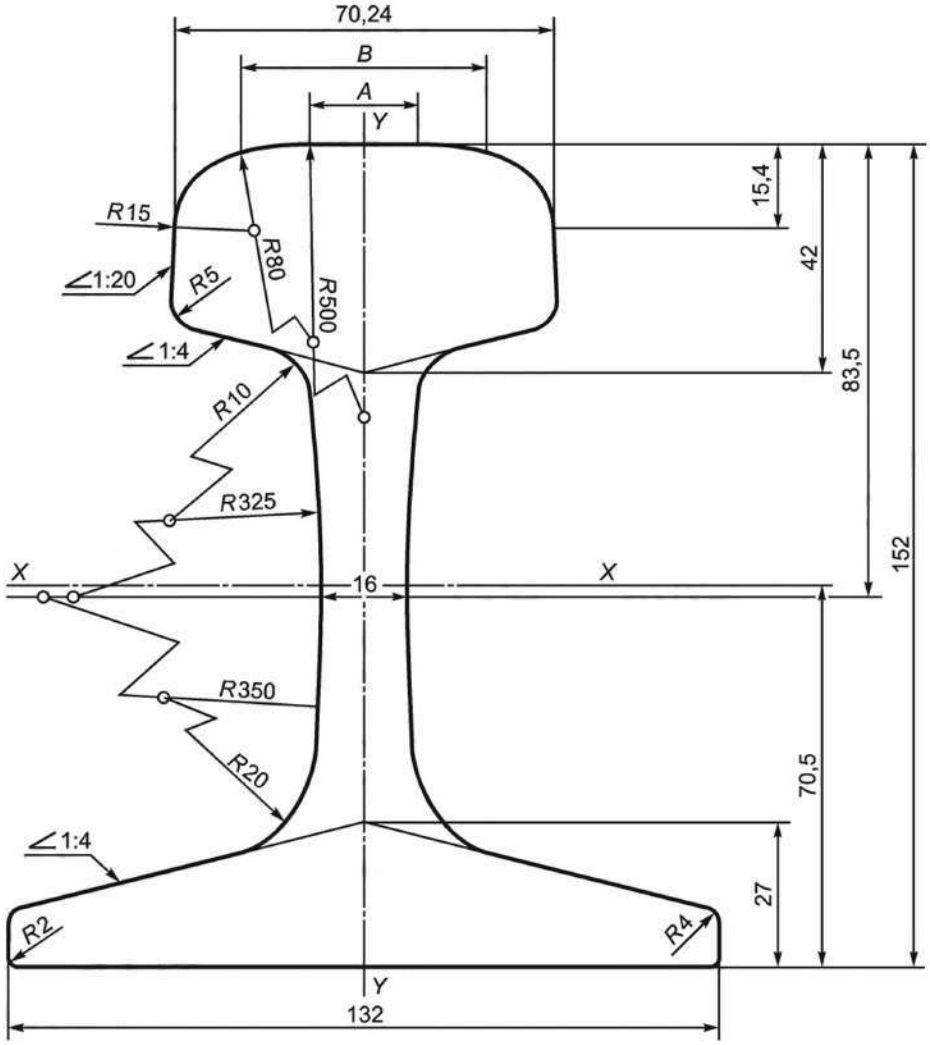
1 Допускаются применение других марок стали, другие сочетания марок сталей, видов термоупрочнения, категорий рельсов, обеспечивающие выполнение требований настоящего стандарта к рельсам соответствующих классов твердости.

2 Прочерк означает отсутствие рекомендаций.

Приложение Г
(справочное)

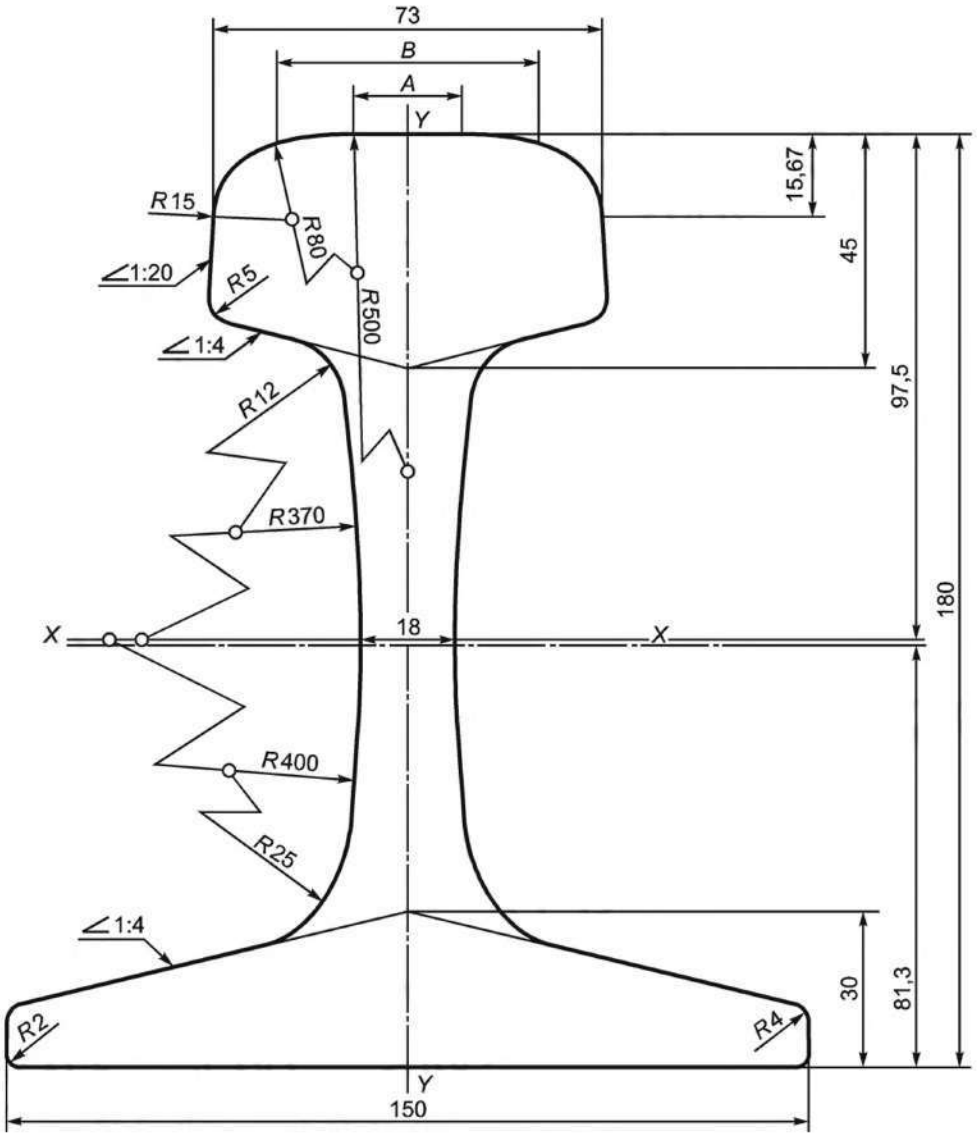
Размеры рельсов, используемые для построения прокатных калибров

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



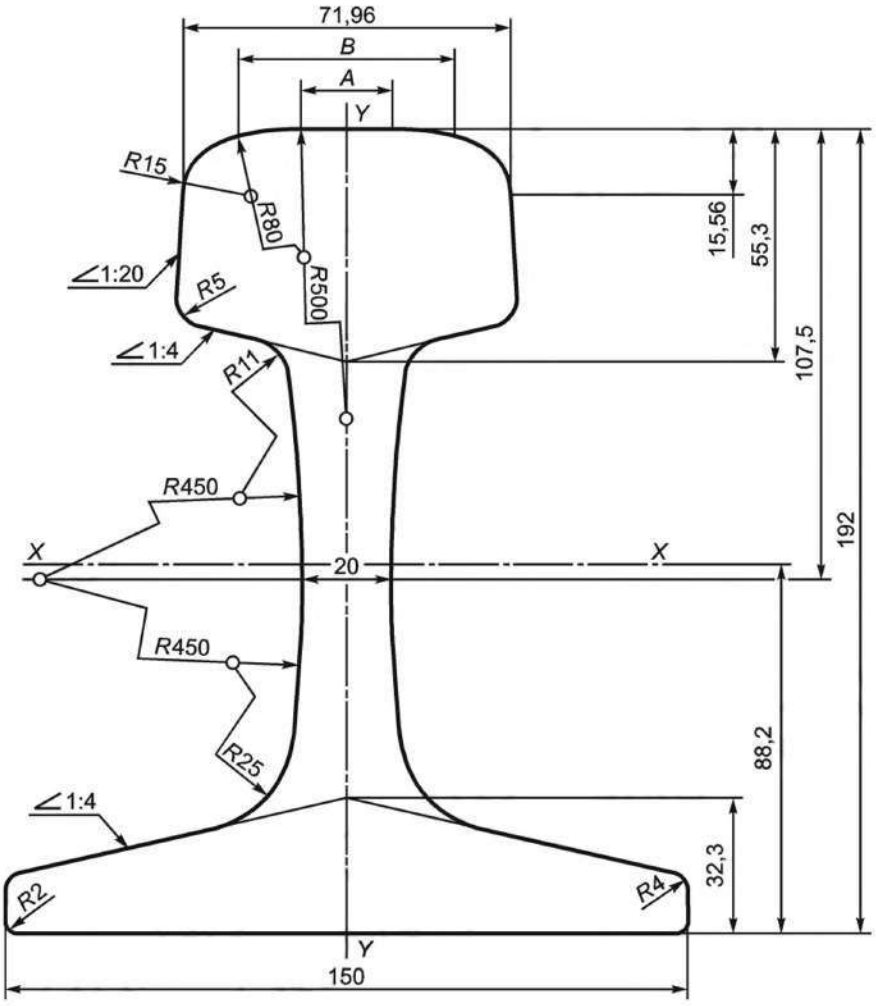
Примечание— Размеры: A = 20,0541 мм, B = 45,6848 мм.

Рисунок Г.1 — Рельс типа Р50



Примечание— Размеры: A = 20,0328 мм, B = 49,0859 мм.

Рисунок Г.2 — Рельс типа Р65



Примечание— 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		
	Р50	Р65	Р75
Площадь поперечного сечения рельса, $см^2$	65,99	82,65	95,037
Расстояние от центра тяжести, мм:			
до низа подошвы	70,50	81,30	88,20
до верха головки	81,50	98,70	103,80
Расстояние от центра кручения, мм:			
до низа подошвы	40,10	39,40	45,80
до верха головки	111,90	140,60	146,20
Момент инерции рельса относительно вертикальной оси, $см^4$:			
всего рельса	375	564	665
головки	91	106	143
подошвы	278	445	508
Момент инерции рельса относительно горизонтальной оси, $см^4$:			
всего рельса	2011	3540	4491
головки	986	1728	2198
подошвы	915	1539	2005
Момент сопротивления, $см^3$:			
по низу подошвы	285	435	509
по верху головки	245	358	432
по боковой грани подошвы	55	75	89
Момент инерции рельса при его кручении, $см^4$	201	288	401
Секториальный момент инерции, $см^6$	$1,0 \cdot 10^4$	$1,9 \cdot 10^4$	$2,6 \cdot 10^4$
Жесткость поперечного сечения рельса, $кН/см^2$:			
при его чистом кручении	$163,2 \cdot 10^6$	$233,5 \cdot 10^6$	$325,0 \cdot 10^6$
при его стесненном кручении	$144,0 \cdot 10^6$	$180,0 \cdot 10^6$	$234,0 \cdot 10^6$
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	38,12	34,11	37,42
шейка	24,46	28,52	26,54
подошва	37,42	37,37	36,04
Температурный коэффициент линейного расширения, $\alpha \cdot 10^6$, $град^{-1}$	11,8		

Приложение Е
(обязательное)

Схема контроля отклонений элементов рельсов от прямолинейности и скручивания

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

Таблица Е.1 — Элементы рельса и точки контроля отклонения от прямолинейности

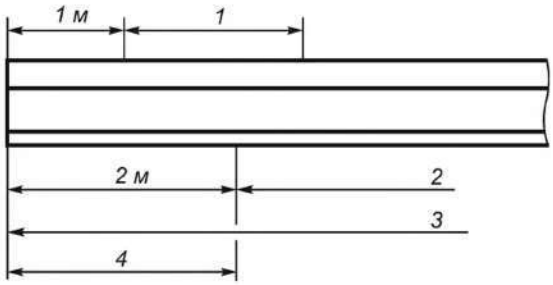
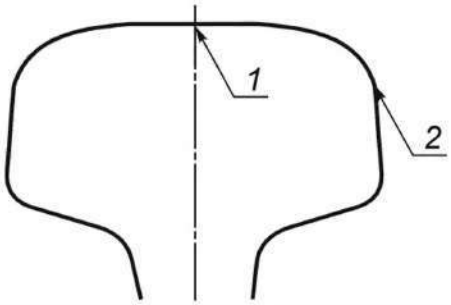
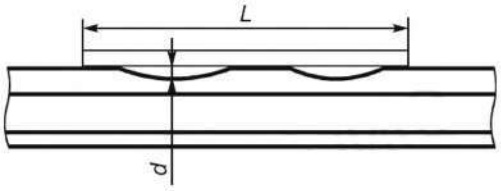
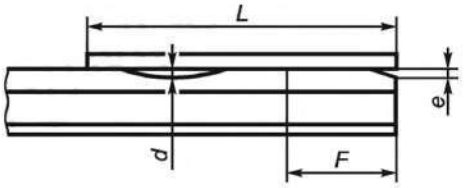
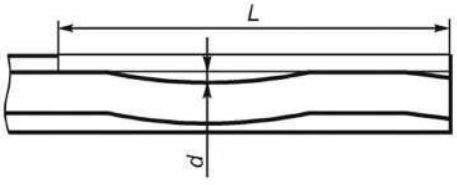
Элементы рельса, подлежащие контролю отклонений от прямолинейности	
1 Переходная зона — участок рельса длиной 1,5 или 2,0 м на расстоянии 1,0 м от торца рельса 2 Основная часть — часть рельса за вычетом участков длиной 2,0 м от торцов рельса 3 Рельс в целом 4 Конец — участок рельса длиной 1,5 или 2,0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

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	 Примечание — $e \le 0{,}2$ мм при $F \ge 0{,}6$ м.
	В горизонтальной плоскости	

Окончание таблицы Е.2

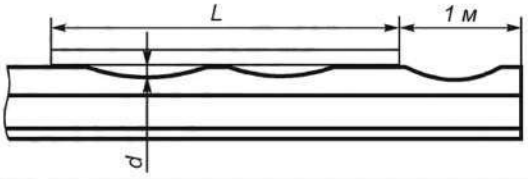
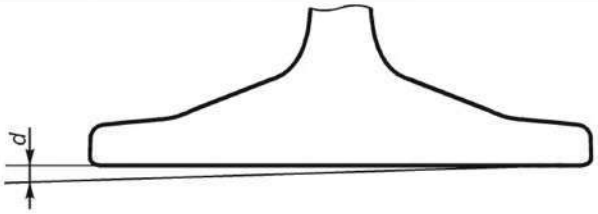
Элемент рельса	Направление контроля	Схема измерения отклонений от прямолинейности рельсов
Переходная зона	В горизонтальной и вертикальной плоскостях	
Примечание — Обозначения — по таблице 5.		

Таблица Е.3 — Схема измерения скручивания рельса

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

Приложение Ж
(обязательное)

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

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

Ж.2 Шаблоны для контроля размеров и формы рельсов и болтовых отверстий показаны на рисунках Ж.3—Ж.17. Специальные щупы и линейка показаны на рисунках Ж.18—Ж.20. Размеры шаблонов приведены в миллиметрах. Перечень шаблонов приведен в таблице Ж.2.

Примечание — На рисунках буквой Z обозначен зазор между шаблоном и характерными точками.

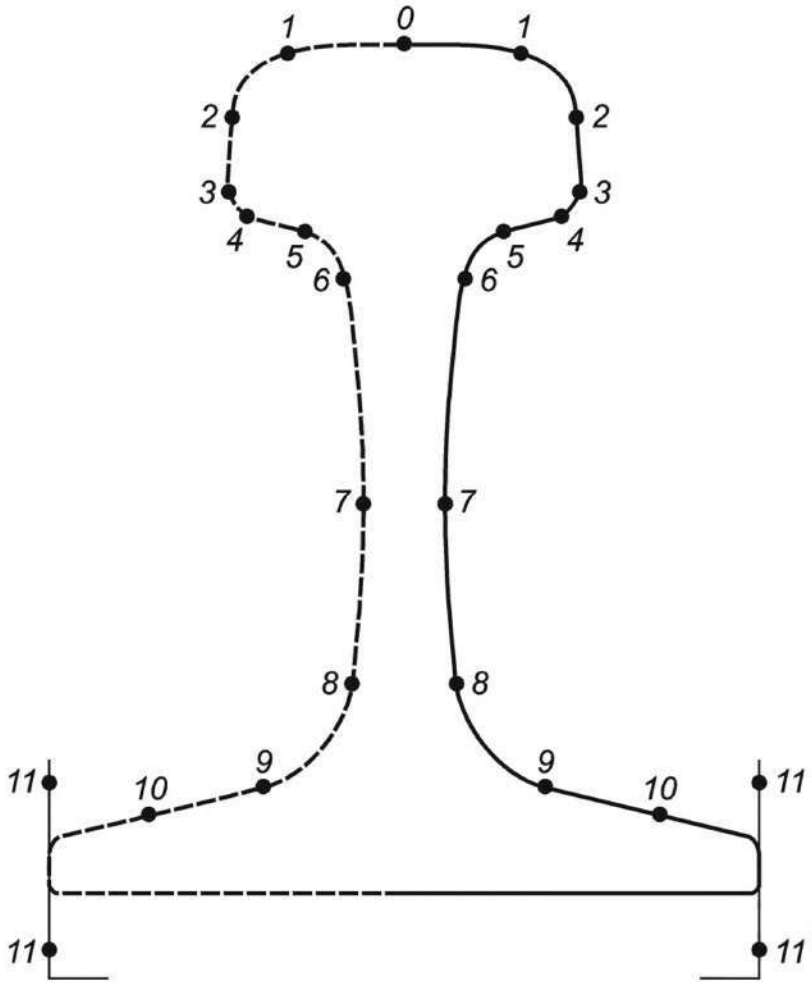


Рисунок Ж.1 — Характерные точки контроля предельных отклонений поперечного сечения рельсов

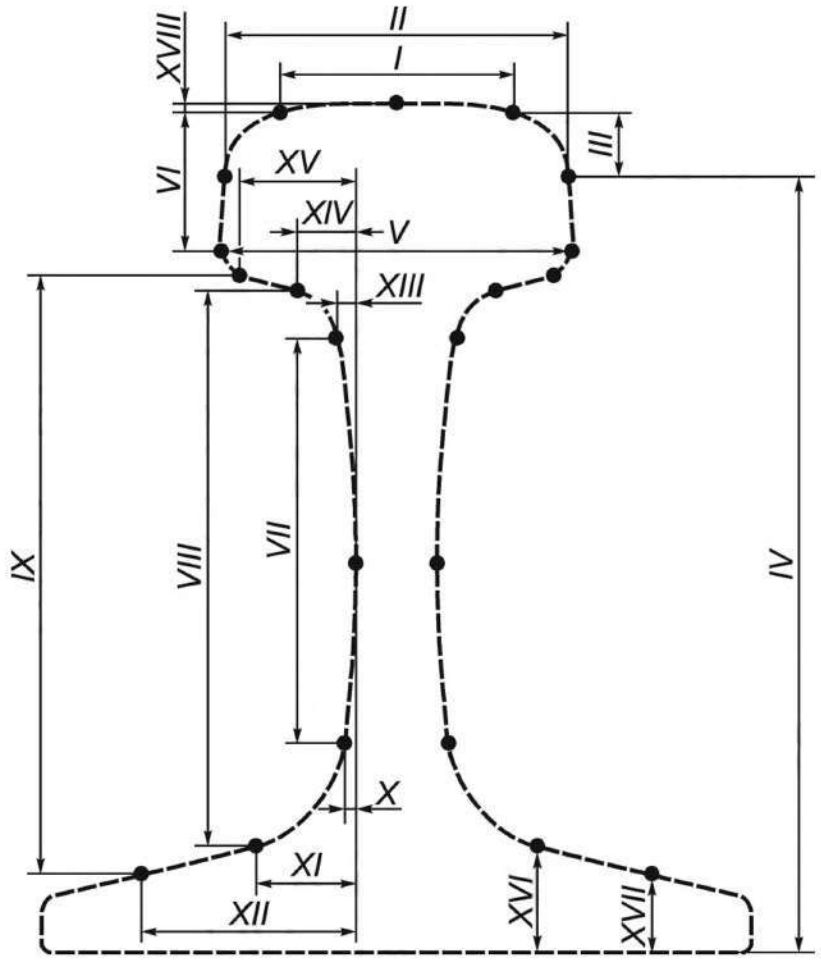


Рисунок Ж.2 — Характерные размеры поперечного сечения рельсов для построения шаблонов

Таблица Ж.1 — Значения характерных размеров поперечного сечения рельсов для построения шаблонов

В миллиметрах

Обозначение размера по рисунку Ж.2	Р50	Р65	Р75
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

Окончание таблицы Ж.1

Обозначение размера по рисунку Ж.2	Р50	Р65	Р75
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 Ж.2 — Перечень шаблонов и средств измерений

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

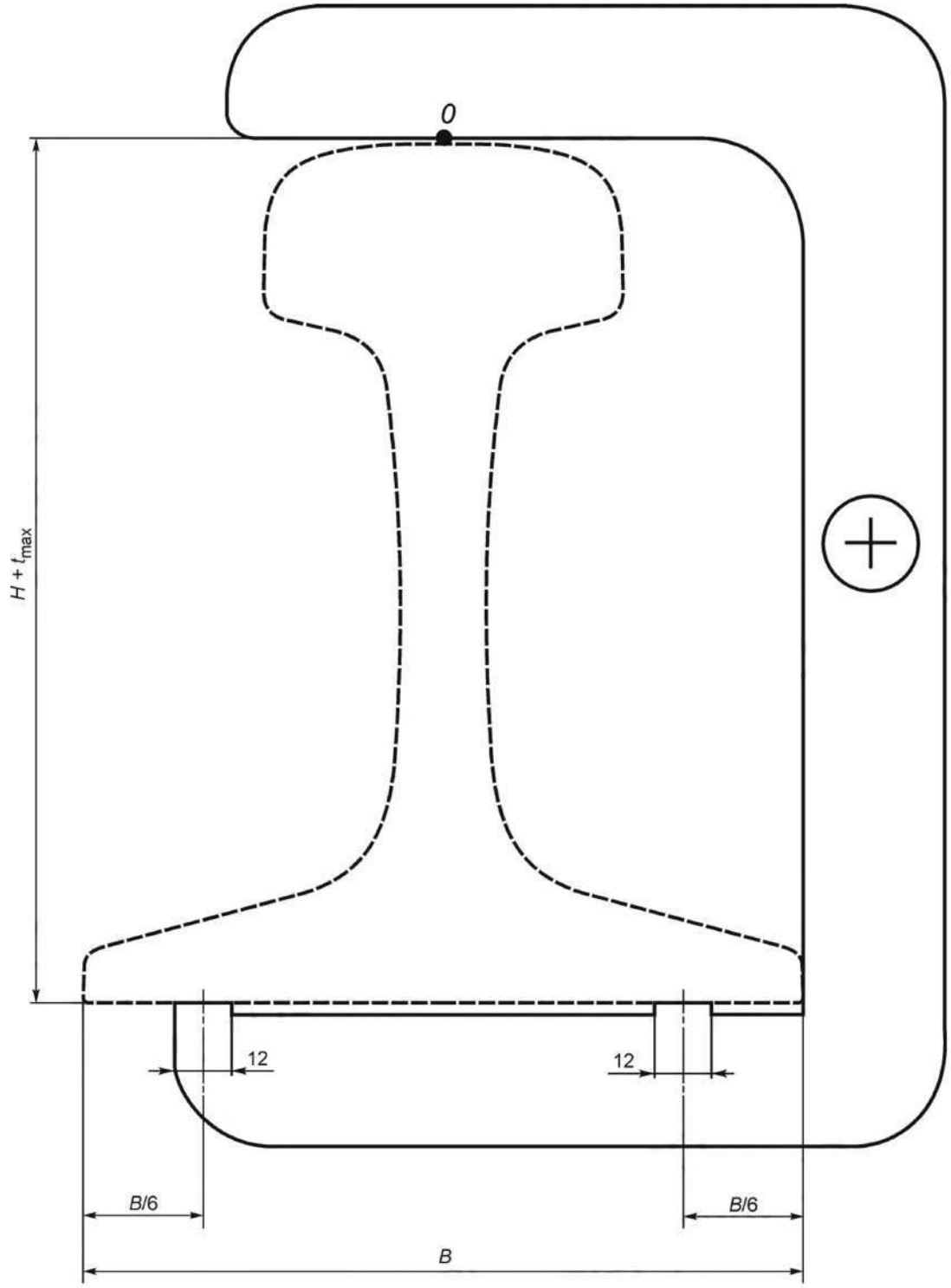
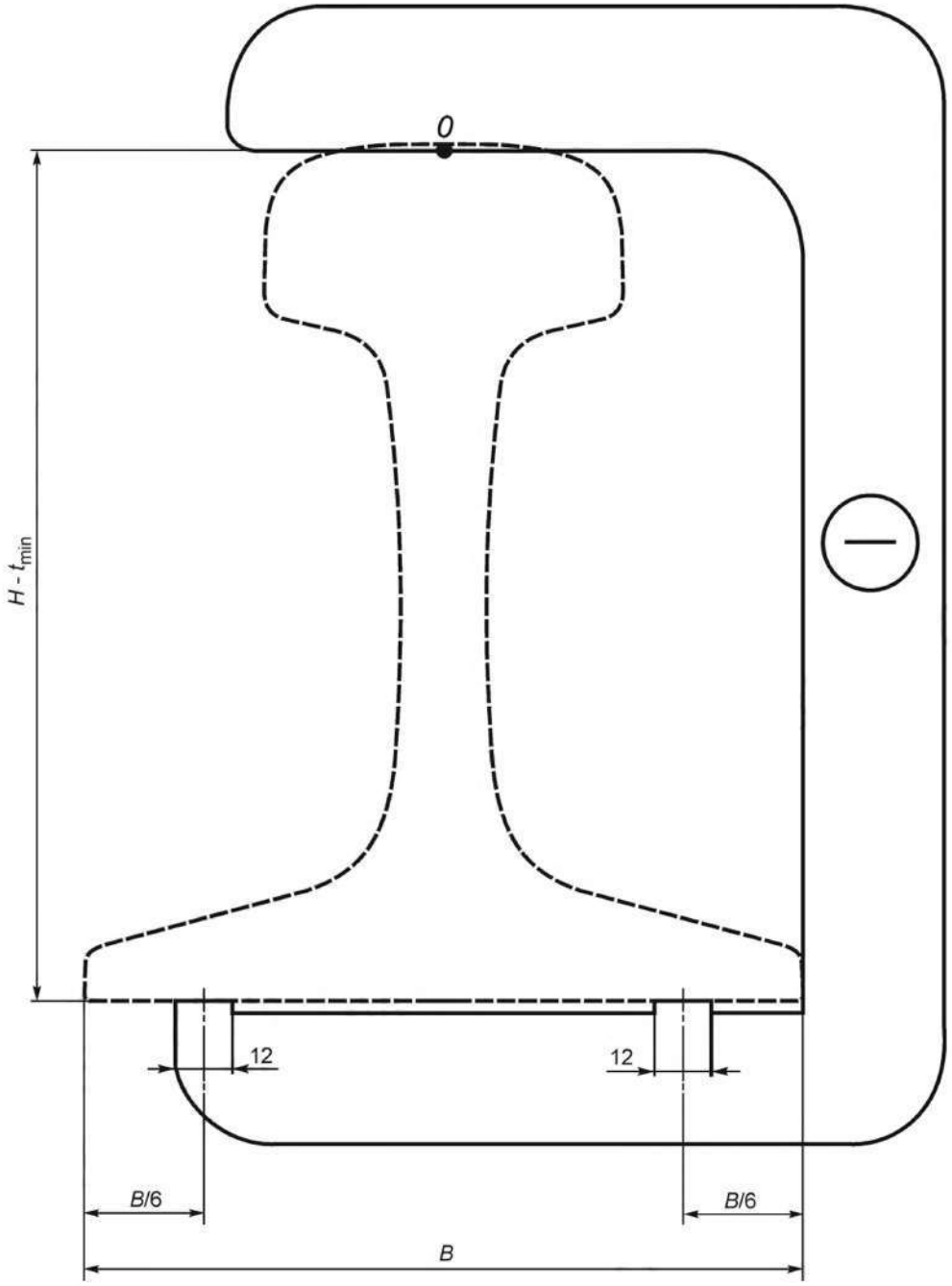


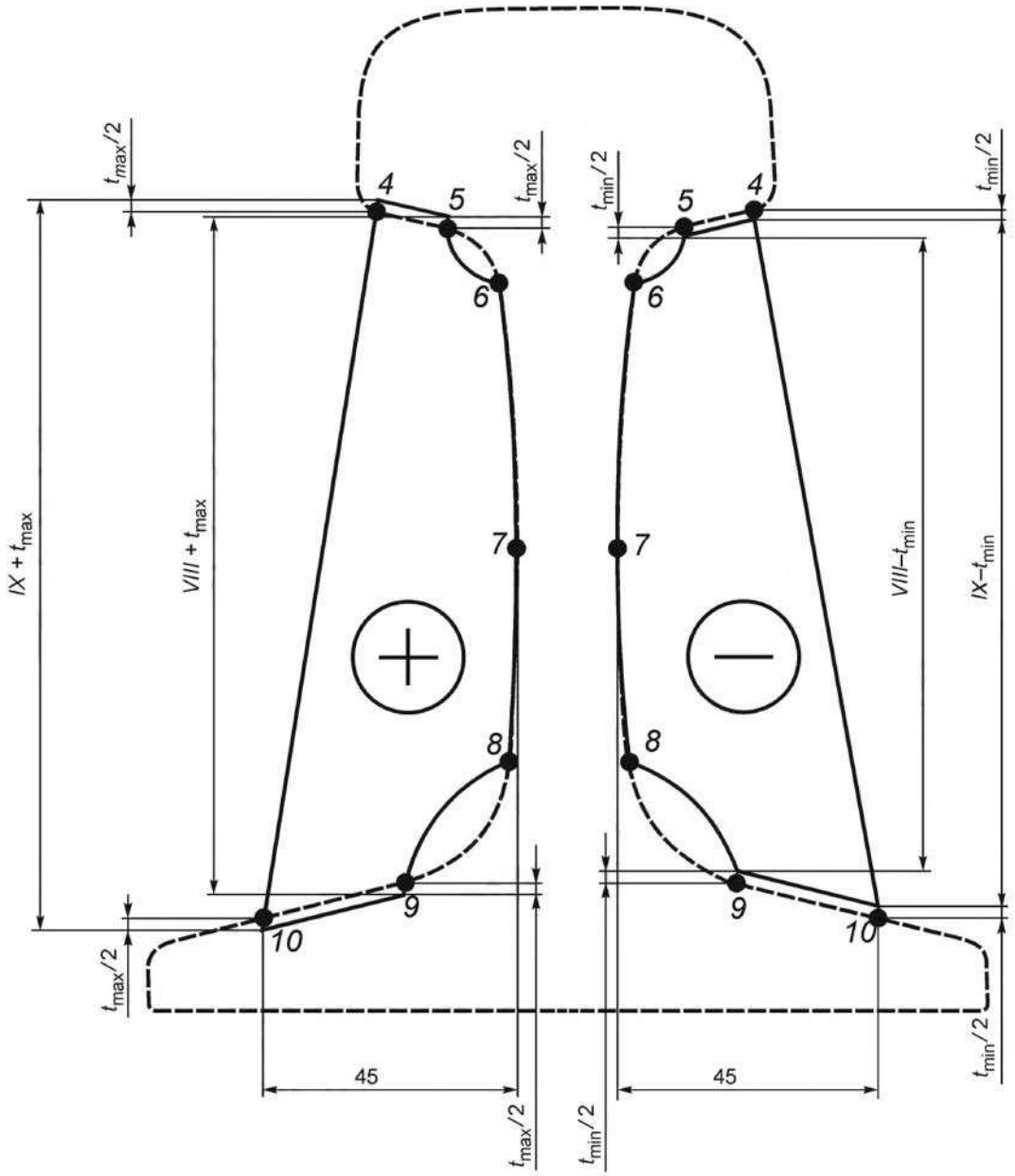
Рисунок Ж.3, лист 1 — Шаблоны контроля высоты рельса



0 — точка на поверхности катания головки, максимально удаленная от основания подошвы рельса;
t_{max}, t_{min} — максимальная и минимальная границы интервала допуска на отклонение высоты рельса

Примечание — Знак «+» обозначает, что шаблон должен проходить по высоте рельса; знак «—» обозначает, что шаблон не должен проходить по высоте рельса, либо должен проходить без зазора.

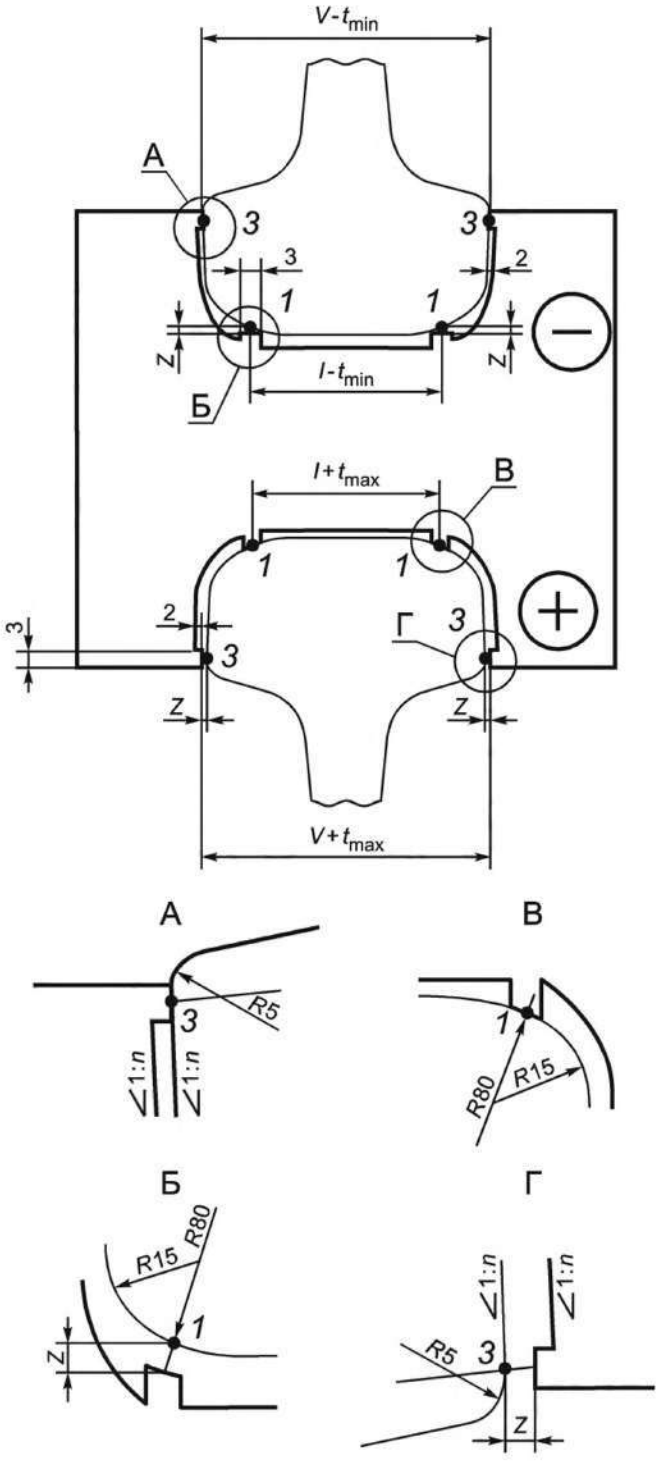
Рисунок Ж.3, лист 2



t_{max}, t_{min} — максимальная и минимальная границы интервала допуска на отклонение высоты шейки рельса

Примечание — Знак «+» обозначает, что шаблон должен касаться уклонов подошвы и головки рельса; знак «—» обозначает, что шаблон должен касаться точек 6, 7 и 8.

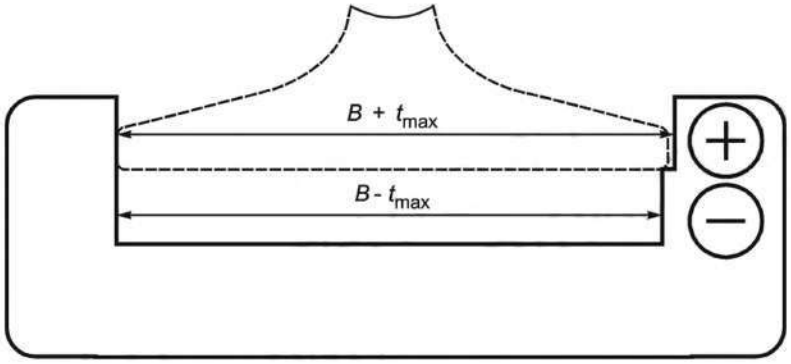
Рисунок Ж.4 — Шаблоны контроля высоты шейки рельса



t_{max}, t_{min} — максимальная и минимальная границы интервала допуска на отклонение ширины головки рельса

Примечание — Знак «+» обозначает, что шаблон должен касаться верхними выступами профиля поверхности катания головки рельса; знак «—» обозначает, что шаблон должен касаться нижними выступами поверхности головки рельса.

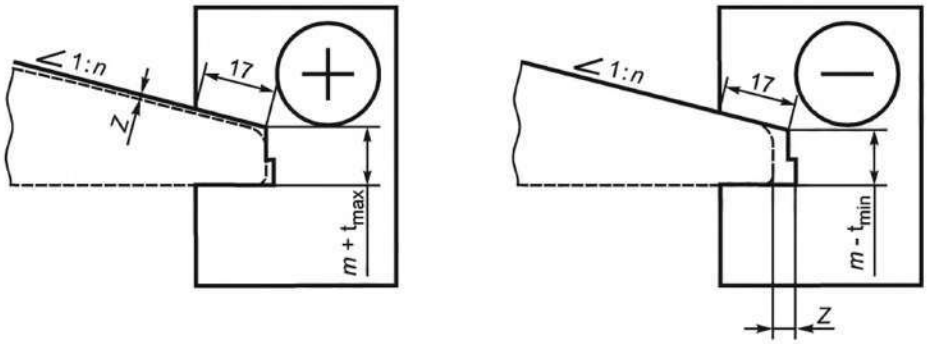
Рисунок Ж.5 — Шаблон контроля ширины головки рельса



t_{max}, t_{min} — максимальная и минимальная границы интервала допуска на отклонение ширины подошвы рельса

Примечание — 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.

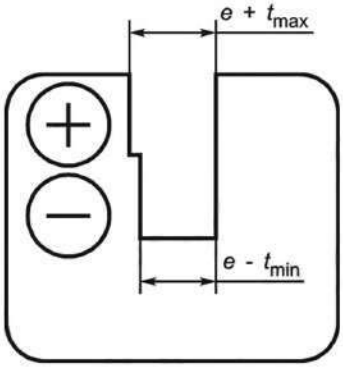
Рисунок Ж.6 — Шаблон контроля ширины подошвы рельса



t_{max}, t_{min} — максимальная и минимальная границы интервала допуска на отклонение высоты пера подошвы рельса

Примечание — Знак «+» обозначает, что шаблон должен касаться торца пера подошвы рельса; знак «—» обозначает, что шаблон должен касаться боковыми поверхностями пера подошвы рельса.

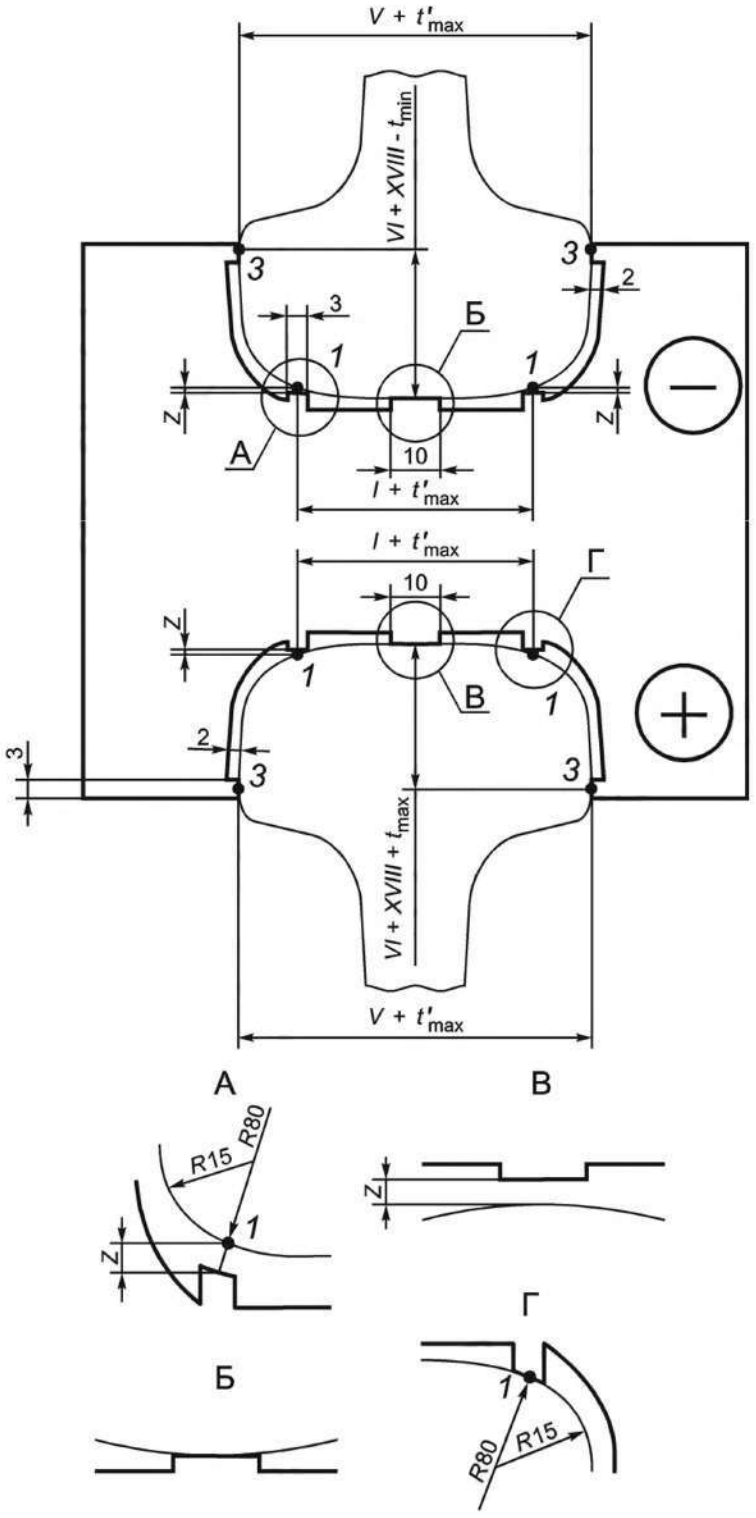
Рисунок Ж.7 — Шаблоны контроля высоты пера подошвы



t_{max}, t_{min} — максимальная и минимальная границы интервала допуска на отклонение толщины шейки рельса

Примечание — 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.

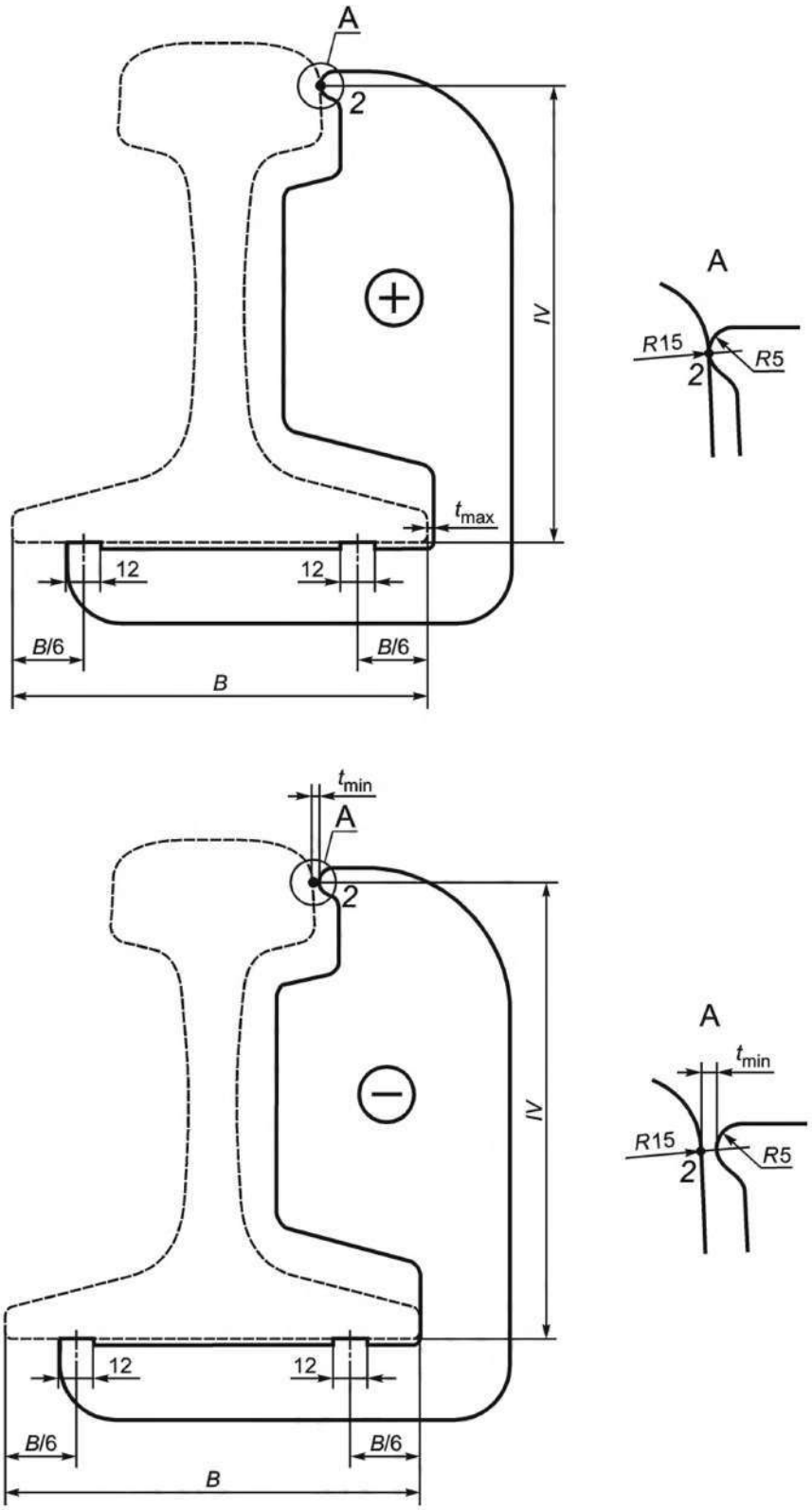
Рисунок Ж.8 — Шаблон контроля толщины шейки рельса



t_{max}, t_{min} — максимальная и минимальная границы интервала допуска на отклонение профиля поверхности катания головки рельса; t'_{max} — максимальный допуск на отклонение ширины головки рельса

Примечание — Знак «+» обозначает, что шаблон должен касаться верхними выступами поверхности катания головки рельса; знак «—» обозначает, что шаблон должен касаться центральным выступом поверхности катания головки рельса.

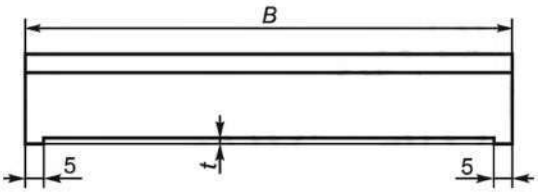
Рисунок Ж.9 — Шаблон контроля профиля поверхности катания головки рельса



t_{max}, t_{min} — максимальная и минимальная границы интервала допуска на отклонение несиметричности рельса

Примечание — Знак «+» обозначает, что шаблон должен касаться поверхности головки рельса; знак «—» обозначает, что шаблон должен касаться торца пера подошвы рельса.

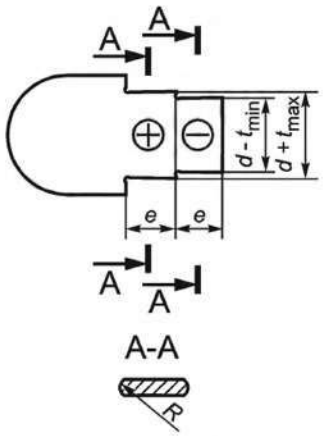
Рисунок Ж.10 — Шаблоны контроля несимметричности рельса



t — допуск на отклонение выпуклости основания подошвы рельса

Примечание — Сторона шаблона с выступами должна касаться выступами основания подошвы рельса; сторона шаблона с прямой поверхностью должна касаться центральной части основания подошвы рельса.

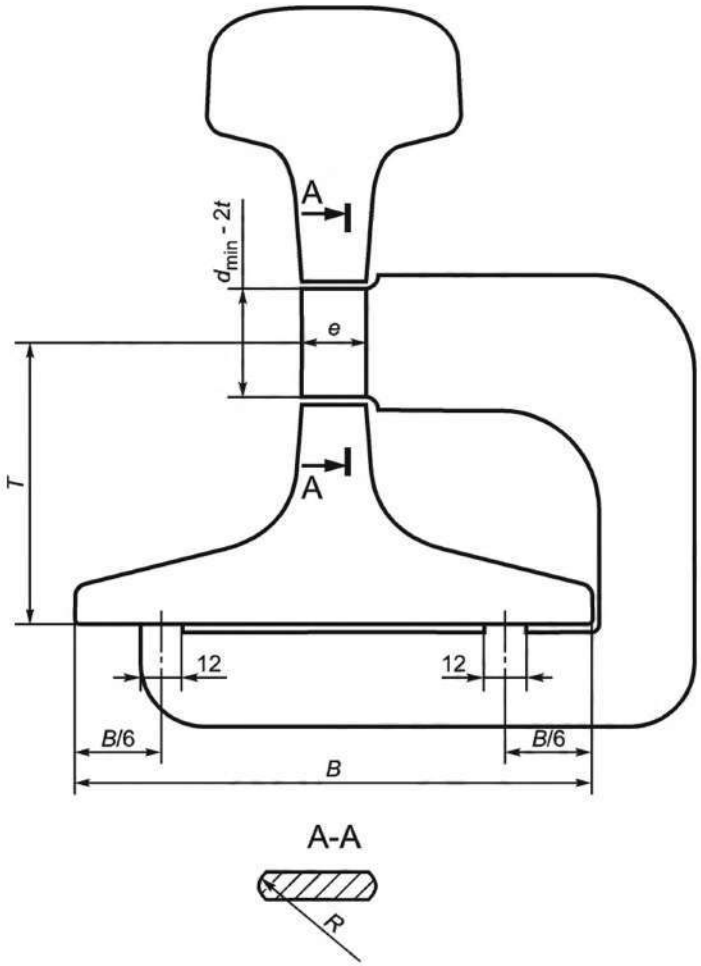
Рисунок Ж.11 — Шаблон контроля выпуклости и вогнутости основания подошвы рельса



t_{max}, t_{min} — максимальная и минимальная границы интервала допуска на отклонение диаметра болтового отверстия рельса

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

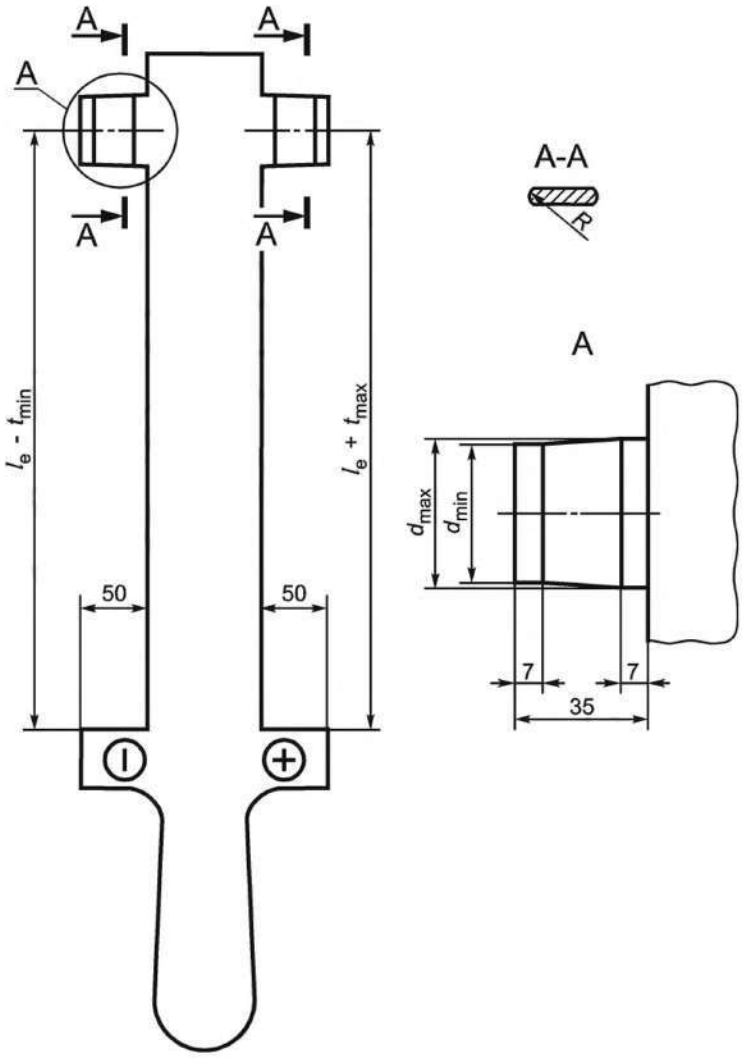
Рисунок Ж.12 — Шаблон контроля диаметра болтовых отверстий



t — допуск на отклонение расположения болтового отверстия рельса в вертикальной плоскости

Примечание — Шаблон должен касаться основания подошвы и проходить в болтовое отверстие рельса.

Рисунок Ж.13 — Шаблон контроля расположения болтовых отверстий рельса в вертикальной плоскости



t_{max}, t_{min} — максимальная и минимальная границы интервала допуска на отклонение расположения болтового отверстия рельса в горизонтальной плоскости; n — соответствующее болтовое отверстие рельса

Примечание — 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 Ж.14 — Шаблон контроля расположения болтовых отверстий рельса в горизонтальной плоскости

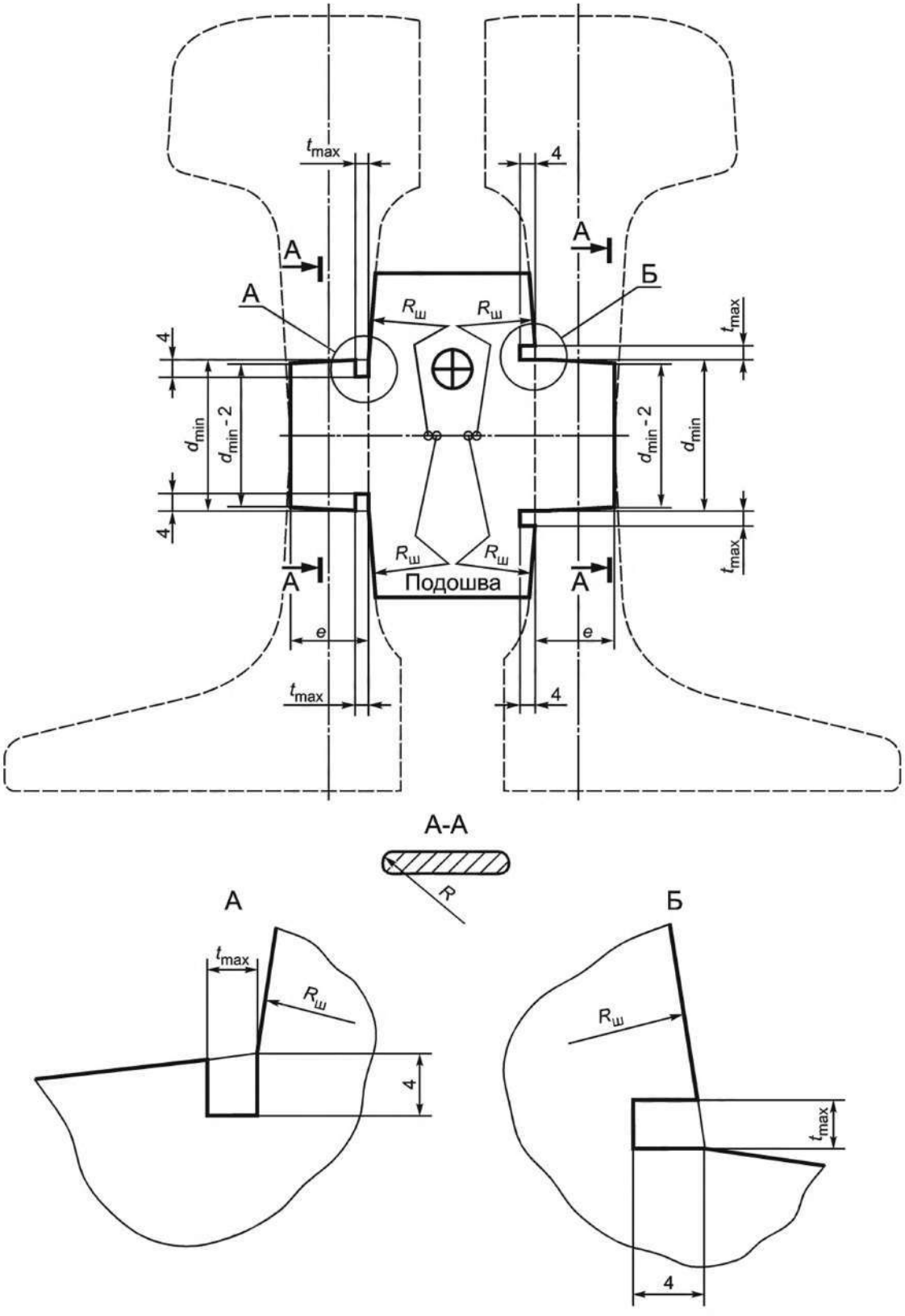
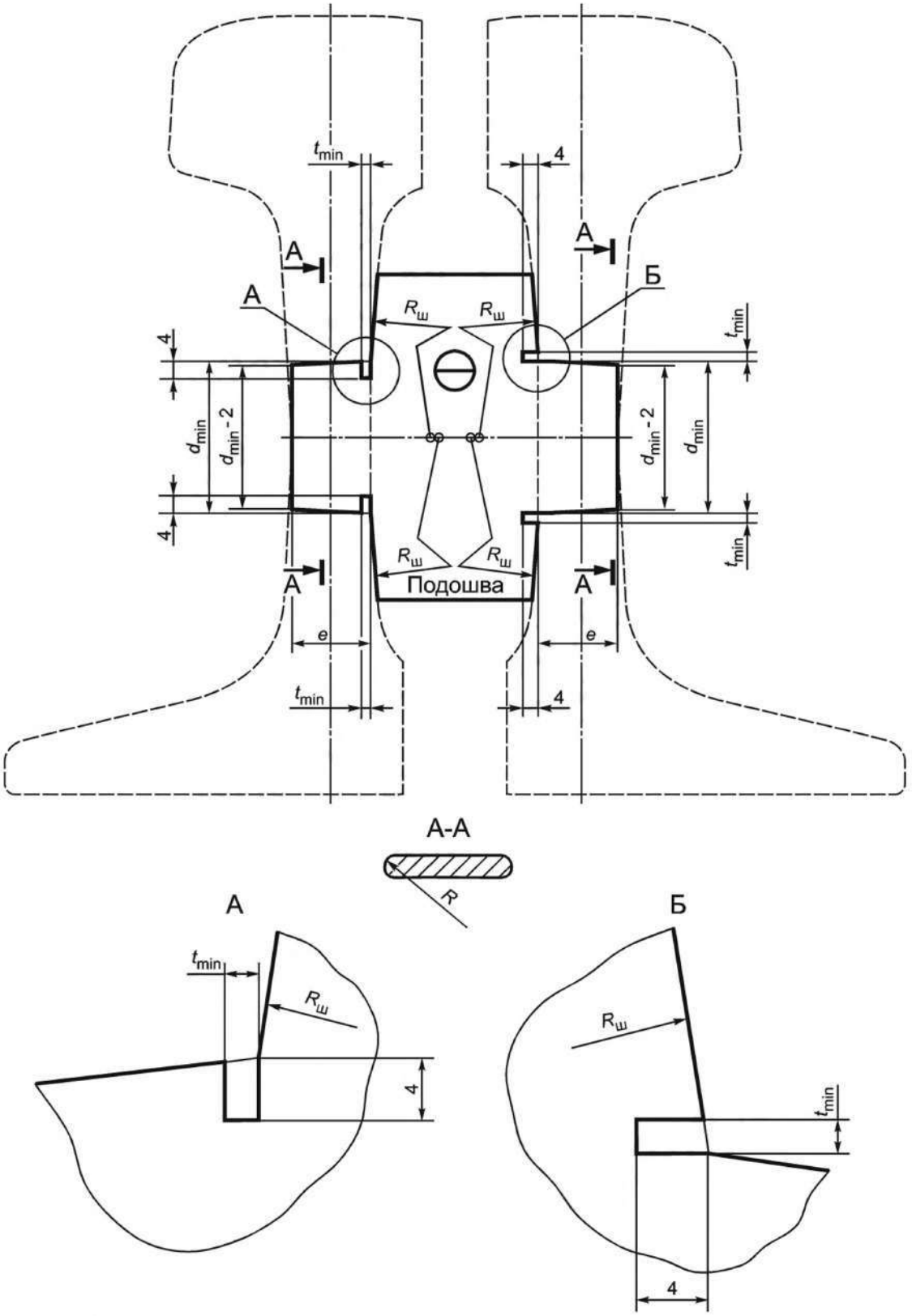


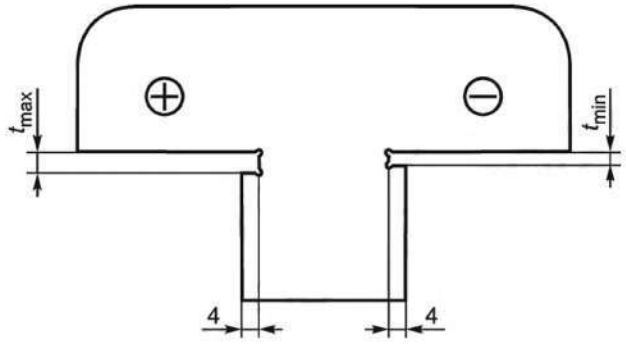
Рисунок Ж.15, лист 1 — Шаблоны контроля фасок болтовых отверстий рельса



t_{max}, t_{min} — максимальная и минимальная границы интервала допуска на отклонение фасок болтового отверстия рельса

Примечание — Знак «+» обозначает, что фаска болтового отверстия рельса не должна выходить за пределы углубления шаблона; знак «—» обозначает, что фаска болтового отверстия рельса должна находиться за пределами углубления шаблона.

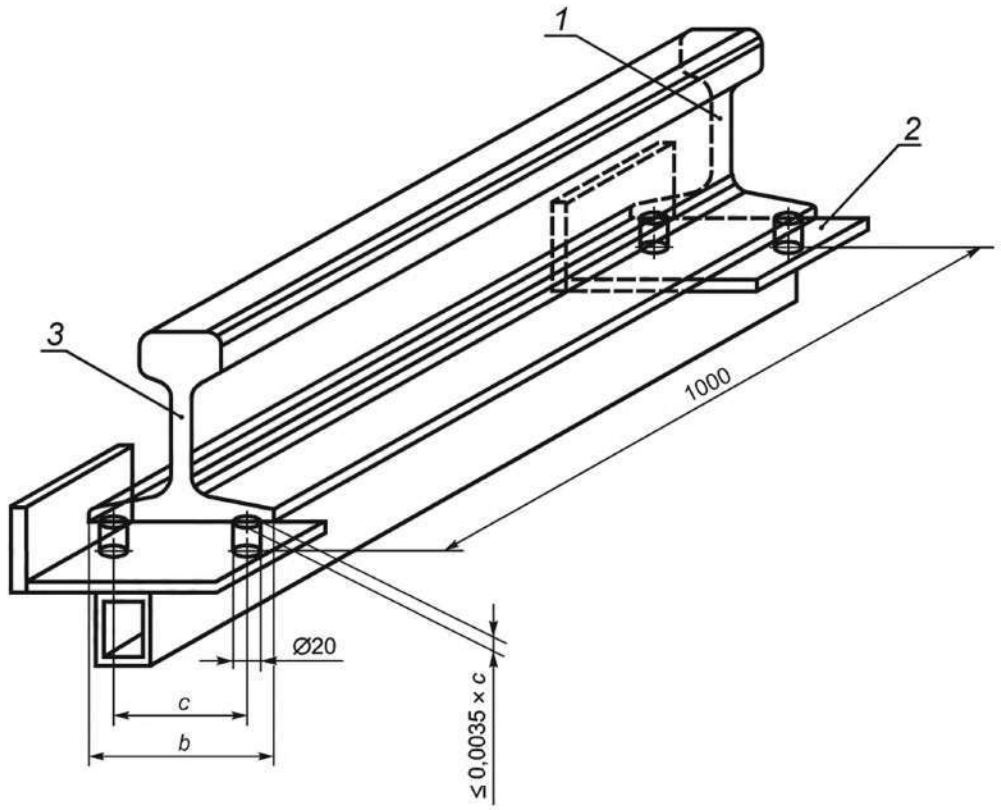
Рисунок Ж.15, лист 2



t_{max}, t_{min} — максимальная и минимальная границы интервала допуска на отклонение фасок по контуру торца рельса

Примечание — Знак «+» обозначает, что фаска по контуру торца рельса не должна выходить за пределы углубления шаблона; знак «—» обозначает, что фаска по контуру торца рельса должна находиться за пределами углубления шаблона.

Рисунок Ж.16 — Шаблон контроля фаски по контуру торца 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

Примечания

1 Диаметр опор — 20 мм.

2 Расстояние между опорами (c) составляет:

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

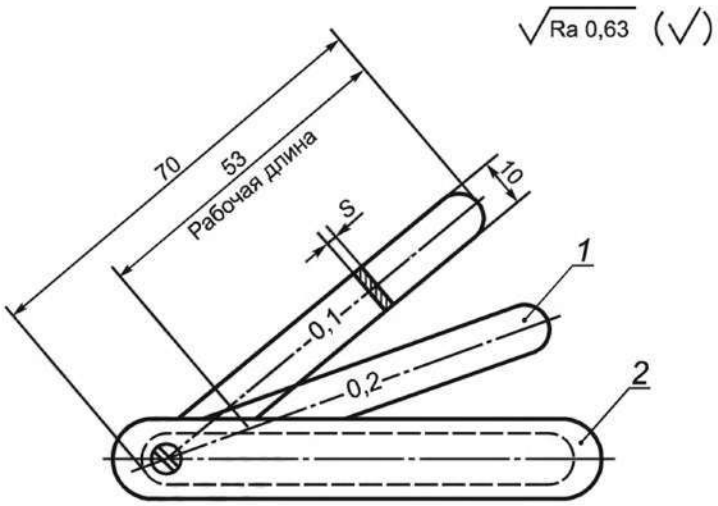
где t_{min} — минимальный допуск ширины подошвы;

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 0,0035c.

Рисунок Ж.17 — Шаблон и схема контроля скручивания концов рельсов



S – 0,1 – 1 мм через 0,1 мм

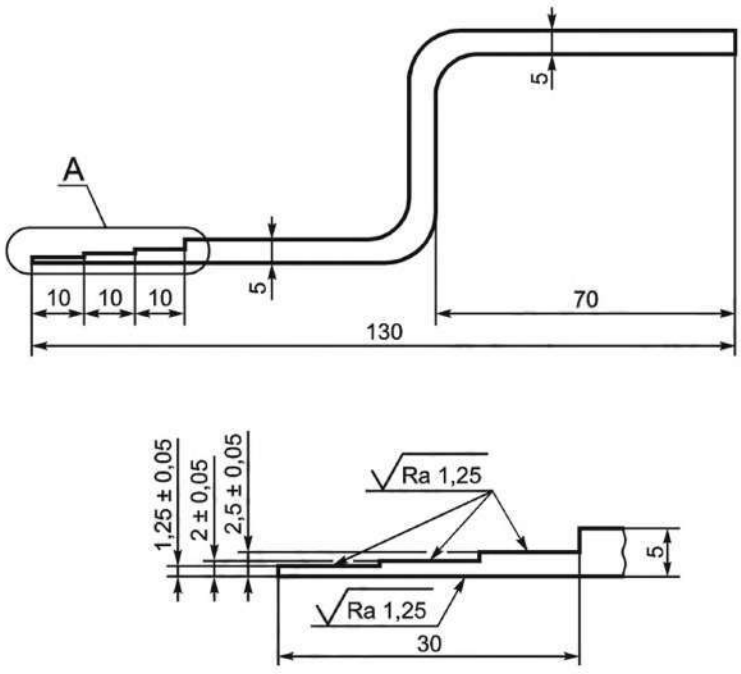
1 — щуп; *2* — обойма

Рисунок Ж.18 — Набор щупов плоских

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

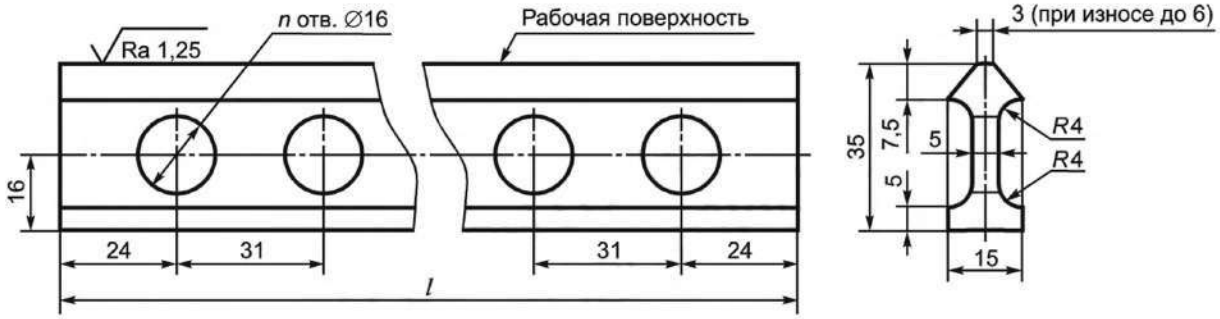
Таблица Ж.3

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



Примечание — Форму и внешний вид щупа считать рекомендуемыми.

Рисунок Ж.19 — Специальные щупы



l	1000
l	1500
l	2000
l	3000

Примечание — 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 Ж.20 — Специальные линейки

Приложение И
(обязательное)

Шкала макроструктуры рельсов

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

На рисунках И.7—И.13, И.15—И.17 изображены недопустимые макроструктуры рельсов.

Таблица И.1

Вид дефекта макроструктуры	Описание дефекта макроструктуры и причин его возникновения	Пределы допустимости	Рисунки
Ликвация	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. Сосредоточенная осевая ликвация представляет собой ярко выраженные темные или светлые полосы в шейке или их сочетание. 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. Специфическая отрицательная зонная ликвация (см. рисунок И.4) может быть обусловлена электромагнитным перемешиванием	Распространение сосредоточенной и рассредоточенной ликвации за пределы шейки в головку и (или) подошву на расстояние не более 15 мм. Ширина ликвационной зоны, не превышающая 1/3 толщины шейки. Наличие несимметрично расположенных относительно вертикальной оси рельса зон повышенной и пониженной травимости при длине такой зоны менее 15 мм. Предельно допустимое развитие отрицательной зонной ликвации, обусловленной электромагнитным перемешиванием, приведено на рисунке И.4	И.1 (допустимо) И.2 (допустимо) И.3 (допустимо) И.4 (допустимо) И.5 (допустимо) И.6 (допустимо) И.7 (недопустимо) И.8 (недопустимо) И.9 (недопустимо)
Точечная неоднородность	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. Точки представляют собой неметаллические включения, поры, газовые пузыри и точечные ликваты. Частным случаем точечной неоднородности являются подкорковые пузыри	Диаметр одиночных точек не должен превышать 1 мм. Одиночными считаются точки, расстояние между которыми более 6 мм. В одном элементе профиля не должно быть более трех одиночных точек любого диаметра. На темплете (на всем сечении рельса) не должно быть более шести точек любого диаметра. 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	И.10 (недопустимо) И.11 (недопустимо) И.12 (недопустимо) И.13 (недопустимо)
Ликвационные полоски	Нитевидные полоски повышенной травимости (на темплете после глубокого травления) или контрастности (на серном отпечатке). Дефект наследуется от внутренних горячих кристаллизационных трещин непрерывно литых заготовок	Ликвационные полоски не допускаются на глубине менее 25 мм от поверхности катания головки. Длина одиночных ликвационных полосок в любом элементе профиля не должна превышать 5 мм. Длина группы ликвационных полосок в любом элементе профиля не должна превышать 6 мм при протяженности хотя бы одной полоски свыше 3 мм.	И.14 (допустимо) И.15 (недопустимо) И.16 (недопустимо) И.17 (недопустимо)

Окончание таблицы И.1

Вид дефекта макроструктуры	Описание дефекта макроструктуры и причин его возникновения	Пределы допустимости	Рисунки
		Длина группы ликвационных полосок в любом элементе профиля не должна превышать 20 мм при протяженности всех полосок менее 3 мм. Группой считается скопление трех и более полосок с расстоянием между соседними полосками 3 мм и менее	



Классификация – допустимо

Рисунок И.1 — Макроструктура без ликвации (серный отпечаток)



Классификация – допустимо

Рисунок И.2 — Незначительная прямая и обратная ликвация (серный отпечаток)



Классификация – допустимо

Рисунок И.3 — Обратная ликвация в шейке (серный отпечаток)



Классификация – допустимо

Рисунок И.4 — Отрицательная зонная ликвация, обусловленная электромагнитным перемешиванием (серный отпечаток)



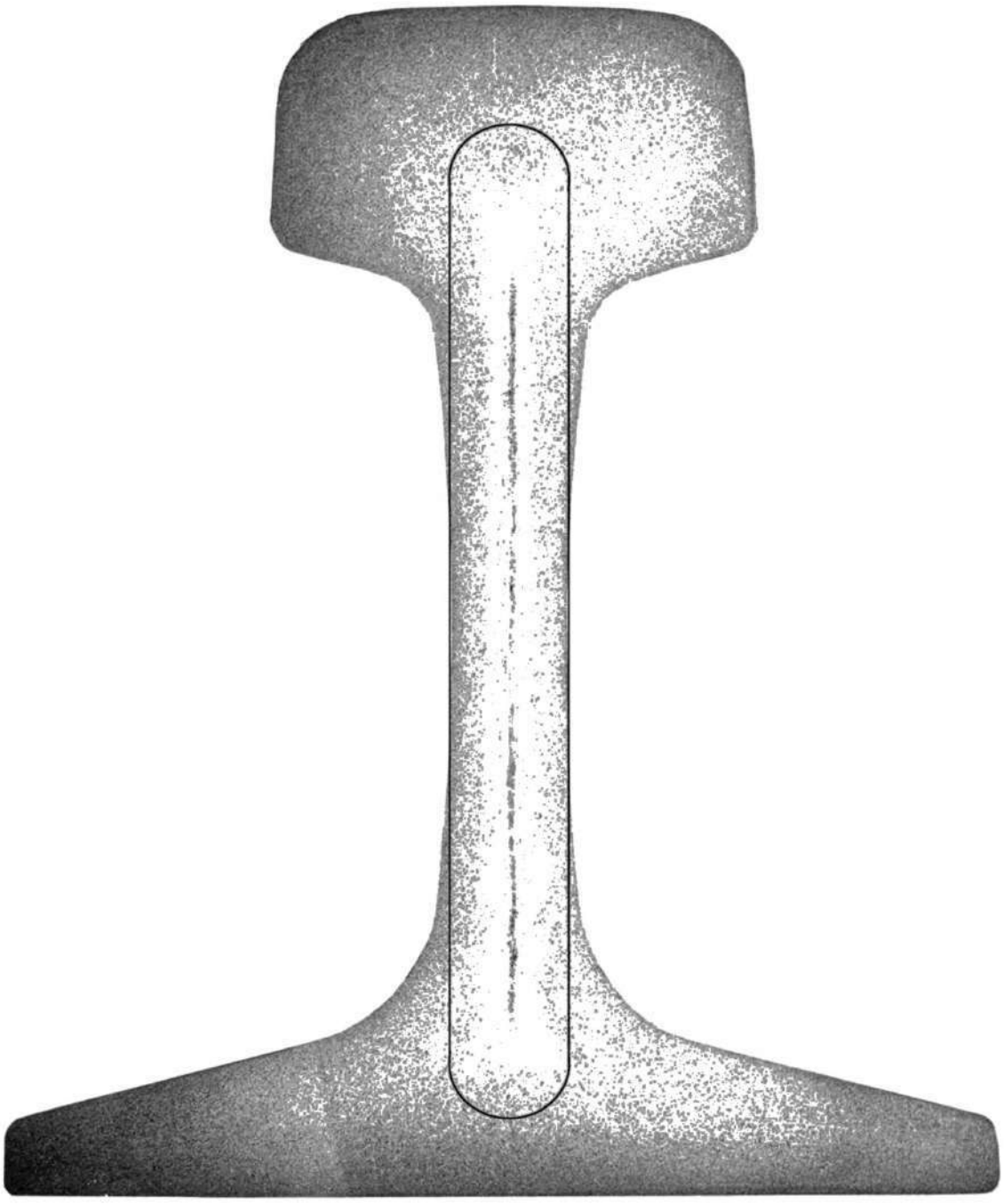
Классификация – допустимо

Рисунок И.5 — Незначительная прямая ликвация (серный отпечаток)



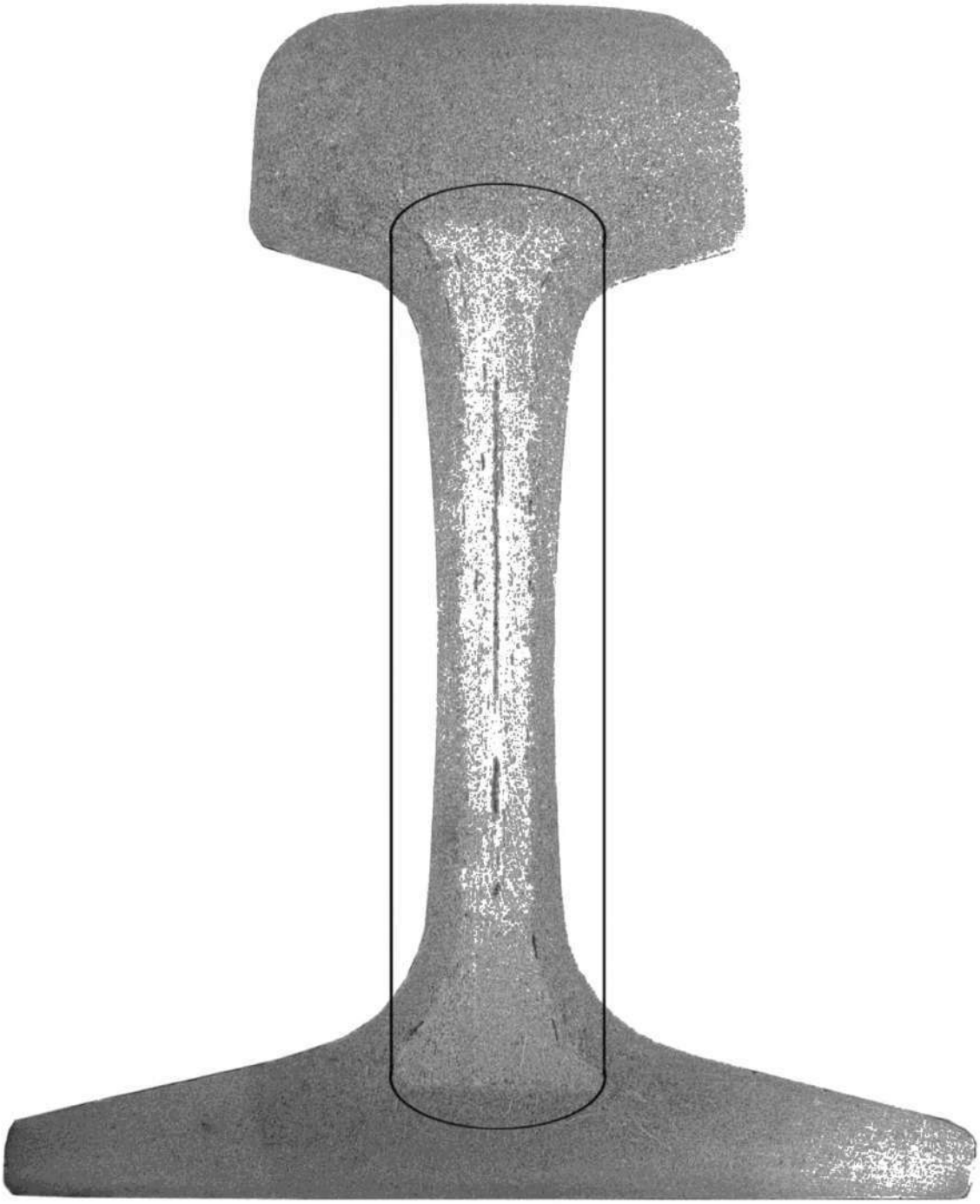
Классификация – допустимо

Рисунок И.6 — Осевая ликвация в шейке, простирающаяся в головку и (или) в подошву (серный отпечаток)



Классификация – недопустимо

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



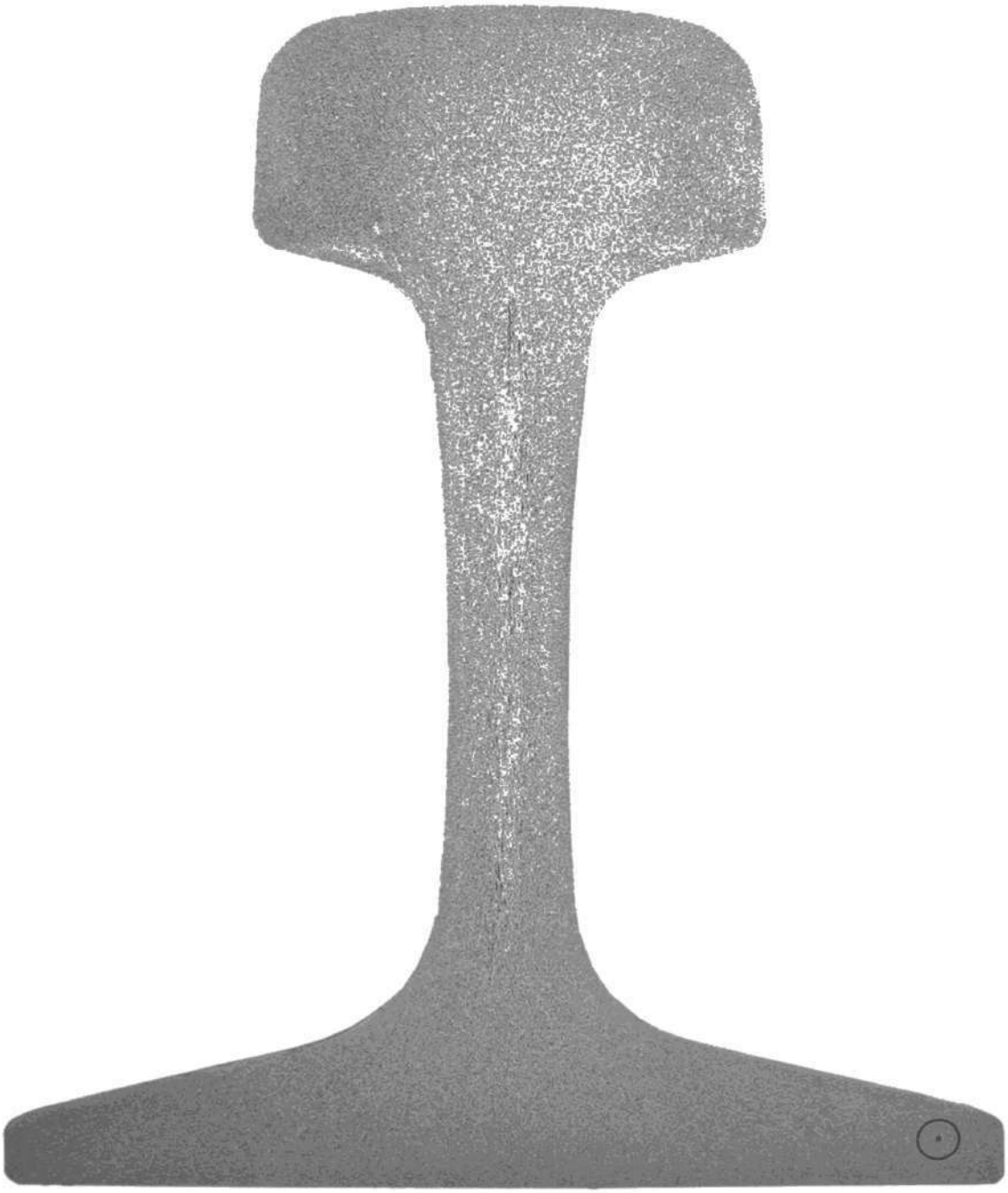
Классификация – недопустимо

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



Классификация – недопустимо

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



Классификация – недопустимо

Рисунок И.10 — Одиночные точки диаметром более 1 мм (глубокое травление)



Классификация – недопустимо

Рисунок И.11 — Наличие более трех одиночных точек в одном элементе профиля (глубокое травление)



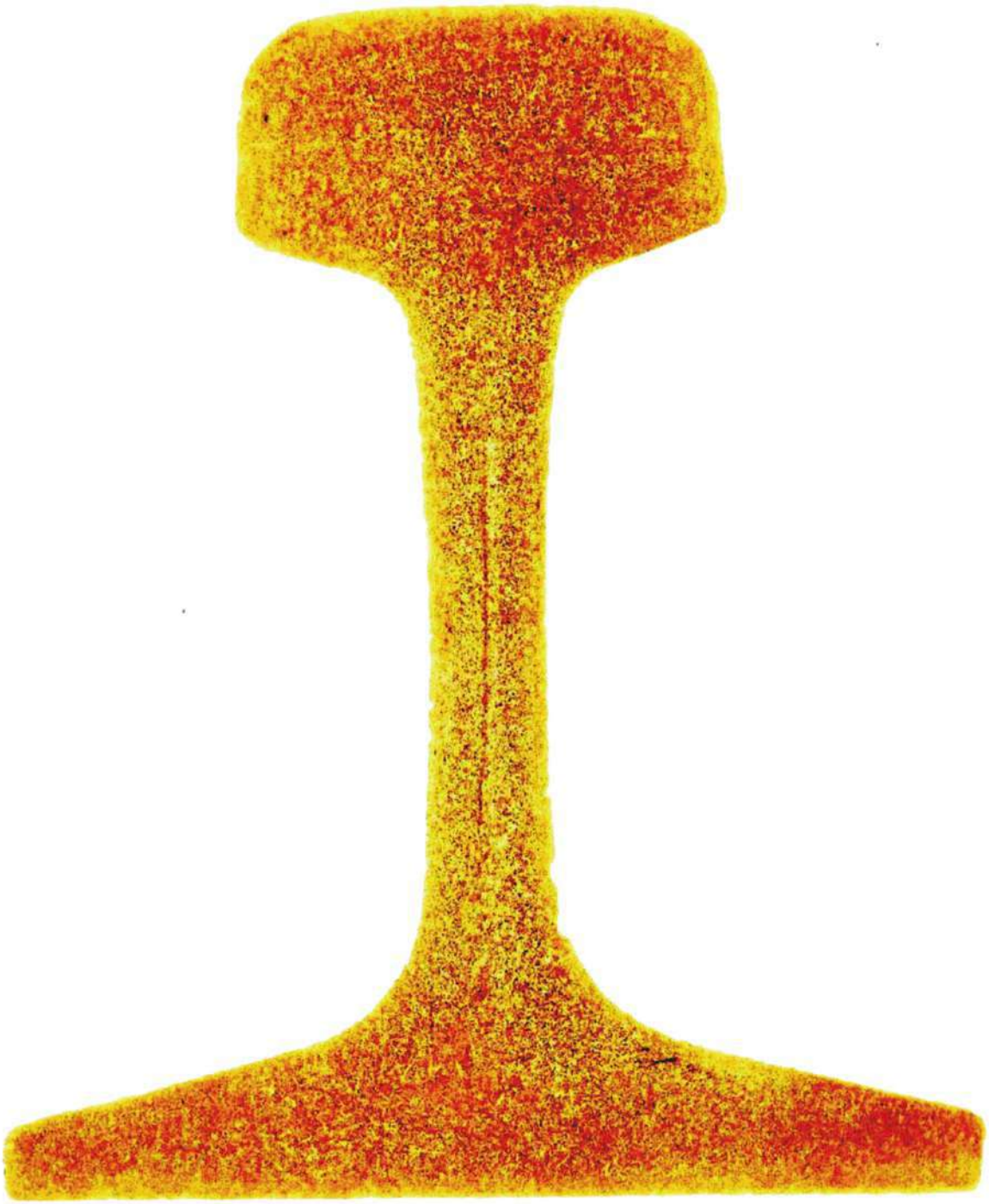
Классификация – недопустимо

Рисунок И.12 — Наличие более шести одиночных точек на поперечном сечении рельса (глубокое травление)



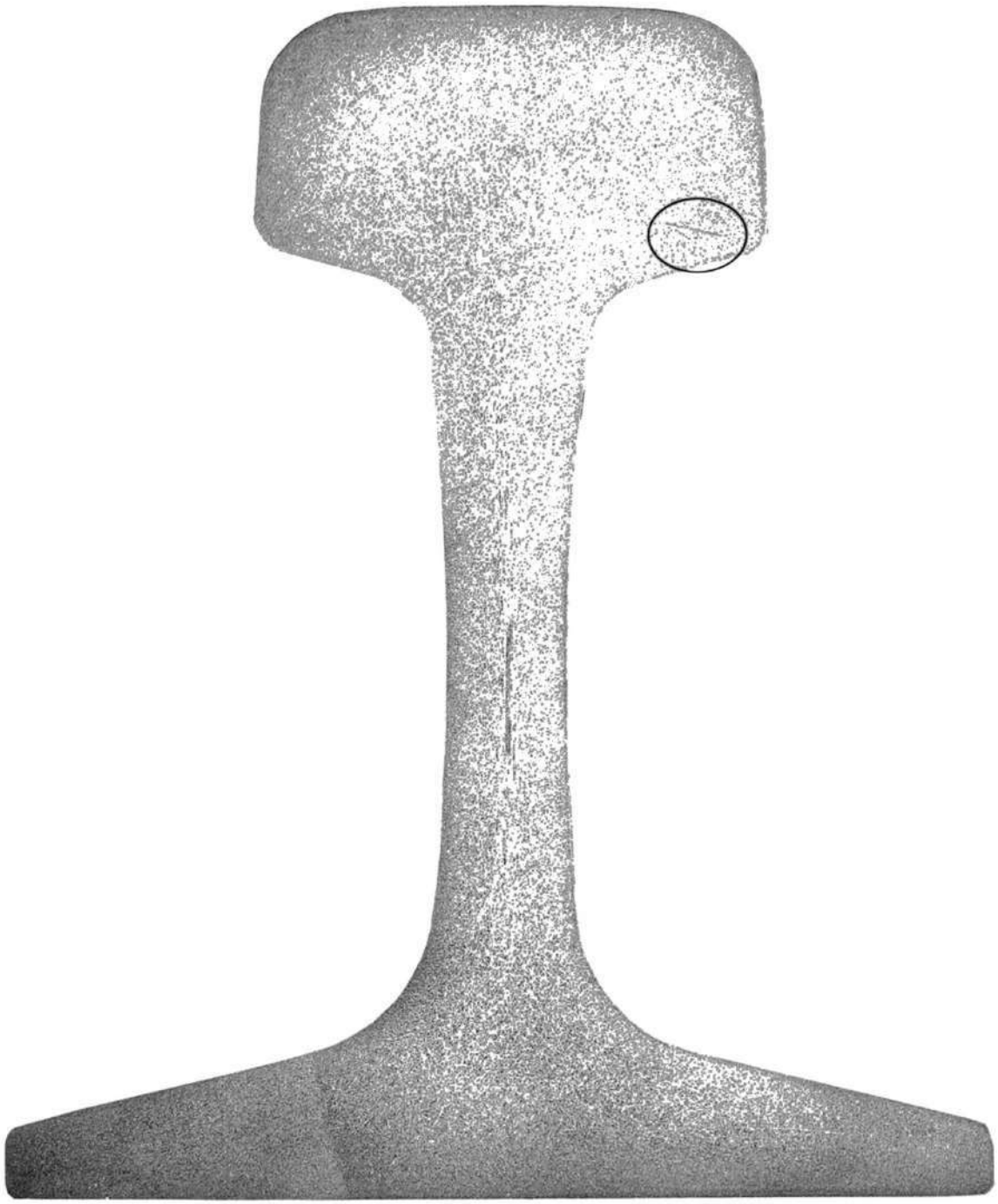
Классификация – недопустимо

Рисунок И.13 — Скопление точек любого диаметра
(глубокое травление)



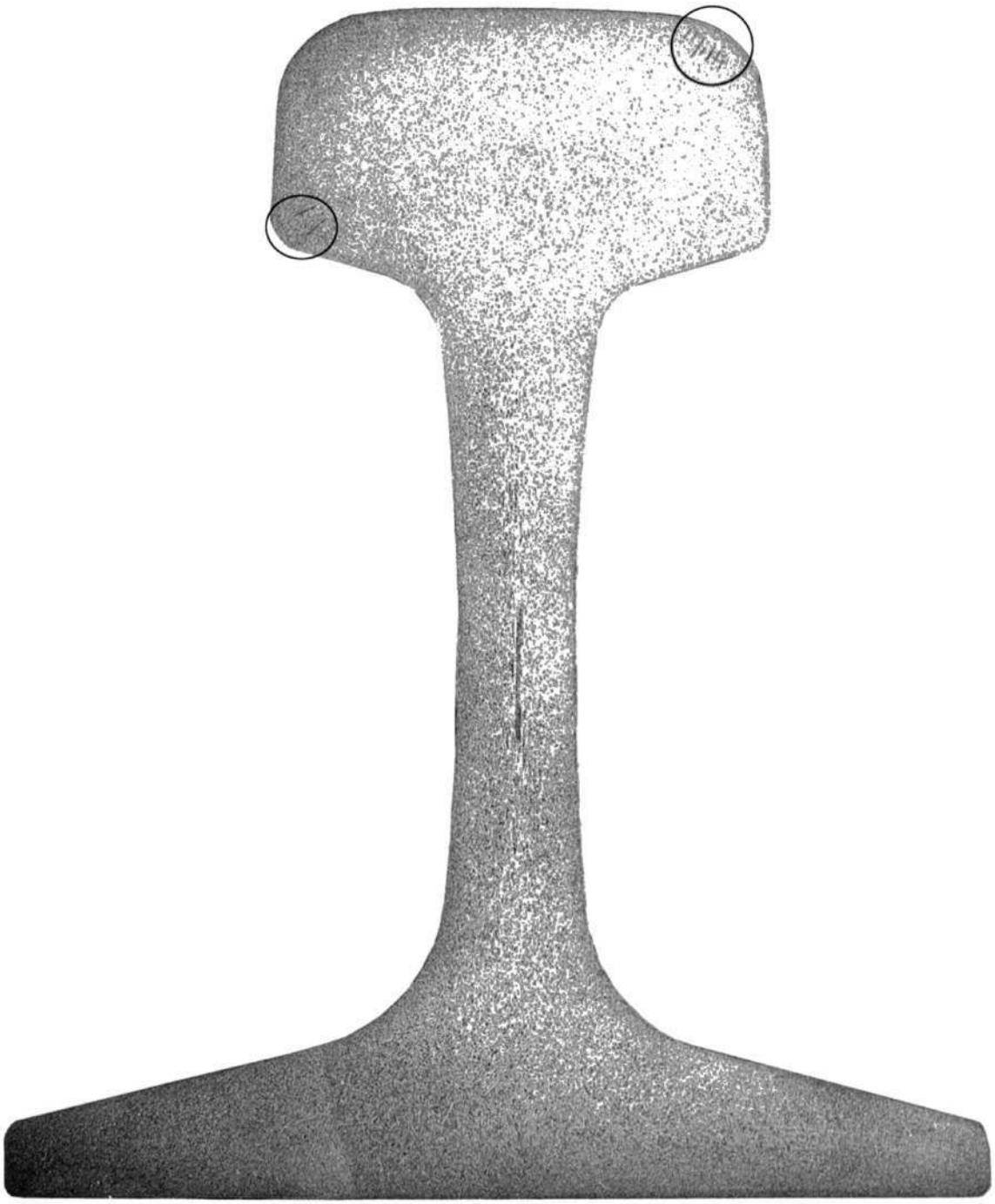
Классификация – допустимо

Рисунок И.14 — Ликвационные полоски
(серный отпечаток)



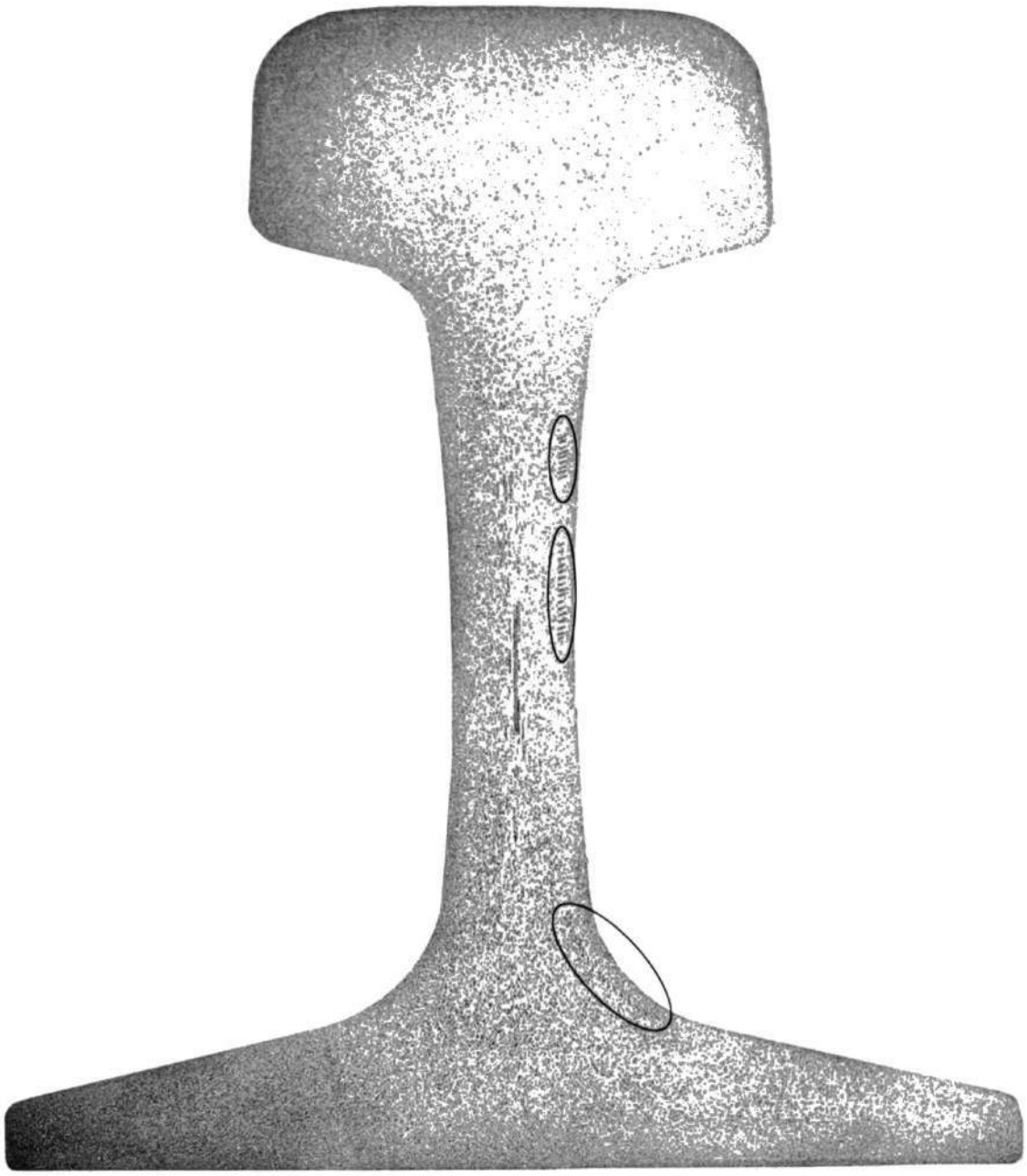
Классификация – недопустимо

Рисунок И.15 — Одиночные ликвационные полоски с длиной более 5 мм (глубокое травление)



Классификация – недопустимо

Рисунок И.16 — Группа ликвационных полосок с общей протяженностью более 6 мм при протяженности одной полоски более 3 мм (глубокое травление)



Классификация – недопустимо

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

Приложение К
(обязательное)

Неразрушающий контроль рельсов

К.1 Общие положения

К.1.1 НК рельсов должен обеспечивать сканирование с регистрацией сигналов и сопутствующей контролю информации в электронном виде и выдачу протокола, содержащего информацию, достаточную для однозначности определения результата контроля конкретного идентифицированного рельса.

К.1.2 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, которой является проекция толщины шейки рельса на внешнюю поверхность подошвы рельса (5.6);
- дефектов макроструктуры рельсов в головке и шейке (5.6);
- дефектов поверхности катания головки и основания подошвы (5.7.1);
- недопустимых отклонений формы и размеров поперечного сечения рельса (5.2.1);
- недопустимых отклонений от прямолинейности рельсов, скручивания (5.2.5, 5.2.6).

К.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.

К.1.4 Для выявления дефектов в рельсах при их производстве могут применяться 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.

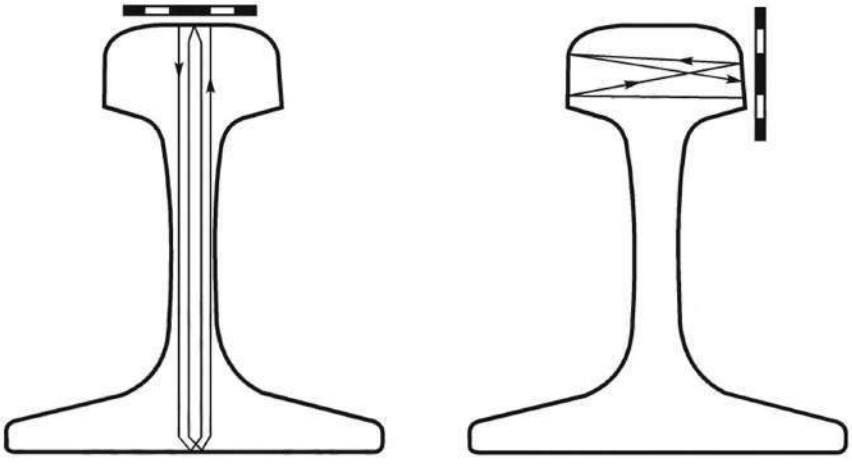
К.1.5 Контроль соблюдения требований 5.2.1, 5.2.5, 5.2.6 и 5.6.2, 5.7.1 методами А, Б, В, Г осуществляется с учетом категории рельсов.

К.1.6 При НК рельсов методами А и Б должно быть обеспечено прозвучивание поперечных сечений рельса с шагом не более 2,5 мм.

К.1.7 Используемые для настройки аппаратуры НК меры должны быть поверены, настроечные образцы — аттестованы (калиброваны).

К.2 Неразрушающий контроль рельсов методом А

К.2.1 При НК рельсов методом А ЭМАП располагают над поверхностью катания (рисунок К.1*а*) и у боковой поверхности головки (рисунок К.1*б*) так, чтобы плоскости поляризации возбуждаемых поперечных волн совпадали с плоскостью поперечного сечения рельса.



а *б*

Рисунок К.1 — Схемы сканирования при НК рельсов методом А

К.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 ±10 %.

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

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

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

К.2.6 Минимальный условный размер (протяженность проекции на продольную ось рельса) фиксируемых несплошностей должен быть не более 50 мм.

К.3 Неразрушающий контроль рельсов методом Б

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

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

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

Контролируемые площади сечений рельса условно определяются проекциями номинальных размеров преобразователей.

К.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 ±10 %.

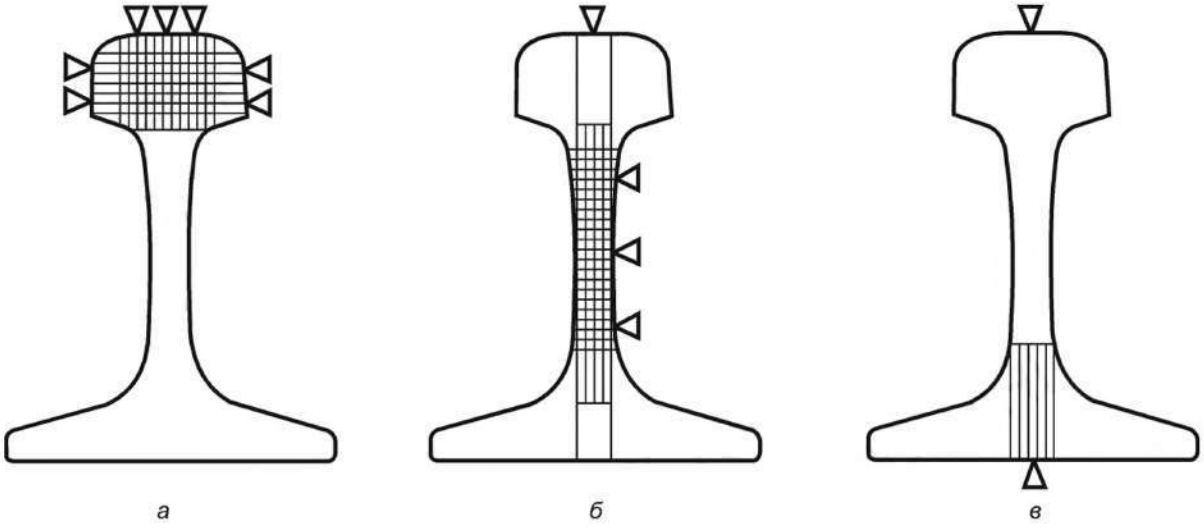
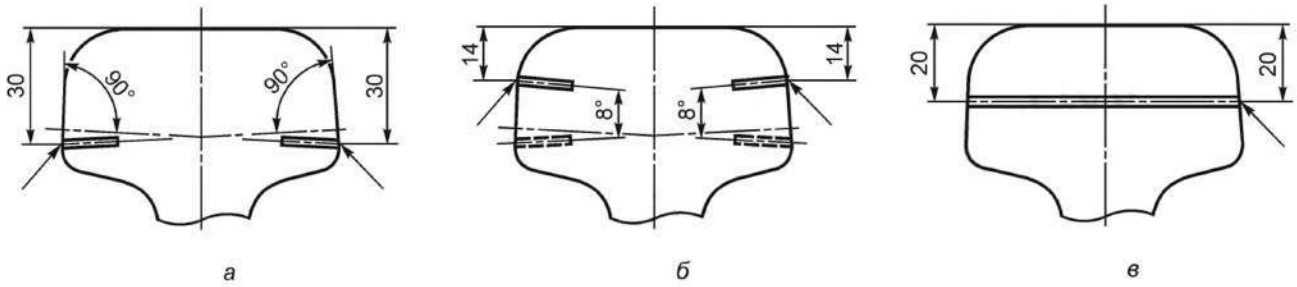


Рисунок К.2 — Схемы сканирования и зоны контроля рельсов методом Б

К.3.4 Чувствительность контроля методом Б должна обеспечивать выявление следующих опорных отражателей диаметром (2,0 ± 0,1) мм:

а) в головке рельсового образца:

1) в виде плоскодонных отверстий глубиной (15,0 ± 1,0) мм, выполненных под углом 90° ± 1° к противоположной грани головки (рисунок К.3*а*);
2) в виде плоскодонных отверстий глубиной (15,0 ± 1,0) мм, выполненных под углом 8° ±1° к оси дефектов, указанных на рисунке К.3*а* (рисунок К.3*б*);
3) в виде сквозного отверстия (рисунок К.3*в*);



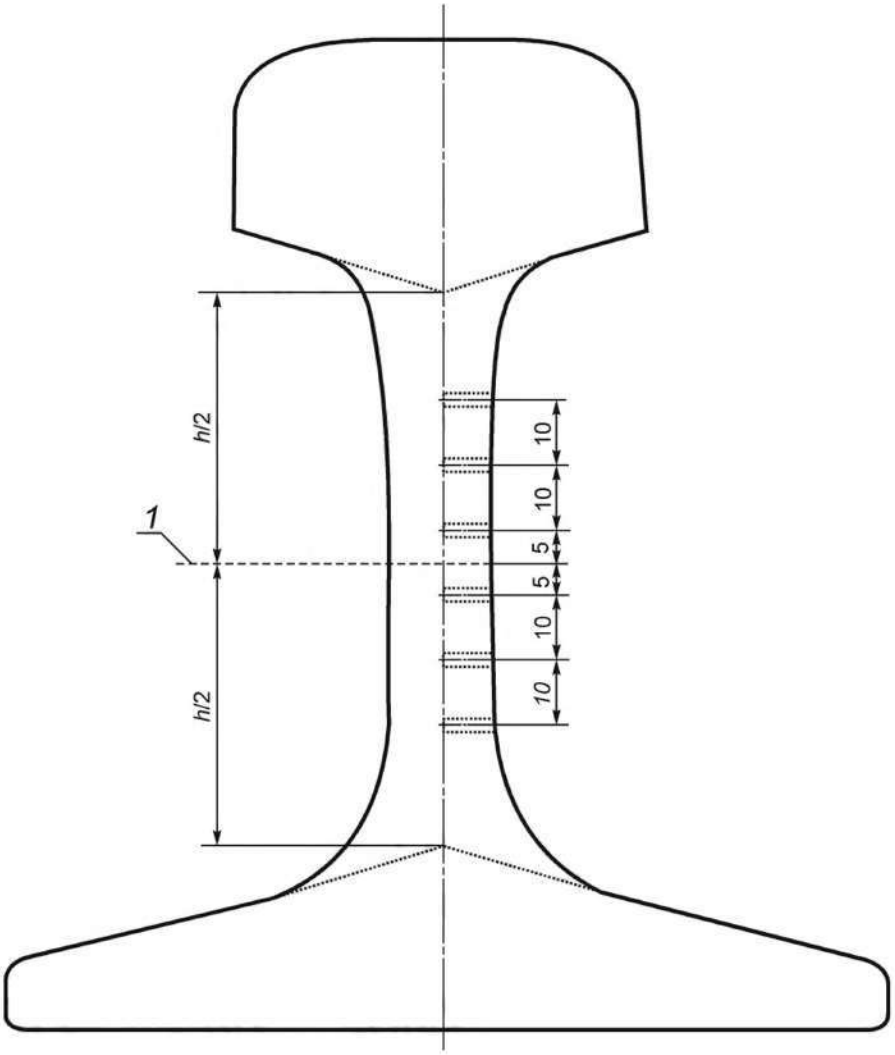
Примечание — Стрелками показаны отверстия. Допуск на размеры составляет ±1,0 мм, ±1°.

Рисунок К.3 — Расположение опорных отражателей в головке образца

б) в шейке рельса: в виде плоскодонных отверстий глубиной до оси симметрии сечения рельса (рисунок К.4);

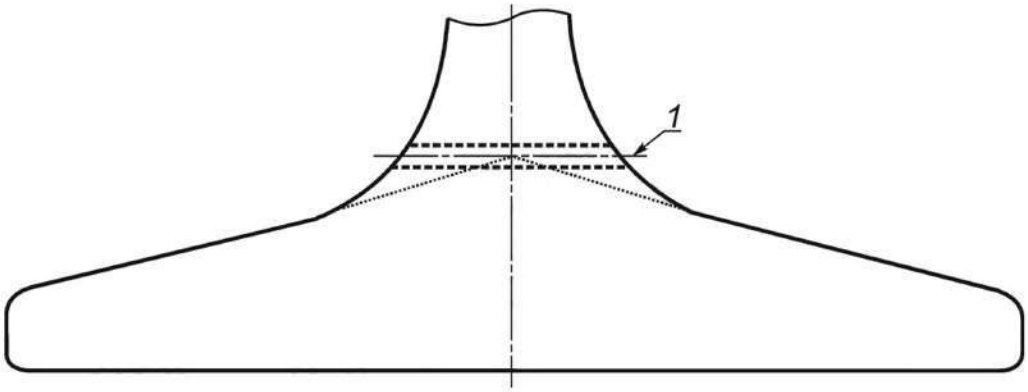
в) в подошве рельса: в виде сквозного отверстия (рисунок К.5).

К.3.5 Контроль рельсов методом Б следует выполнять при условной чувствительности аппаратуры, повышенной на 2—4 дБ относительно уровня чувствительности, обеспечивающего выявление в мерах или настроечных образцах опорных отражателей по К.3.4. Для подтверждения длины неконтролируемых концов рельсов допускается изготавливать отражатели диаметром (4,0 ± 0,1) мм.



1 — средняя линия

Рисунок К.4 — Расположение отражателей в шейке образца



1 — осевая линия отверстия

Рисунок К.5 — Расположение отражателя в подошве образца

К.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 методом А или Б (соответственно) при повышенной на 2 дБ чувствительности по сравнению с чувствительностью, указанной в К.2.3—К.2.4 и К.3.5 (соответственно), и пониженной в два раза скорости перемещения рельса. Допускается повторение контроля после проведения зачистки рельса.

При отсутствии возможности повторного контроля автоматизированными средствами контроля и/или получения отрицательных результатов при повторном контроле, а также по другим несоответствиям, требующим дополнительной проверки, контроль проводят соответствующими методами «вручную» с применением соответствующих средств контроля.

При принятии решений о соответствии или несоответствии условно-дефектных рельсов контролируемым требованиям приоритет имеют результаты, полученные методами контроля «вручную».

К.5 Неразрушающий контроль рельсов методом В

К.5.1 Рельс должен быть подвергнут НК методом В:

- на поверхности катания головки в зоне ± 24 мм (для рельсов типов Р65, Р75) или ±22 мм (для рельсов типа Р50) 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.

К.5.2 НК рельсов методом В должен обеспечивать выявление обеих моделей дефектов, имеющих размеры, указанные в таблице К.1, или одной из них — глубиной 1,0 мм и длиной до 30 мм. Для подтверждения длины неконтролируемых концов рельсов допускается изготавливать модель дефектов в виде поперечной канавки по контуру рельса, глубиной 2,0 мм, шириной до 2,0 мм. Допуск на размеры моделей дефектов по глубине и ширине ±0,1 мм, по длине — ±0,5 мм.

Таблица К.1 — Размеры моделей поверхностных дефектов

В миллиметрах

Расположение модели дефекта	Глубина, мм	Длина, мм, не более	Ширина, мм
Вдоль продольной оси рельса	1,0	30,0	0,5
Перпендикулярно к продольной оси рельса	1,5	30,0	0,5

К.5.3 При обнаружении сигналов о наличии дефектов рельс считают условно-дефектным. Решение о дефектности рельса принимают по результатам визуального контроля. В случае необходимости условно-дефектный рельс подвергают повторному автоматизированному контролю при пониженной в два раза скорости перемещения рельса или ручному (механизированному) контролю. Окончательное решение о соответствии качества поверхности рельса требованиям стандарта принимают по результатам визуального контроля.

К.6 Неразрушающий контроль рельсов методом Г

НК рельсов методом Г должен обеспечивать выявление дефектов в виде отклонений от прямолинейности, от размеров поперечного сечения и скручивания рельсов в соответствии с требованиями настоящего стандарта.

Приложение Л
(обязательное)

Обозначение изготовителя при маркировке рельсов

Л.1 Буквенное обозначение предприятий-изготовителей

буквой «К» — АО «ЕВРАЗ ЗСМК»;

буквой «Т» — АО «ЕВРАЗ НТМК»;

буквой «Ч» — ПАО «ЧМК».

Л.2 Для других предприятий-изготовителей буквенное обозначение устанавливается в технической документации на рельсы, согласованной в порядке по ГОСТ 33477.

Л.3 Допускается вместо буквенного обозначения наносить официально зарегистрированный в установленном порядке товарный знак предприятия-изготовителя.

Приложение М
(обязательное)

Метод металлографического определения загрязненности рельсов неметаллическими включениями по шкале включений

М.1 Общие положения

М.1.1 Настоящим методом определяют загрязненность рельсов отдельными глобулярными включениями и строчками глобулярных включений.

Под оцениваемым неметаллическим включением понимается отдельная подлежащая оценке структура, состоящая из одной или нескольких неметаллических частиц.

М.1.2 Параметры и характеристики включений:

а) *n* — количество включений;

б) *L* — длина включений, мкм.

Примечание — Длина как размер включения в главном направлении деформации, всегда больше, чем ширина.

в) *w* — ширина включений, мкм.

Примечания

1 Ширина включения — максимальная ширина перпендикулярно к главному направлению деформации. Это значение может определяться только для ручной оценки.

2 Для включений только с одной частицей ширина — это максимальная ширина, измеренная перпендикулярно главному направлению деформации. Ширину включения с двумя частицами определяют по ширине наибольшей частицы (см. рисунок М.2).

3 Ширину одной строчки включений определяют как ширину вписанного в ограничивающий прямоугольник эллипса с той же длиной, как у строчки включений (см. рисунок М.1*б*).

Ширину включения из нескольких строчек определяют, как указано на рисунке М.3.

г) *d* — диаметр включений, мкм.

Примечание — Диаметр классифицируют как максимальный размер отдельного глобулярного включения.

д) *α* — площадь включений, мкм^2.

Примечание — Площадь включений рассчитывают, как площадь поверхности вписанного в ограничивающий прямоугольник эллипса с той же длиной, что и у включения (см. рисунок М.1).

е) *e* — расстояние между частицами в главном направлении деформации, *t* — в направлении перпендикулярном к нему, мкм, (см. рисунки М.2 и М.3);

ж) x — переменная.

М.1.3 Расположение, форма и цвет включений:

- β — строчки черных глобулярных включений EB;
- β — строчки цветных глобулярных остроугольных включений EFB;
- δ — отдельные черные глобулярные включения ED.

М.1.4 Отнесение формы включения к глобулярным включениям проводят по соотношению длины включения (*L*) к его ширине *L*/*w* менее 1,3 в соответствии с указанным на рисунке М.1*а*.

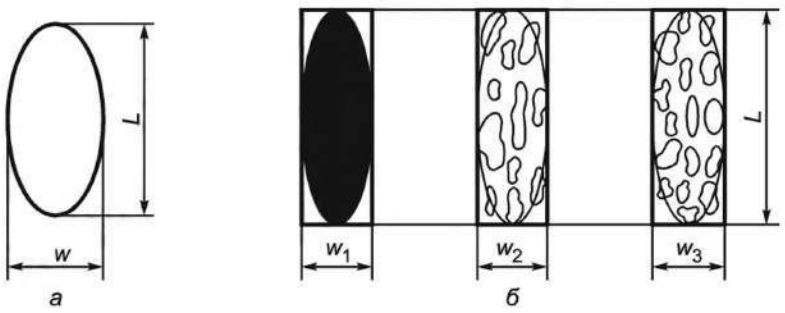
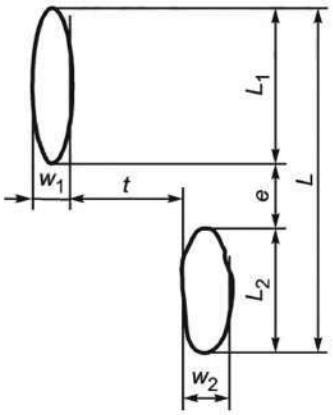


Рисунок М.1 — Определение формы глобулярных неметаллических включений

Площадь трех различных глобулярных включений α, мкм^2 (рисунок М.1*б*) с одинаковой длиной L, шириной $w = w_1 = w_2 = w_3$ и площадью $\alpha = \alpha_1 = \alpha_2 = \alpha_3$, определяют по формуле

$$\alpha = L \cdot w \cdot \pi/4 \approx 0{,}8 \cdot L \cdot w. \quad (М.1)$$

М.1.5 Включения, состоящие из одной или нескольких частиц, оценивают на основе условий расстояния в главном направлении деформации (e) и перпендикулярно к главному направлению деформации (t) в соответствии с рисунком М.2



Примечания

1 Если $e \le 40$ мкм, $t \le 10$ мкм, $w_2 > w_1$, то $L = L_1 + e + L_2$, и $w = w_2$, то две частицы образуют одну строчку включений и их считают одним включением.

2 Если $e > 40$ мкм или $t > 10$ мкм, $L_1 = L_1$, $w_1 = w_1$, $L_2 = L_2$, $w_2 = w_2$, то две частицы не образуют строчку включений и их считают как два включения.

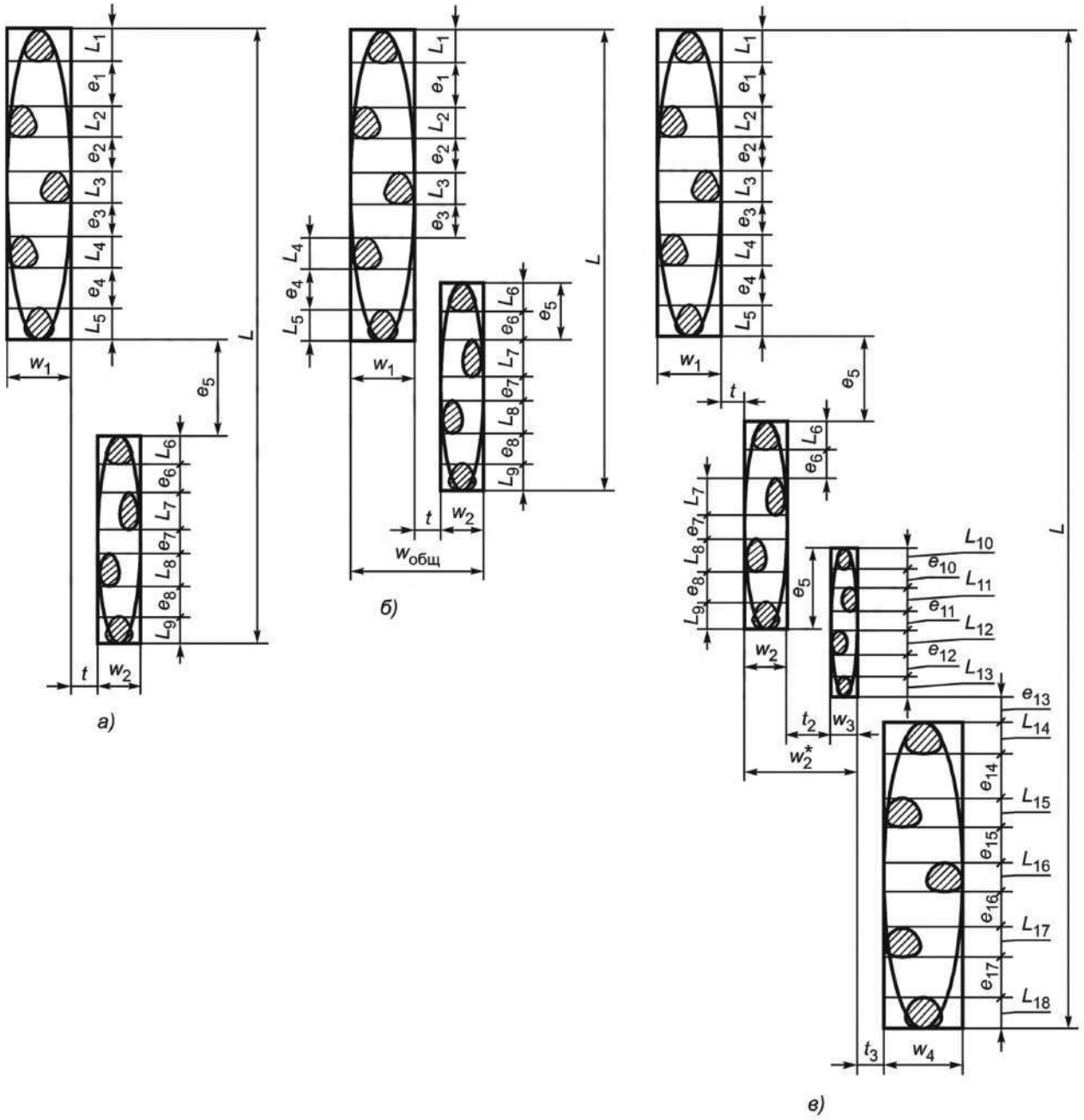
Рисунок М.2 — Определение включений с двумя частицами на основе условий расстояния

М.1.6 Определение параметров скопления строчек включений проводят на основе условий расстояния в главном направлении деформации (e) и перпендикулярно к главному направлению деформации (t) в соответствии с рисунком М.3.

М.1.7 Включения, которые состоят из различных видов частиц, классифицируют в соответствии с преобладающей на поверхности формой и дополнительно, если необходимо, по цвету.

М.1.8 Включения групп EB и ED регистрируют по длине включений, начиная с 3 строки шкалы.

Из оценки исключают все частицы длиной или диаметром менее 3 мкм или шириной менее 2 мкм.



Примечания

1 Если для включений, приведенных на рисунке М.3*а*, $w_1 > w_2$, $0 \le e_5 \le 40$ мкм и $t \le 10$ мкм, то общую ширину строчки включений принимают равной w_1.

2 Если для включений, приведенных на рисунке М.3*б*, $w_1 > w_2$, $e_5 < 0$ мкм, и $t \le 10$ мкм, то общую ширину строчки включений $w_{общ}$ принимают равной $w_1 + t + w_2$.

3 Если для включений, приведенных на рисунке М.3*в*, $w_2^* = w_2 + t_2 + w_3$ и $w_2^* \ge w_4 > w_1 > w_2 > w_3$, $e_9 < 0$, $0 \le e_5$ и $e_{13} < 40$ мкм и t_1, t_2 и $t_3 \le 10$ мкм, то общую ширину строчки включений принимают равной w_2^*.

4 Если все $t \le 10$ мкм и все значения от e_1 до e_{17} все ≤ 40 мкм, то длину включений $L = L_1 + e_1 + L_2 + e_2 \ldots e_{17} + L_{18}$, определяют по формуле

$$L = L_n + \sum_{x=1}^{n-1} (L_x + e_x). \qquad (М.2)$$

Рисунок М.3 — Определение строчек включений на основе условий расстояния

М.2 Определение загрязненности неметаллическими включениями с помощью визуального контроля методами оценки *P* и *K*

Оценку загрязненности рельсов неметаллическими включениями осуществляют с помощью металлографического микроскопа путем сравнения с изображениями на полноразмерной шкале неметаллических включений* (далее — шкала). Изображение шкалы приведено на рисунке М.4.

Определение загрязненности рельсов строчечными глобулярными оксидными (группы EB), строчечными (остроугольными) цветными нитридными и карбонитридными (группы EFB-β) и отдельными глобулярными оксидными (группы ED) включениями выполняют методом металлографического анализа путем сравнения со шкалой с помощью визуального контроля.

Для контроля загрязненности рельсов соответствующими включениями наблюдают нетравленую поверхность шлифа, площадь которой должна быть не менее 15×15 мм, с помощью металлографического микроскопа при увеличении х100.

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 (средние значения) загрязненности включениями групп EB и ED (K_a^{EB} и K_a^{ED}).

Определение указанных параметров неметаллических включений проводят на заданном количестве шлифов сравнением со шкалой. Необходимые средства измерения: металлографический 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.

М.2.1 Сущность методов

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

Методом оценки К 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 нетравленую 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 мм^2). Площадь области измерения не менее 225 мм^2. 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 со строки 3 шкалы.

---

* Полноразмерная шкала к настоящему стандарту включена в Федеральный информационный фонд стандартов.

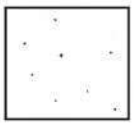
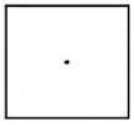
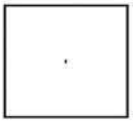
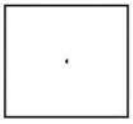
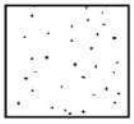
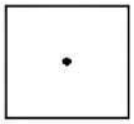
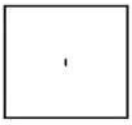
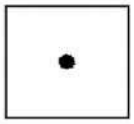
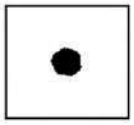
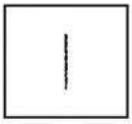
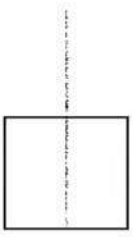
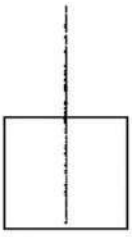
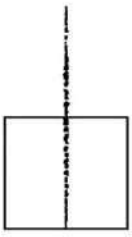
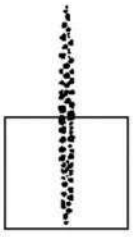
Строка	Отдельные глобулярные включения	Строка глобулярных включений				Количество глобулярных включений	Включения в поле контроля
	Тип включений						
	δ	β	β	β	β		
	Столбец						
	1	2	3	4	5	6	7
1							**8**
2							**16**
3							**32**
4							
5							
6							
7							
8							
9							

Рисунок М.4 — Изображение шкалы неметаллических включений в рельсах

М.2.2 Определение параметра P_L (максимальная длина)

В пределах анализируемой площади шлифа находят включения, соответствующие группам EB и EFB-β (столбцы 2—5) шкалы. Регистрируют только номер строки, соответствующей самому крупному включению для каждой группы на поверхности измерения. Номер строки записывают в таблицу М.1.

Процедуру проводят для каждого шлифа. Количество шлифов установлено в таблице 15.

Определяют значение длины включений по соответствующей строке шкалы и записывают ее в таблицу М.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 для каждой группы.

Таблица М.1 — Бланк для регистрации и расчета результатов определения параметров P_L и P_d наибольших включений

Номер шлифа	Группа ED, столбцы 1, 6, 7		Группа EB, столбцы 2—5		Группа EFB-β, столбцы 2—5	
	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 значение						

М.2.3 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 со шкалой по столбцу 1, начиная со строки 1.

В таблицу М.1 записывают значение диаметра самого крупного включения, соответствующее шкале.

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.

М.2.4 Определение коэффициентов (среднего значения) 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 ED и EB (столбцы 1, 6, 7 и 2—5, соответственно), начиная со строки 3 шкалы.

Сравнением со шкалой классифицируют каждое включение в пределах каждого поля зрения с присвоением номера строки — q и номера столбца — k.

В таблицу М.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 6—7. Также в таблицу М.2 записывают площадь одного поля зрения, равную 0,5 мм^2, и общую сканированную площадь на заданном количестве шлифов, равную сумме площадей всех оцениваемых шлифов ($S = S_1 + S_2 + \ldots + S_n$, где S_1, S_2, …, S_n — площади оцениваемых шлифов соответственно, 1, 2, …, n — номера оцениваемых шлифов)

Значения длины L (мкм), ширины w (мкм), площади a (мкм^2) включений приведены в таблице М.3. Включения с соотношением $L/w \geq 1{,}3$ относят к вытянутым или строчечным, с соотношением $L/w < 1{,}3$ — к глобулярным включениям.

Таблица М.2 — Бланк для расчета коэффициентов (средних значений) загрязненности K_a^{EB} и K_a^{ED}

№ строки	Группа ED, столбец 1			Группа ED, столбец 6			Группа EB, столбец 2			Группа EB, столбец 3			Группа EB, столбец 4			Группа EB, столбец 5		
	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 вкючений: строка 3																		

Из таблицы М.3 в таблицу М.2 записывают значение площадей классов. Затем умножают общее число оксидных включений на соответствующую площадь класса (см. таблицу М.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 М.2 значение сканированной площади. Вычисляют значения K_a^{EB} и K_a^{ED} делением взвешенной суммы площадей включений на сканированную площадь.

М.3 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 нетравленой 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 М.1.1, М.1.2, М.1.3.

Анализ должен включать следующие этапы:

- калибровка анализатора изображения по объект-микрометру;
- установка шлифа(ов) 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.

Таблица М.3 — Длина L, ширина w, площадь a для изображений шкалы

Показатели включений			Глобулярные включения. Столбец 1 $d \geq 3$ мкм	Отдельные и групповые строчки глобулярных включений. Столбцы от 2 до 6. Длина $L \geq 3$ мкм и ширина $w \geq 2$ мкм				
Строка q	Длина L, мкм	Ширина w, мкм, площадь a, мкм^2	1	2	3	4	5	6
1	5,50	w, мкм	5,50	—	—	2,0	—	—
		α, мкм^2	24			9,0		
2	11	w, мкм	11	—	—	3,0	8,0	—
		α, мкм^2	95			25	71	
3	22	w, мкм	22	—	—	4,0	12	—
		α, мкм^2	380			71	200	
4	44	w, мкм	44	—	2,0	6,0	16	—
		α, мкм^2	1525		71	200	565	
5	88	w, мкм	88	—	3,0	8,0	23	65
		α, мкм^2	6100		200	565	1600	4525
6	176	w, мкм	176	—	4,0	12	33	93
		α, мкм^2	24500		565	1600	4525	12800
7	353	w, мкм	—	2,0	6,0	16	46	131
		α, мкм^2		566	1600	4525	12800	36200
8	705	w, мкм	—	3,0	8,0	23	65	—
		α, мкм^2		1600	4525	12800	36200	

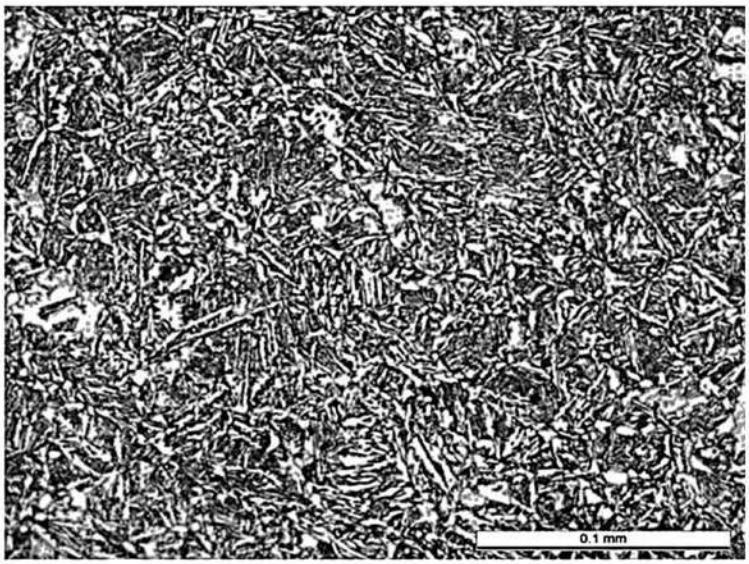
Окончание таблицы М.3

Показатели включений			Глобулярные включения. Столбец 1 $d \geq 3$ мкм	Отдельные и групповые строчки глобулярных включений. Столбцы от 2 до 6. Длина $L \geq 3$ мкм и ширина $w \geq 2$ мкм				
Строка q	Длина L, мкм	Ширина w, мкм, площадь a, мкм^2	1	2	3	4	5	6
9	1410	w, мкм	—	4,0	12	33	93	—
		α, мкм^2		4525	12800	36200	102400	
Примечание — Включения с соотношением L/w <1,3 считаются глобулярными включениями. Значения в таблице М.3 являются обязательными для всех оценок.								

Приложение Н
(обязательное)

Характерные микроструктуры, содержащие бейнит

Н.1 Характерные микроструктуры, содержащие бейнит, приведены на рисунках Н.1—Н.6.



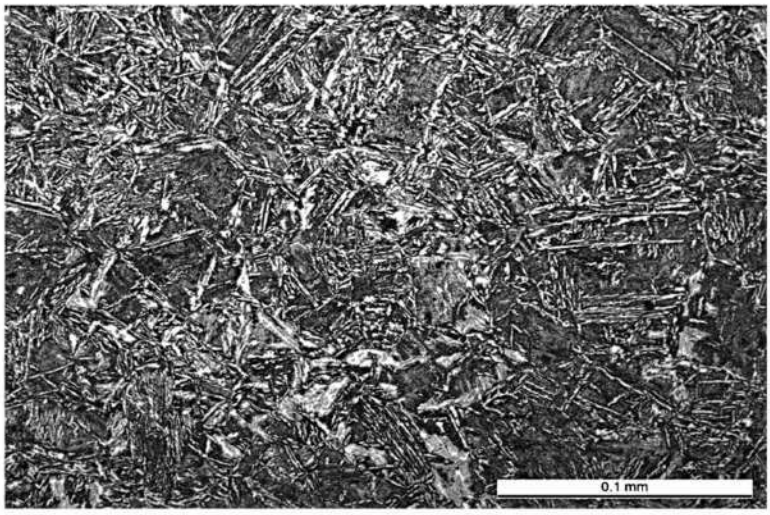
Классификация – недопустимо

Рисунок Н.1 — Верхний бейнит с участками феррита, х500



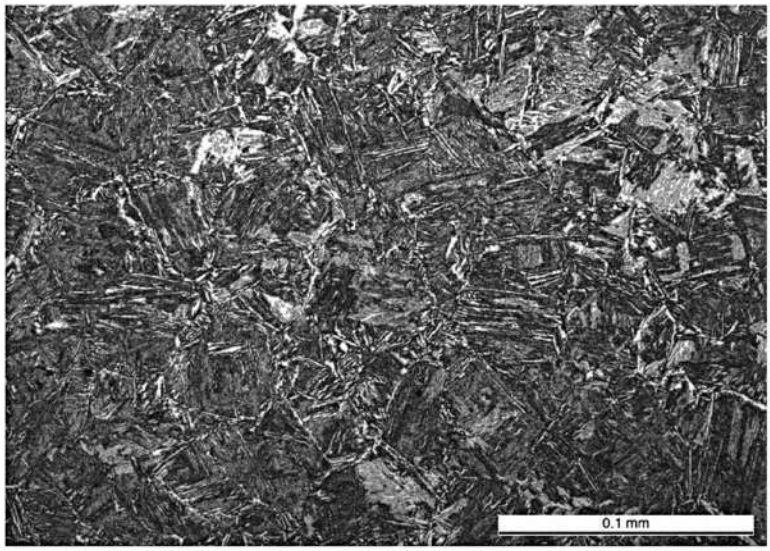
Классификация – недопустимо

Рисунок Н.2 — Верхний бейнит с участками феррита, х500



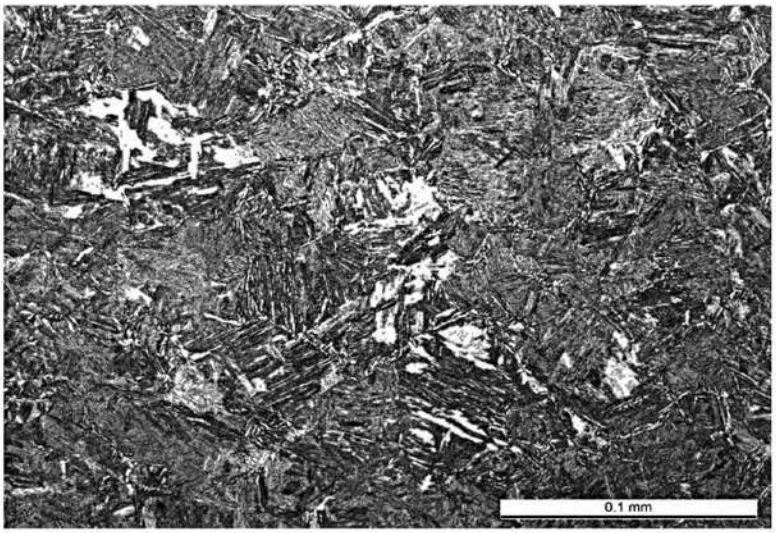
Классификация – недопустимо

Рисунок Н.3 — Верхний и нижний бейнит, х500



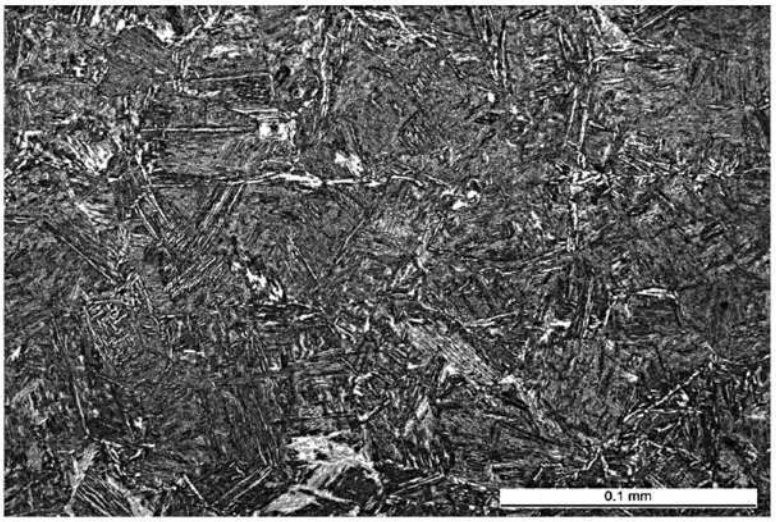
Классификация – недопустимо

Рисунок Н.4 — Верхний и нижний бейнит, х500



Классификация – недопустимо

Рисунок Н.5 — Нижний бейнит, мартенсит с участками феррита, х500



Классификация – недопустимо

Рисунок Н.6 — Нижний бейнит с участками феррита, х500

Приложение П
(обязательное)

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

П.1 Сущность метода

П.1.1 Сущность метода проведения полигонных испытаний партии рельсов, уложенных в путь на испытательном полигоне, заключается в определении величины вероятности безотказной работы рельсов по результатам выявления и изъятия из пути рельсов, достигших предельных состояний для изъятия из пути при пропуске по ним испытательного подвижного состава.

П.2 Общие требования к проведению испытаний

П.2.1 Полигонным испытаниям подвергают железнодорожные рельсы, соответствующие требованиям настоящего стандарта или технических условий, в целях подтверждения соблюдения требованиям 5.1.3 настоящего стандарта.

Полигонные испытания проводят на испытательном полигоне испытательного центра (далее — ИЦ), аккредитованного в установленном порядке.

П.2.2 Полигонные испытания включают:

- визуальный контроль с оценкой качества поверхности поступивших рельсов для проведения испытаний;
- идентификацию по данным акта отбора образцов и маркировке по 5.13 рельсов, поступивших на испытания с составлением акта идентификации;
- укладку образцов рельсов на участок пути испытательного полигона для достижения целей испытаний;
- подготовку испытательного подвижного состава;
- пропуск испытательного состава по пути испытательного полигона;
- контроль технического состояния испытательного подвижного состава, верхнего строения пути, образцов рельсов, примыкающих к образцам рельсов участка испытательного полигона;
- изъятие рельсов из пути с оформлением акта изъятия с последующей заменой на запасные из партии отобранных образцов рельсов для продолжения испытаний до завершения;
- осмотр с составлением акта технического состояния изъятых рельсов, проведение исследования причин достижения предельных состояний изъятых рельсов, оформление заключения об изъятии рельсов из пути с указанием причин, установленных исследованием;
- обработку результатов полигонных испытаний с оформлением протокола.

П.3 Условия проведения испытаний в целях подтверждения соответствия

П.3.1 Отбор рельсов для полигонных испытаний

П.3.1.1 Полигонные испытания проводят на образцах рельсов, отобранных по 6.7.6 в целях подтверждения соответствия требованиям 5.1.3.

П.3.1.2 Для полигонных испытаний в соответствии с 6.7.6 отбирают 38 рельсов, из них 30 рельсов для укладки в путь, включая необходимое количество укороченных рельсов и восемь рельсов — для замены достигших предельных состояний и изъятых рельсов.

Отобранные рельсы представляют на испытания с приложением документов, установленных органом по сертификации и паспорта рельсов по 8.1.5.

П.3.2 Идентификация, маркировка и хранение рельсов

П.3.2.1 Идентификацию рельсов, поступивших на испытания, проводят в соответствии с П.2.2 с составлением акта идентификации объекта испытаний по форме, установленной ИЦ, который должен содержать: сравнение основных характеристик прибывших на испытания рельсов со следующими фактическими характеристиками, приведенными в маркировке и в сопроводительной документации:

а) наименование, тип, категория;

б) наименование изготовителя;

в) документ, в соответствии с которым изготовлены рельсы;

г) сведения о принадлежности к соответствующей партии рельсов по акту отбора образцов рельсов на испытания;

д) сведения о принадлежности к соответствующему технологическому процессу (при необходимости).

П.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 за зоной рельсовой накладки.

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

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

П.3.3 Укладка испытываемых рельсов в путь

П.3.3.1 Тридцать рельсов, отобранных в соответствии с П.3.1.2 и идентифицированных П.3.2.1 укладывают в путь в соответствии с требованиями технической документации на железнодорожный путь испытательного полигона.

По окончании укладки выполняют контроль состояния верхнего строения пути участка с испытываемыми рельсами по показателям П.5.2.1—П.5.2.4. Результаты укладки оформляют актом укладки рельсов по форме, установленной ИЦ. Акт укладки должен содержать данные по расположению партии образцов рельсов каждого из испытываемых рельсов по длине пути ИЦ с характеристиками участка.

П.3.4 Требования к испытательному составу. Подготовка испытательного состава

П.3.4.1 Испытания проводят при воздействии на рельсы технически исправным испытательным подвижным составом, характеристики которого приведены в таблице П.1.

Таблица П.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.	

П.3.4.2 Взвешивание испытательного состава

Каждый вновь загруженный вагон, включаемый в испытательный состав, подлежит трехкратному взвешиванию на весах, позволяющих определять осевую нагрузку подвижного состава, с целью определения фактических величин нагрузок на ось и массы вагона по ГОСТ 33760. 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.

П.3.4.3 Состояние и техническое обслуживание испытательного состава

Состояние ходовых частей локомотива и вагонов испытательного состава должно удовлетворять требованиям технической документации на подвижной состав.

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 ежесуточно перед началом движения.

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

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

П.4 Средства измерений

П.4.1 Методики испытаний и измерений для контроля и оценки соответствия рельсов должны быть аттестованы по ГОСТ Р 8.563.

Испытательное оборудование (средства испытаний) должно быть аттестовано (поверено) по ГОСТ Р 8.568.

Метрологическое обеспечение испытаний осуществляется по ГОСТ Р 51672, а применяемые СИ и СДК должны быть поверены и/или откалиброваны.

При проведении испытаний применяют испытательное оборудование и СИ, метрологические характеристики которых приведены в таблице П.2.

Таблица П.2 — Контролируемые показатели и метрологические характеристики испытательного оборудования и средств измерений

Контролируемый показатель	Основная характеристика испытательного оборудования и средств измерений
Внутренние дефекты в рельсах	Количество каналов — не менее 8. Номинальная частота ультразвуковых колебаний 2,5 МГц. Погрешность средства измерений — не более 0,25 МГц.
Поверхностные дефекты на рельсах	Погрешность средства измерений — не более 0,1 мм
Геометрия поверхности катания рельсов	Погрешность средства измерений — не более 0,1 мм
Боковой и вертикальный износ головки рельсов	Погрешность средства измерений — не более 0,1 мм
Ширина колеи	Погрешность средства измерений — не более 1,0 мм
Взаимное положение рельсов по уровню	Погрешность средства измерений — не более 2,0 мм
Подуклонка рельсов	Погрешность средства измерений — не более 0,1 мм
Зазоры в стыках	Погрешность средства измерений — не более 0,5 мм
Ступеньки в стыках	Погрешность средства измерений — не более 0,1 мм
Затяжка стыковых скреплений	Погрешность средства измерений — не более 3 %
Затяжка промежуточных скреплений	
Масса (нагрузка на ось) вагонов испытательного состава	Погрешность средства измерений — не более 5 %
Условия окружающей среды при проведении испытаний	Погрешность средства измерений — не более 3 %

П.5 Состояние пути при проведении испытаний

П.5.1 Техническое состояние всего пути и участка пути испытательного полигона уложенными на испытания рельсами, должно соответствовать требованиям технической документации на испытательный путь ИЦ.

Оценка технического состояния пути испытательного полигона, включая участка с испытываемыми рельсами осуществляется диагностическими средствами, по результатам которой, при необходимости по требованиям технической документации на полигон, проводят техническое обслуживание и ремонт пути в техническом состоянии, соответствующим условиям проводимых испытаний.

Технические характеристики пути испытательного полигона:

- конструкция пути — звеньевая, с рельсами длиной 25 метров;
- балласт — щебеночный фракцией от 40 до 70 мм;
- шпалы — железобетонные;
- обязательное наличие систем смазывания рельсов для снижения износа;
- отсутствие просроченных видов технического обслуживания пути.

П.5.2 Характеристики пути, контролируемые при проведении испытаний

П.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 торца рельса, 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).

П.5.2.2 Рельсовая колея в контрольных сечениях по каждому звену 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).

П.5.2.3 Состояние каждого стыка участка пути по показателям:

а) зазор в стыке;

б) вертикальная и горизонтальная ступенька в стыке.

П.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).

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

Вид смазки — из числа горючесмазочных материалов, допущенных для применения в технических средствах лубрикации.

П.5.4 Периодичность контроля характеристик состояния пути

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

П.5.4.2 Контроль состояния рельсов и рельсовой колеи по П.5.2.1, П.5.2.2, П.5.2.3, П.5.2.4 проводят с применением средств измерений, основные характеристики которых приведены в таблице П.2, и визуально. Контроль проводят после наработки от 2 до 5 млн т брутто, и далее с периодичностью (50 ± 5) млн т брутто.

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

П.6 Изъятие и контроль рельсов, достигших предельных состояний при проведении испытаний

П.6.1 Порядок учета дефектности рельсов

П.6.1.1 При определении показателя «γ-процентная наработка рельсов до отказа при γ, равной 100 %» согласно 5.1.3 в расчет количества изъятых рельсов принимаются рельсы с учетными по П.6.1.2 дефектами, 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.

П.6.1.2 Окончательное отнесение изъятого рельса к учетному (учитываемому при расчете вероятности безотказной работы рельсов) устанавливается только по результатам металлографического исследования пробы от рельса с подтвержденным дефектом производственного происхождения.

При металлографическом исследовании при необходимости проводится оценка соответствия рельса установленным требованиям по химическому составу, неметаллическим включениям, макроструктуре и микроструктуре, механическим свойствам (с обеспечением корректного изготовления образцов для испытаний по методам 7.4—7.6, 7.8, 7.9 (кроме точки 1), 7.12.1.

Допускается проведение исследований с использованием средств электронной микроскопии.

П.6.2 Порядок выявления дефектных рельсов

П.6.2.1 Поверхностные дефекты рельсов выявляют визуально, с определением размеров дефектов СИ и СДК с фотофиксацией.

П.6.2.2 Внутренние дефекты испытываемых рельсов выявляют ультразвуковым методом и средствами контроля, аттестованными по ГОСТ Р 8.563 и ГОСТ Р 8.568.

В случае отсутствия акустического контакта по поверхностным дефектам, которые не позволяют провести оценку внутренних дефектов, такие рельсы могут заменяться на рельсы из числа отобранных по П.3.1.2 для проведения испытаний в общем количестве не менее 30 рельсов.

П.6.2.3 Изъятые учетные рельсы включают в общую совокупность N_i при расчете определяемых показателей γ-процентной наработки в случае возникновения в них учетных дефектов, приведенных в П.6.1.1.

П.6.3 Продолжительность проведения испытаний

П.6.3.1 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 ежесуточно (нарастающим итогом).

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

П.6.3.2 Продолжительность испытаний определяется наработкой до учетного отказа или до достижения наработки 150 млн т брутто.

П.6.3.3 По окончании испытаний составляют акт о завершении полигонных испытаний рельсов по форме, установленной в П.7.3.

П.7 Оформление результатов испытаний рельсов

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

$$P = \left(1 - \frac{N_i}{N_0}\right) \cdot 100, \qquad (П.1)$$

где N_i — количество изъятых дефектных рельсов с учитываемыми по П.6.1.1 дефектами, шт.;

N_0 — количество рельсов, лежащих в пути, 30 шт.

П.7.2 Протокол полигонных испытаний рельсов оформляют в соответствии с требованиями ГОСТ ISO/IEC 17025.

Состав сведений об объекте испытаний, применяемых методах, средствах и условиях испытаний, результатах испытаний должен содержать:

а) наименование и обозначение протокола испытаний и измерений, при этом обозначение документа повторяется на каждой странице;

б) наименование и адрес аккредитованной испытательной лаборатории (центра), сведения об аккредитации (наименование органа по аккредитации, номер аттестата аккредитации, дату выдачи аттестата аккредитации (или реквизиты приказа об аккредитации, или уникальный номер записи об аккредитации в реестре аккредитованных лиц) и срок действия аттестата аккредитации (при наличии);

в) сведения о заявителе на проведение испытаний и измерений;

г) реквизиты акта идентификации образцов рельсов, поступивших на испытания, сведения об изготовителе и дату изготовления рельсов;

д) дату получения рельсов для проведения испытаний и измерений;

е) сведения о проверяемых показателях и требованиях к ним, а также сведения о нормативных документах, содержащих эти требования;

ж) дату (период) проведения испытаний и измерений;

и) сведения об использованных при испытаниях и измерениях методах и методиках испытаний и измерений;

к) сведения о хранении рельсов до проведения испытаний и измерений, о подготовке рельсов к испытаниям, а также сведения о месте проведения испытаний и измерений, об условиях окружающей среды во время проведения испытаний и измерений;

л) сведения об использованном собственном и арендованном испытательном оборудовании и средствах измерений;

м) сведения об испытаниях и измерениях, выполненных другой аккредитованной испытательной лабораторией (центром) (при наличии);

н) результаты проведения испытаний и измерений, подкрепленные при необходимости таблицами, графиками, фотографиями и другими материалами;

п) заявление о том, что протокол испытаний и измерений касается только образцов, подвергнутых испытаниям и измерениям;

р) подпись руководителя аккредитованной испытательной лаборатории (центра), заверенную печатью организации (при наличии);

с) сведения о должностях и подписи ответственных исполнителей, проводивших исследования (испытания) и измерения;

т) сведения о должности и подпись лица (лиц), ответственного за подготовку протокола исследований (испытаний) и измерений от имени аккредитованной испытательной лаборатории (центра) (при необходимости);

у) дату выпуска протокола исследований (испытаний) и измерений;

ф) сведения о том, что внесение изменений в протокол исследований (испытаний) и измерений оформляется отдельным документом (новым протоколом, отменяющим и заменяющим предыдущий);

х) заявление, исключающее возможность частичной перепечатки протокола исследований (испытаний) и измерений.

К протоколу исследований (испытаний) и измерений должны быть приложены:

а) заверенная копия акта отбора образцов продукции, составленного в соответствии с установленными требованиями;

б) заверенная копия акта о готовности продукции, составленного заявителем (изготовителем);

в) заверенная копия акта идентификации образца продукции, поступившего на испытания, составленного испытательной лабораторией (центром).

П.7.3 Форма акта о завершении испытаний рельсов приведена на рисунке П.1

Наименование и адрес ИЦ

А К Т
о завершении полигонных испытаний рельсов на испытательном полигоне

Настоящий акт составлен о том, что «___»_____ 20__ г. испытания рельсов партии шифра «_____», уложенных на _____
(место расположения 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.

Т а б л и ц а – 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.

Рисунок П.1 — Форма акта о завершении испытаний

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

Редактор *Л.В. Коретникова*
Технический редактор *В.Н. Прусакова*
Корректор *С.В. Смирнова*
Компьютерная верстка *Л.А. Круговой*

Сдано в набор 15.12.2022. Подписано в печать 10.01.2023. Формат 60×84⅛. Гарнитура Ариал.
Усл. печ. л. 13,49. Уч.-изд. л. 12,21.

Подготовлено на основе электронной версии, предоставленной разработчиком стандарта

Создано в единичном исполнении в ФГБУ «Институт стандартизации»
для комплектования Федерального информационного фонда стандартов,
117418 Москва, Нахимовский пр-т, д. 31, к. 2.
www.gostinfo.ru info@gostinfo.ru