

УфИПС – филиал СамГУПС

КУРС ЛЕКЦИЙ

по МДК 03.03 Неразрушающий контроль рельсов

для студентов специальности

08.02.10 Строительство железных дорог, путь и путевое хозяйство

*Базовая подготовка
среднего профессионального образования*

Уфа
2019

ОДОБРЕНО

на заседании ЦМК Строительство железных
дорог, путь и путевое хозяйство

Протокол № ___ от «___» _____ 20__ г.

Председатель

_____ М.Д. Боленко

Методические указания по
междисциплинарному курсу 03.03.
Неразрушающий контроль рельсов
разработаны на основе рабочей программы
профессионального модуля ПМ.03. по
специальности 08.02.10 Строительство
железных дорог, путь и путевое хозяйство

ОДОБРЕНО

Методическим советом техникума

Протокол № ___ от «___» _____ 20__ г.

УТВЕРЖДАЮ

Зам. директора по УР

_____ Ткачева Л.В.

«___» _____ 20__ г.

Составитель (автор):

Миниярова Ю.А. - преподаватель УФИПС - филиала СамГУПС.

Рецензенты:

Внутренний - преподаватель УФИПС - филиала СамГУПС, высшая квалификационной категории, Боленко М.Д.

Внешний – Заместитель начальника Уфимской дистанции пути структурного подразделения Куйбышевской дирекции инфраструктуры структурного подразделения Центральной дирекции инфраструктуры - филиала ОАО «РЖД», Мандзюк А.Б.

СОДЕРЖАНИЕ

Ведение	5
Тема 1. Основы неразрушающего контроля рельсов	6
1.1. Положение о системе неразрушающего контроля рельсов и эксплуатации средств рельсовой дефектоскопии в путевом хозяйстве.	8
1.2. Дефекты рельсов и элементов стрелочных переводов. Классификация дефектов рельсов и повреждений, признаки дефектных и остродефектных рельсов и их маркировка.	10
1.2.1. Причины появления дефектов в рельсах и стрелочных переводах.	10
1.2.2. Классификация дефектов рельсов и повреждений.	13
1.2.3. Признаки дефектных и остродефектных рельсов, их маркировка.	59
1.2.4. Классификация дефектов элементов стрелочных переводов.	61
1.3. Электромагнитные методы дефектоскопии рельсов. Классификация методов.	69
1.3.1. Электромагнитный метод.	70
1.3.2. Магнитный метод.	71
1.3.3. Магнитодинамический метод.	72
1.3.4. Вихретоковый метод.	75
1.3.5. Магнитные и совмещенные вагоны-дефектоскопы.	75
1.4. Физические основы ультразвуковой дефектоскопии рельсов.	79
1.4.1. Свойства ультразвуковых волн.	82
1.4.2. Излучатели и приемники ультразвука. Понятие о пьезоэффекте.	85
1.4.3. Понятие о резонансе.	86
1.4.4. Понятие о добротности.	89
1.4.5. Классификация методов ультразвукового контроля.	89
1.4.6. Эхо-метод ультразвукового контроля.	90
1.4.7. Теневой метод ультразвукового контроля.	97
1.4.8. Зеркально-теневой метод ультразвукового контроля	98
1.4.9. Зеркальный метод ультразвукового контроля.	101
1.4.10. Дельта-метод ультразвукового контроля.	103
1.5. Стандартные образцы, используемые при неразрушающем контроле рельсов.	104
1.5.1. Стандартный образец СО-1.	104
1.5.2. Стандартный образец СО-1Р	105
1.5.3. Стандартный образец СО-2.	105
1.5.4. Стандартный образец СО-3.	106
1.5.5. Стандартный образец СО-3Р.	106
1.6. Настройка параметров контроля.	107
1.6.1. Определение точки выхода луча ПЭП.	107
1.6.2. Определение угла ввода луча ПЭП.	108
1.6.3. Определение «мертвой зоны».	109
1.6.4. Определение точности работы глубиномера.	109
1.6.5. Определение условной чувствительности.	110
1.6.6. Определение минимального условного размера дефекта, фиксируемый при заданной скорости контроля.	113
1.6.7. Определение частоты возбуждаемых ультразвуковых колебаний.	114
1.6.8. Определение длительности зондирующего импульса.	115
1.6.9. Контроль головки рельса.	115
1.6.10. Контроль шейки и подошвы рельса.	118
1.6.11. Контроль болтового стыка.	123
1.6.12. Контроль сварного стыка.	128
Тема 2. Приборы и средства неразрушающего контроля	132
2.1. Ультразвуковые одноточечные дефектоскопы.	132
2.1.1. Ультразвуковой дефектоскоп РДМ – 1.	136
2.2. Двухточечные ультразвуковые дефектоскопы для сплошного контроля.	139

2.2.1. Ультразвуковой дефектоскоп РДМ – 2.	146
2.2.2. Ультразвуковой дефектоскоп АВИКОН – 01.	152
2.2.3. Ультразвуковой дефектоскоп АВИКОН – 11.	166
2.3. Дефектоскопы для контроля отдельных сечений, сварных стыков и соединений.	175
2.3.1. Ультразвуковой дефектоскоп РДМ – 3.	181
2.4. Область применения ультразвуковых средств скоростного контроля рельсов.	185
2.4.1. Вагоны-дефектоскопы и автомотрисы. Назначение и область применения.	185
2.4.2. Понятие о регистрирующем комплексе «КРУЗ-М».	194
2.5. Организация комплексного использования дефектоскопов.	196
2.5.1. Компьютерная программа «График».	196
2.6. Техническое обслуживание, ремонт дефектоскопов.	199
Список использованных источников.	205

ВВЕДЕНИЕ

Программа МДК 03.03 Неразрушающий контроль рельсов предусматривает изучение физических основ неразрушающего контроля рельсов, принципов устройства аппаратуры, технических характеристик конструкций и правил эксплуатации средств неразрушающего контроля рельсов применяемых в путевом хозяйстве. Изучение междисциплинарного курса базируется на знании таких дисциплин как «Материаловедение», «Электротехника и электроника», «метрология и стандартизация» и МДК 03.01 Устройство железнодорожного пути.

Система неразрушающего контроля базируется на комплексном использовании как магнитных, так и ультразвуковых съемных приборов и вагонов-дефектоскопов. В конспекте лекций приведены и рассмотрены все современные методы неразрушающего контроля, представлены средства контроля рельсового хозяйства, однониточные, двухниточные ультразвуковые дефектоскопы, переносные дефектоскопы и скоростные.

Результатом реализации образовательной программы ПМ.03. «Устройство, надзор и техническое состояние пути и искусственных сооружений» МДК 03.03 «Неразрушающий контроль рельс» должно стать освоение обучающимися следующих профессиональных компетенций:

ПК 3.3. Проводить контроль состояния рельсов, элементов пути и сооружений с использованием диагностического оборудования.

Студенты должны получить опыт работы по определению дефектов в рельсах и элементах стрелочных переводов средствами дефектоскопии.

ТЕМА 1. ОСНОВЫ НЕРАЗРУШАЮЩЕГО КОНТРОЛЯ

На рельсы при движении поездов действуют разнообразные силы, вызывающие в них значительные напряжения и деформации. Напряжения могут резко изменяться в зависимости от состояния пути, поверхности катания бандажей колес подвижного состава, действия рессор и т. п. Основная причина повреждения рельсов – неудовлетворительное текущее содержание пути (плохая подбивка шпал, недоброкачественное содержание стыков, толчки и перекосы, недостаточное закрепление пути от угона), неплавные отводы положения пути в плане и профиле и другие неисправности.

Своевременное предупреждение расстройств и неисправностей пути – основное условие нормальной работы рельсов. Уход за рельсами начинается с момента их погрузки и разгрузки с платформ. При сбрасывании рельсов с платформ они подвергаются ударам и часто искривляются. На их поверхности образуются вмятины и задиры металла, которые развиваются в опасные трещины. В процессе службы рельсов их необходимо оберегать от ударов костыльными молотками и другим путевым инструментом, так как острые вмятины на кромках подошвы или головке рельса нередко служат причиной возникновения поперечных трещин.

Наибольшему износу подвергается головка рельса из-за одновременного истирания и смятия металла при трении бандажей колес с поверхностью катания рельса.

Рельсы в пути являются, пожалуй, единственным объектом, контролируемым из года в год неразрушающими методами с достаточно высокой периодичностью (7—15 дней). Причем в последнее время результаты контроля каждого миллиметра пути по длине и по высоте рельса тщательно фиксируются в электронной памяти дефектоскопических комплексов.

Одновременно автоматически документируются основные параметры контроля и любые их изменения в процессе контроля. Задачу неразрушающего контроля (НК) рельсов решают съемные ультразвуковые дефектоскопы с регистраторами информации и мобильные средства, базирующиеся одновременно на ультразвуковых и магнитных методах контроля — автотрисы и вагоны-дефектоскопы совмещенного типа. На отдельных участках пути все еще эксплуатируются мобильные средства предыдущего поколения, реализующие только ультразвуковой или магнитный метод НК.

Неразрушающий контроль рельсов представляет собой трехуровневую систему: средства первичного сплошного контроля (дефектоскопные автотрисы и двухниточные съемные дефектоскопы); средства вторичного сплошного контроля (вагоны - дефектоскопы); средства локального контроля (переносные дефектоскопы для контроля сварных стыков, однопиточные съемные дефектоскопы для контроля стрелочных переводов, выборочного контроля по показаниям дефектоскопных автотрис и вагонов-дефектоскопов).

Контроль рельсов на рельсосварочных поездах предусматривает проведение входного контроля, пооперационного контроля, приемочного контроля рельсов после обработки стационарными и переносными дефектоскопами.

Рост грузонапряженности в условиях повышения скорости и веса поездов вызвали увеличение выхода острodefekтных рельсов в 2 раза. Значительное влияние на этот процесс оказывает недостаточное обновление парка грузовых вагонов.

Неразрушающий контроль (НК) — контроль надежности и основных рабочих свойств и параметров объекта или отдельных его элементов или узлов, не требующий выведение объекта из работы либо его демонтажа.

Неразрушающий контроль также называется оценкой надёжности неразрушающими методами или проверкой без разрушения изделия. НК особенно важен при создании и эксплуатации жизненно важных изделий, компонентов и конструкций. Для выявления различных изъянов, таких как разъедание, ржавление, растрескивание.

Виды НК

1. Радиационный неразрушающий контроль.
2. Акустический неразрушающий контроль.
3. Вихретоковый неразрушающий контроль.
4. Контроль проникающими веществами (капиллярный).

5. Магнитный неразрушающий контроль.
6. Контроль проникающими веществами (течеискание).
7. Акустико-эмиссионный неразрушающий контроль.
8. Оптический, визуальный и измерительный неразрушающий контроль.
9. Вибрационный неразрушающий контроль.
10. Тепловой неразрушающий контроль.

Визуальный и измерительный контроль считается весьма эффективным и удобным способом выявления самых различных дефектов. Именно с визуального осмотра обычно начинаются все мероприятия по неразрушающему контролю. Данный вид контроля проводится как с использованием специальных приспособлений так и без них. Визуальный метод контроля в частности доказал свою высочайшую эффективность при контроле качества основного металла, сварных швов, соединений и наплавов – как в процессе подготовки и проведения сварки, так и при исправлении выявленных дефектов.

Недостатком ВИК является человеческий фактор (физическое и эмоциональное состояние контролера, утомляемость и т.д.)

Ультразвуковой контроль сварных соединений является эффективным способом выявления дефектов сварных швов и металлических изделий, залегающих на глубинах от 1-2 миллиметров до 6-10 метров. Данный метод позволяет выполнять весь комплекс работ по ультразвуковой диагностике сварных соединений и сокращает затраты на проведение экспертизы.

Магнитные методы неразрушающего контроля применяют для выявления дефектов в деталях, изготовленных из ферромагнитных материалов (сталь, чугун), т. е. материалов, которые способны существенно изменять свои магнитные характеристики под воздействием внешнего магнитного поля.

Магнитный неразрушающий контроль основан на выявлении различными способами магнитных полей рассеяния, возникающих над дефектами, или на определении и оценке магнитных свойств объекта контроля.

Магнитопорошковый метод основан на выявлении магнитных полей рассеяния, возникающих над дефектами в детали при ее намагничивании, с использованием в качестве индикатора ферромагнитного порошка или магнитной суспензии. Этот метод среди других методов магнитного контроля нашел наибольшее применение. Примерно 80 % всех подлежащих контролю деталей из ферромагнитных материалов проверяется именно этим методом. Высокая чувствительность, универсальность, относительно низкая трудоемкость контроля и простота - все это обеспечило ему широкое применение в промышленности вообще и на транспорте в частности. Основным недостатком данного метода является сложность его автоматизации.

Радиационные методы контроля основаны на регистрации и анализе ионизирующего излучения при его взаимодействии с контролируемым изделием.

Тепловой контроль основан на измерении, мониторинге и анализе температуры контролируемых объектов. Основным условием применения теплового контроля является наличие в контролируемом объекте тепловых потоков. Процесс передачи тепловой энергии, выделение или поглощение тепла в объекте приводит к тому, что его температура изменяется относительно окружающей среды. Распределение температуры по поверхности объекта является основным параметром в тепловом методе, так как несет информацию об особенностях процесса теплопередачи, режиме работы объекта, его внутренней структуре и наличии скрытых внутренних дефектов. Тепловые потоки в контролируемом объекте могут возникать по различным причинам.

Вибрационная диагностика - метод диагностирования технических систем и оборудования, основанный на анализе параметров вибрации, либо создаваемой работающим оборудованием, либо являющейся вторичной вибрацией, обусловленной структурой исследуемого объекта.

Электрические методы неразрушающего контроля основаны на создании электрического поля на контролируемом объекте либо непосредственным воздействием на него электрическим возмущением, либо косвенно с помощью теплового, механического

воздействия. С помощью электрического контроля регистрируют параметры электрического поля.

Акустико эмиссионный метод – очень эффективное средство неразрушающего контроля и оценки материалов, основанное на обнаружении упругих волн, которые генерируются при внезапной деформации напряженного материала.

Вихретоковый контроль основан на анализе взаимодействия внешнего электромагнитного поля с электромагнитным полем вихревых токов, наводимых в объекте контроля этим полем.

1.1. Положение о системе неразрушающего контроля рельсов и эксплуатации средств рельсовой дефектоскопии в путевом хозяйстве.

Положение о системе неразрушающего контроля (далее – НК) рельсового хозяйства утверждено распоряжением №1471р ОАО «РЖД» от 26 июля 2017 года.

Система НК рельсов и элементов стрелочных переводов в ОАО «РЖД» включает в себя организационную структуру, средства НК и персонал, выполняющий НК на основе регламентирующей его документации.

Организационная структура включает в себя подразделения аппарата управления Центральной дирекции инфраструктуры и входящие в нее структурные подразделения.

Непосредственное выполнение работ по НК рельсов, сварных стыков рельсов и элементов стрелочных переводов возлагается на соответствующее подразделение в Дорожный центр научно-технической информации и дистанция пути дирекции инфраструктуры, к которым относятся:

- а) участок диагностики пути;
- б) вагон-дефектоскоп;
- в) мобильная дефектоскопная лаборатория;
- г) дефектоскопная автомотриса;
- д) автомотриса дефектоскоп-путеизмеритель;
- е) участок производства РСП.

Периодичность НК рельсов, сварных стыков и элементов стрелочных переводов различными средствами НК устанавливаются на основании Методики определения периодичности при комплексной проверке рельсов в пути.

Максимальные месячные нормы НК рельсов, сварных стыков рельсов и элементов стрелочных переводов средствами НК должны соответствовать значениям, приведенным в таблице 1.

Таблица 1

Тип средства НК	Максимальная месячная норма проверки на одно средство контроля	
	в летний период	в зимний период
Дефектоскопная автомотриса, автомотриса дефектоскоп- путеизмеритель	1200 км	1000 км
Совмещенный вагон-дефектоскоп	2400 км	2200 км
Мобильная дефектоскопная лаборатория	400 км	350 км
Съемный двухниточный дефектоскоп	140 км	120 км
Однониточный дефектоскоп для контроля стрелочных переводов	280 стрелочных переводов	230 стрелочных переводов

Для проведения сплошного НК каждого участка контроля в участке диагностики пути организуют постоянную группу операторов дефектоскопных тележек (далее – операторов), назначаемую приказом начальника ПЧ.

Расшифровка результатов НК рельсов, зарегистрированных съемными дефектоскопами, проводится в Центре расшифровки или в участке диагностики пути.

Средства НК должны быть сертифицированы (аттестованы) и внесены в Реестр средств измерений, испытательного оборудования и методик выполнения измерений, применяемых в ОАО «РЖД».

Начальную подготовку и повышение квалификации специалистов по НК проводят с отрывом от производства в образовательных учреждениях, получивших соответствующую лицензию в установленном порядке и по программам, утвержденным ОАО «РЖД».

Основными задачами центра диагностики и мониторинга устройств инфраструктуры по вопросам НК рельсов, сварных стыков рельсов и элементов стрелочных переводов являются:

а) планирование и организация работы вагонов-дефектоскопов. Контроль работы вагонов-дефектоскопов и дефектоскопных автотрис;

б) контроль за организацией работы съемных средств НК (первоочередное внимание необходимо уделять дистанциям пути, находящимся в зоне повышенного риска по результатам факторного анализа и рейтинга цехов дефектоскопии);

в) согласование выбора специализированной схемы контроля и расчетов периодичности контроля рельсов;

г) оперативный учет и выяснение причин изломов рельсов, разработка мероприятий по их предотвращению;

д) сбор, обработка результатов и проведение анализа работы средств НК рельсов в дирекции инфраструктуры, разработка мероприятий по повышению эффективности их использования;

е) сбор сведений и формирование заявок на разработку методик контроля, приобретение или организацию изготовления средств НК и механизации работ;

ж) подготовка предложений по совершенствованию технических средств НК рельсов, сварных стыков и элементов стрелочных переводов;

з) комиссионные проверки организации работы по дефектоскопии рельсов в вагонах-дефектоскопах, ПЧ;

и) информирование персонала вагонов-дефектоскопов, ПЧ о новых разработках в области НК;

к) подготовка предложений по разработке нормативной и технической документации, определяющей эксплуатацию, модернизацию и метрологическое обеспечение средств НК рельсов, сварных стыков и элементов стрелочных переводов;

л) подготовка предложений по разработке методических указаний, учебных планов, наглядных пособий для проведения технической учебы, подготовки и повышения квалификации специалистов по НК рельсов, сварных стыков рельсов и элементов стрелочных переводов;

м) планирование и организация ремонта средств НК;

н) организация и проведение технических совещаний и школ передового опыта;

о) организация и проведение конкурсов на звание «Лучший по профессии»;

п) контроль уровня знаний и участие в технической учебе работников ПЧ;

р) контроль работоспособности средств НК;

с) участие в рекламационной работе;

т) разработка мероприятий по обеспечению безопасности движения поездов и охраны труда.

Ответственность за организацию и обеспечение работ по НК в ПЧ в соответствии с настоящим Положением должна возлагаться на начальника ПЧ.

Требования к средствам неразрушающего контроля.

Средства НК рельсов, сварных стыков и элементов стрелочных переводов по назначению и конструктивному исполнению подразделяют на:

а) мобильные средства контроля рельсов (ультразвуковые и совмещенные вагоны-дефектоскопы, ультразвуковые и совмещенные дефектоскопные автотрисы, автотрисы дефектоскоп-путеизмеритель, мобильные дефектоскопные лаборатории);

б) съемные двухниточные дефектоскопы сплошного контроля, оборудованные регистрирующими устройствами дефектоскопических сигналов и других параметров;

в) съемные одниточные дефектоскопы сплошного контроля, оборудованные регистрирующими устройствами дефектоскопических сигналов и других параметров, предназначенные для УЗК элементов стрелочных переводов, рельсов ПКЗ и рельсов, проверка которых одновременно по двум ниткам пути затруднена или небезопасна (рельсы, расположенные в тоннелях, на мостах, в пределах или напротив пассажирских платформ, в местах с интенсивным движением поездов и т.д.);

г) одно- или многоканальные дефектоскопы локального контроля для УЗК сварных стыков рельсов и выборочной перепроверки участков рельсов в пути по показаниям мобильных и съемных средств НК.

Каждая единица средств НК должна быть зарегистрирована в подразделении НК и иметь регистрационный документ (например, карточку или лист).

Эксплуатируемые средства НК должны храниться в условиях, обеспечивающих их сохранность и правила хранения в соответствии с Руководством по эксплуатации средства НК.

Средства НК должны проходить поверку (калибровку) по утвержденному графику, составленному в соответствии с эксплуатационной документацией на средства НК. Настрочные (стандартные) образцы должны проходить аттестацию по утвержденному графику, составленному в соответствии с их эксплуатационной документацией.

Средства НК должны проходить поверку (калибровку) в подразделениях метрологических служб, аккредитованных в установленном порядке на право проведения указанных работ.

Средства НК подлежат внеочередной поверке (калибровке) после ремонта электронного блока дефектоскопа (вскрытия пломб).

Требования к регистрации результатов НК.

Результаты НК рельсов регистрируют в учетных формах, утвержденных Центральной дирекцией инфраструктуры. При использовании микропроцессорных приборов результаты НК должны быть занесены в компьютерные базы данных.

Результаты НК должны регистрироваться при проведении всех видов НК.

Ответственность за регистрацию результатов НК и достоверность сведений несут специалисты, проводившие контроль.

1.2. Дефекты рельсов и элементов стрелочных переводов. Классификация дефектов рельсов и повреждений, признаки дефектных и остродефектных рельсов и их маркировка.

1.2.1. Причины появления дефектов в рельсах и стрелочных переводах.

В рельсах в процессе эксплуатации по мере наработки тоннажа, измеряемого в млн. т брутто, происходят процессы износа, смятия, коррозии и усталости, в том числе контактной, изгибной и коррозионной усталости. В результате протекания этих процессов в рельсах образуются различные повреждения и дефекты.

Дефект рельса характеризуется отклонениями от установленных норм его геометрических параметров или прочности, соблюдение которых обеспечивает работоспособное состояние рельса в установленных условиях эксплуатации. К дефектам рельсов относятся: **выкрашивания, выколы, трещины, изломы, все виды износа, пластические деформации в виде смятия, сплывов металла головки рельса, коррозия, механические повреждения**, величины которых превышают нормированные значения. Отказ рельса вызывается дефектом, при котором исключается пропуск поездов (полный отказ, например, при изломе рельса) или возникает необходимость в ограничении скоростей движения поездов (частичный отказ, например, образование волнообразных неровностей сверх нормируемых значений на поверхности катания головки рельса и т.п.).

Классификация и каталог дефектных рельсов представлена в ИНСТРУКЦИИ «Дефекты рельсов. Классификация, каталог и параметры дефектных и остродефектных рельсов», утвержденная распоряжением ОАО «РЖД» от «23» октября 2014 г. №2499р.

Классификация и каталог дефектов рельсов предназначены для правильного определения кода дефектов в рельсах, основной причины их появления и развития, а также для принятия мер по безопасной эксплуатации рельсов, для статистического учета поврежденных рельсов, анализа уровня эксплуатационной стойкости и надежности рельсов. В каталоге дефектов рельсов представлены способы их выявления.

Все дефекты в зависимости от их типа, расположения по сечению рельса, основных причин их происхождения и места расположения по длине рельса имеют свой цифровой код.

Поврежденные рельсы в зависимости от степени опасности дефектов подразделяются на два вида: острodefектные (ОДР) и дефектные (ДР).

К острodefектным рельсам относятся рельсы с изломами, выколами и трещинами, которые могут привести к внезапным разрушениям. Острodefектные рельсы непосредственно угрожают безопасности движения поездов из-за непредсказуемости последствий разрушений рельсов и поэтому требуют изъятия их из пути после обнаружения дефекта без промедления в соответствии с установленным порядком.

Дефектные рельсы, как правило, не препятствуют пропуску поездов, но при достижении определенных параметров дефектов требуют ограничения скоростей движения поездов. В связи с возможностью визуального наблюдения за развитием этих дефектов, изменение их размеров в большинстве случаев можно прогнозировать.

В зависимости от категории пути, типа и степени развития дефектов на поверхности катания головки, на шейке или подошве для дефектных рельсов устанавливается соответствующий порядок их изъятия из пути от замены в плановом порядке до замены в первоочередном порядке.

По дефектным рельсам на срок до устранения дефекта или замены дефектных рельсов при достижении определенных параметров дефектов устанавливаются ограничения скорости движения поездов с учетом конкретных условий состояния пути.

Все острodefектные рельсы, внутренние дефекты в которых обнаружены при дефектоскопировании, после изъятия из пути должны подвергаться обязательному вскрытию для подтверждения кода дефекта. Долом рельсов для вскрытия дефектов должен производиться средствами дистанций пути. При анализе вскрытых дефектов должно быть обращено внимание на источник (фокус) зарождения дефекта, на его место расположения и ориентацию в рельсе, на характер развития дефекта. Вид излома рельса фотографирует цифровым фотоаппаратом работник дистанции пути.

Результаты вскрытия острodefектного рельса фиксируются в специальном журнале и передаются вместе с цифровыми фотографиями для анализа в Центры диагностики и мониторинга.

Термины, определения и сокращения.

Повреждение рельса – появление неисправности при сохранении работоспособного состояния, обеспечивающего безопасный пропуск поездов с установленной скоростью.

Разрушение рельса – процесс зарождения и развития в рельсе трещин, приводящий к разделению рельса на части.

Трещина – двумерная несплошность в рельсе, два размера которой (длина и ширина) существенно больше третьего (толщины). На начальной стадии развития трещины не приводят к отделению разделенных трещиной частей рельса.

Выкрашивание – поверхностное разрушение рельса в местах контакта с колесами, выражающееся в образовании поверхностных или подповерхностных трещин контактной усталости, развитие которых приводит к отслаиванию и отделению частиц металла.

Излом рельса – разрушение рельса в продольном или поперечном направлении, при котором его дальнейшая эксплуатация не возможна.

Выкол головки – отделение головки рельса при сохранении целостности шейки и подошвы.

Выкол подошвы – отделение части подошвы рельса при сохранении поверхности катания.

Износ – результат процесса отделения мелких частиц металла с поверхности рельса при взаимодействии с колёсами подвижного состава или с элементами креплений,

проявляющийся в постепенном изменении размеров и формы рельса.

Смятие – результат процесса поверхностной пластической деформации рельса при взаимодействии с колёсами подвижного состава, проявляющийся в постепенном изменении формы и размеров рельса.

Остродефектный рельс (ОДР) - рельс с дефектом, представляющий прямую угрозу безопасности движения из-за возможного разрушения под поездом или схода колёс с рельса. После обнаружения дефекта остродефектный рельс подлежит изъятию из пути (замене) без промедления или требует принятия специальных мер для пропуска поездов до его замены с учетом рекомендаций настоящей инструкции.

Дефектный рельс (ДР) - рельс, у которого в процессе эксплуатации происходит постепенное снижение служебных свойств ниже нормативного уровня, но по которому еще обеспечивается безопасный пропуск поездов, хотя в ряде случаев уже требуется введение ограничения скоростей движения. Такие рельсы заменяются в установленном порядке. Режим их эксплуатации до момента устранения дефектов или изъятия назначают в зависимости от конкретных условий с учетом нормативов настоящей инструкции.

Контроленепригодный рельс – рельс, на поверхности которого при дефектоскопировании не обеспечивается акустический контакт из-за наличия выкрашиваний или трещин и/или наблюдается срабатывание индикации дефектоскопа при минимальной допустимой чувствительности (определенной нормативной документацией на контроль) из-за наличия рябизны или отпечатков, или сильной коррозии.

Отказ рельса – состояние неисправности с последующим скоростным ограничением.

Структура обозначения дефектов рельсов.

Все дефекты рельсов в классификации кодированы трехзначным числом.

Использована следующая структура кодового обозначения:

- **первая** цифра кода определяет группу дефектов по месту появления дефекта по элементам сечения рельса (головка, шейка, подошва, всё сечение);
- **вторая** цифра определяет тип дефекта рельсов с учетом основной причины его зарождения и развития;
- **третья** цифра указывает на место расположения дефекта по длине рельса.

Первые две цифры кода дефектов рельсов отделяются от третьей цифры точкой.

Группа дефектов и место их появления по элементам сечения рельса (головка, шейка, подошва, все сечение) определяются следующими цифрами (**первый знак**):

- 1 – трещины и выкрашивания металла на поверхности катания головки рельса;
- 2 – поперечные трещины в головке рельса;
- 3 – продольные трещины в головке рельса и в зоне перехода головки в шейку в стыке;
- 4 – пластические деформации (смятие), вертикальный, боковой и неравномерный износ головки рельса (длинные волны и короткие волны-рифли);
- 5 – дефекты и повреждения шейки рельса;
- 6 – дефекты и повреждения подошвы рельса;
- 7 – изломы рельса по всему сечению;
- 8 – изгибы рельса в вертикальной и горизонтальной плоскостях;
- 9 – прочие дефекты и повреждения рельса, включая коррозию подошвы и шейки, а также лишние отверстия в зоне накладок и вдавленная маркировка в зоне стыка.

Тип дефекта рельсов, определяемый основной причиной его зарождения и развития (**второй знак**), обозначается следующими цифрами:

- 0 – дефекты, связанные с нарушениями технологии изготовления рельсов;
- 1 – дефекты, зависящие от недостаточно высокого металлургического качества рельсовой стали (например, от местных скоплений неметаллических включений, вытянутых вдоль направления прокатки в виде дорожек-строчек) и недостаточной прочности рельсового металла, приведшие к отказам рельсов после пропуска гарантийного тоннажа (после окончания срока гарантии);
- 2 – дефекты, зависящие от недостаточно высокого металлургического качества рельсовой стали (например, от местных скоплений неметаллических включений, вытянутых вдоль направления прокатки в виде дорожек-строчек) и недостаточной прочности рельсового металла, приведшие к отказам рельсов до пропуска гарантийного тоннажа (в пределах срока

гарантии);

3 – дефекты в зоне болтовых стыков, связанные с повышенным динамическим воздействием колёс на путь, с нарушением требований инструкции по текущему содержанию железнодорожного пути; с нарушениями технологии обработки болтовых отверстий и торцов рельсов металлургическими комбинатами, линейными подразделениями и промышленными предприятиями путевого хозяйства дорог;

4 – дефекты, связанные с ненормативным специфическим воздействием подвижного состава на рельсы и условиями эксплуатации рельсов (боксование, юз, ползуны и др.), в том числе из-за нарушения режимов вождения поездов, из-за недостатков подвижного состава, из-за нарушений норм текущего содержания пути;

5 – дефекты рельсов, полученные в результате ненормативных механических воздействий на рельсы (удар инструментом, рельса о рельс и т.п.);

6 – дефекты в зоне сварных стыков, связанные с недостатками и нарушениями технологии сварки рельсов и обработки сварных стыков, приведшие к отказам рельсов после пропуска гарантийного тоннажа;

7 – дефекты в зоне сварных стыков, связанные с недостатками и нарушениями технологии сварки рельсов и обработки сварных стыков, приведшие к отказам рельсов до пропуска гарантийного тоннажа;

8 – дефекты, связанные с недостатками и нарушениями технологии наплавки рельсов, приварки рельсовых соединителей и другие дефекты;

9 – дефекты, вызванные коррозионной усталостью, контроленепригодностью рельсов, и изломы без усталостных трещин.

Цифровое обозначение места расположения дефекта (третья цифра в коде дефекта) принято следующим:

0 - по всей длине рельса;

1 - в болтовом стыке на расстоянии 750 мм и менее от торца рельса;

2 - вне болтового стыка на расстоянии более 750 мм от торца рельса;

3 - в сварном стыке, полученном электроконтактной сваркой;

4 - в сварном стыке, полученном алюминотермитной сваркой.

1.2.2. Классификация дефектов рельсов и повреждений.

<p>10.1-2</p> 	<p>Трещины и выкрашивания металла на поверхности катания головки из-за нарушений технологии изготовления рельсов (закатов, волосовин, плен и т.п.).</p>	<p>Код дефекта: в стыке 10.1 вне стыка 10.2</p>
 <p style="text-align: center;">ПРИЧИНЫ ПОЯВЛЕНИЯ И РАЗВИТИЯ</p> <p>На ранних стадиях эксплуатации до пропуска тоннажа примерно 150-250 млн. т брутто трещины и выкрашивания на поверхности катания образуются из-за наличия в этих местах поверхностных дефектов металлургического происхождения (волосовин, закатов, плен, участков бейнита в структуре и др.).</p> <p>К дефекту 10.1-2 следует относить продольные горизонтальные трещины с глубиной расположения до 8,0 мм.</p> <p style="text-align: center;">СПОСОБЫ ВЫЯВЛЕНИЯ</p> <p>Внешний осмотр, контроль линейных размеров измерительными приборами (линейка, штангенциркуль с глубиномером, универсальный шаблон измерон модели 00316 и</p>		

др.), ультразвуковое дефектоскопирование в пределах ± 300 мм от предполагаемого дефектного сечения.

При ультразвуковом дефектоскопировании необходимо убедиться в отсутствии под выкравиванием или под горизонтальной трещиной поперечной трещины.

УКАЗАНИЯ ПО ЭКСПЛУАТАЦИИ

Для скоростей движения 140 км/ч и менее рельсы, имеющие дефекты 10 глубиной h более 2,0 мм при длине l (вдоль рельса) более 25,0 мм и ширине a (поперек рельса) менее 35,0 мм (**«узкие»**), а также глубиной h более 1,0 мм при длине l (вдоль рельса) более 25,0 мм и ширине a (поперек рельса) 35 мм и более (**«широкие»**) и, кроме того, глубиной более 6,0 мм (до 8,0 мм) при длине до 25,0 мм (**«короткие»**), считают дефектными (**ДР**).

С целью отдаления начала образования дефекта 10 и уменьшения его глубины, длины и ширины должна производиться периодическая шлифовка головки рельсов, начиная с первой шлифовки сразу же после укладки в путь новых рельсов.

После проведения шлифовки улучшаются условия дефектоскопирования рельсов, снижается вероятность образования внутренних дефектов в головке, в частности, поперечных трещин, развивающихся под прикрытием дефекта 10.

До устранения дефекта шлифовкой, или наплавкой, или (при невозможности или нецелесообразности их выполнения) до замены дефектного рельса должна быть ограничена скорость движения по нему в зависимости от глубины дефекта h :

для «узких» дефектов - скорость движения не более -

120 км/ч при $2,0 < h \leq 3,0$ мм,

100 км/ч при $3,0 < h \leq 4,0$ мм,

70 км/ч при $4,0 < h \leq 6,0$ мм и замена в плановом порядке,

40 км/ч при $6,0 < h \leq 8,0$ мм и замена в первоочередном порядке,

25 км/ч при $8,0 < h$;

для «широких» дефектов - скорость движения не более -

120 км/ч при $1,0 < h \leq 2,0$ мм,

100 км/ч при $2,0 < h \leq 4,0$ мм,

70 км/ч при $4,0 < h \leq 6,0$ мм и замена в плановом порядке,

40 км/ч при $6,0 < h \leq 8,0$ мм и замена в первоочередном порядке,

25 км/ч при $8,0 < h$.

Для «коротких» дефектов – скорость движения не более –

40 км/ч при $6,0 < h \leq 8,0$ мм и замена в первоочередном порядке,

25 км/ч при $8,0 < h$.

Глубину и ширину дефекта измеряют в месте его наибольшего развития, а длину - по протяжению данного дефекта вдоль головки рельса. При образовании цепочки из отдельных дефектов в длину дефекта включают те из смежных дефектов, которые расположены на расстоянии, меньшем длины наименьшего из 2-х смежных дефектов.

Наблюдения за развитием дефекта производят при очередных проверках рельсов.

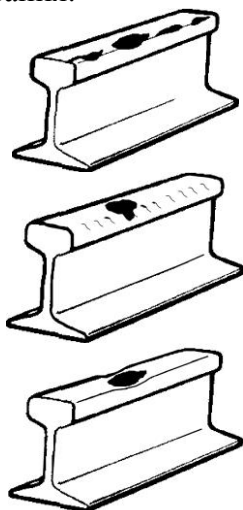
При обнаружении поперечных трещин в местах образования дефекта 10 рельс считают острodefектным (**ОДР**) при любых характеристиках дефекта, и он подлежит замене без промедления.

При длине горизонтальной трещины (вдоль рельса) более 70 мм, оцениваемой по пропаданию донного сигнала УЗК, рельс считают острodefектным (**ОДР**), и он подлежит замене без промедления.

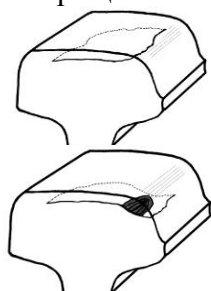
При возникновении дефекта в эксплуатационных условиях, отвечающих гарантийным обязательствам, предъявить рекламацию металлургическому комбинату-изготовителю рельсов.

11.1-2

выкрашивания:



трещины:



Трещины и выкрашивания металла на боковой рабочей выкружке или на средней части головки, возникшие изнутри от местных скоплений неметаллических включений, вытянутых вдоль направления прокатки в виде дорожек-строчек или возникшие от наружной поверхности рельса из-за недостаточной контактно-усталостной прочности рельсового металла, **после пропуска гарантийного тоннажа**

Код дефекта:
в стыке **11.1**;
вне стыка
11.2

**ПРИЧИНЫ ПОЯВЛЕНИЯ И РАЗВИТИЯ**

Недостатки в металлургическом качестве рельсовой стали (местные скопления неметаллических включений, вытянутых вдоль направления прокатки), определяют недостаточную контактно-усталостную прочность металла. Чаще всего повреждается рабочая грань наружных нитей в кривых участках пути ($R = 400-1000$ м). Выкрашивания начинаются с образования и развития внутренних продольных трещин (ВПТ) контактной усталости в зоне рабочей выкружки головки рельса.

К дефекту 11.1-2 следует относить продольные трещины с глубиной расположения до 8,0 мм.

Развитие продольных трещин контактной усталости приводит к образованию выкрашиваний.

Наибольшую опасность представляет возможное образование от дефекта 11 (продольной трещины) поперечной усталостной трещины (дефект 21.1-2).

СПОСОБЫ ВЫЯВЛЕНИЯ

Внешний осмотр, контроль линейных размеров головки рельса измерительными приборами (линейка, штангенциркуль с глубиномером, универсальный шаблон измерон модели 00316 и др.), ультразвуковая дефектоскопия в пределах ± 300 мм от предполагаемого дефектного сечения.

При ультразвуковом дефектоскопировании необходимо убедиться в отсутствии под выкрашиванием или под горизонтальной трещиной поперечной трещины.

УКАЗАНИЯ ПО ЭКСПЛУАТАЦИИ

Для скоростей движения 140 км/ч и менее рельсы, имеющие дефекты 11 глубиной h более 2,0 мм при длине l (вдоль рельса) более 25,0 мм и ширине a (поперек рельса) менее 35 мм (**«узкие»**), а также глубиной h более 1,0 мм при длине l (вдоль рельса) более 25,0 мм и ширине a (поперек рельса) 35,0 мм и более (**«широкие»**) и, кроме того, глубиной более 6,0 мм (до 8,0 мм) при длине до 25,0 мм (**«короткие»**), считают дефектными (**ДР**).

С целью отдаления начала образования дефекта 11 и уменьшения его глубины, длины и ширины должна производиться периодическая профильная шлифовка головки рельсов в соответствии с действующими Техническими указаниями на шлифовку.

После проведения шлифовки улучшаются условия дефектоскопирования рельсов, снижается вероятность образования других аналогичных дефектов в головке и поперечных трещин, развивающихся под прикрытием дефекта 11.

До устранения дефекта шлифовкой, или наплавкой, или (при невозможности или нецелесообразности их выполнения) до замены дефектного рельса должна быть ограничена скорость движения по нему в зависимости от глубины дефекта h :

для «узких» дефектов - скорость движения не более -

120 км/ч при $2,0 < h \leq 3,0$ мм,

100 км/ч при $3,0 < h \leq 4,0$ мм,

70 км/ч при $4,0 < h \leq 6,0$ мм и замена в плановом порядке,

40 км/ч при $6,0 < h \leq 8,0$ мм и замена в первоочередном порядке,

25 км/ч при $8,0 < h$;

для «широких» дефектов - скорость движения не более -

120 км/ч при $1,0 < h \leq 2,0$ мм,

100 км/ч при $2,0 < h \leq 4,0$ мм,

70 км/ч при $4,0 < h \leq 6,0$ мм и замена в плановом порядке,

40 км/ч при $6,0 < h \leq 8,0$ мм и замена в первоочередном порядке,

25 км/ч при $8,0 < h$.

Для «коротких» дефектов – скорость движения не более –

40 км/ч при $6,0 < h \leq 8,0$ мм и замена в первоочередном порядке,

25 км/ч при $8,0 < h$.

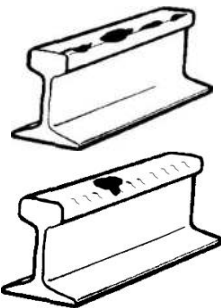
Глубину и ширину дефекта измеряют в месте его наибольшего развития, а длину - по протяжению данного дефекта вдоль головки рельса. При образовании цепочки из отдельных дефектов в длину дефекта включаются те из смежных дефектов, которые расположены на расстоянии, меньшем длины наименьшего из 2-х смежных дефектов.

При длине горизонтальной трещины (вдоль рельса) более 70,0 мм, оцениваемой по пропаданию донного сигнала УЗК, рельс считают остродефектным (**ОДР**), и он подлежит замене без промедления.

Наблюдения за развитием дефекта производят при очередных проверках рельсов. При обнаружении поперечной трещины (дефект 21) в местах образования дефекта 11 следует действовать в соответствии с указаниями по эксплуатации рельсов с дефектом 21.

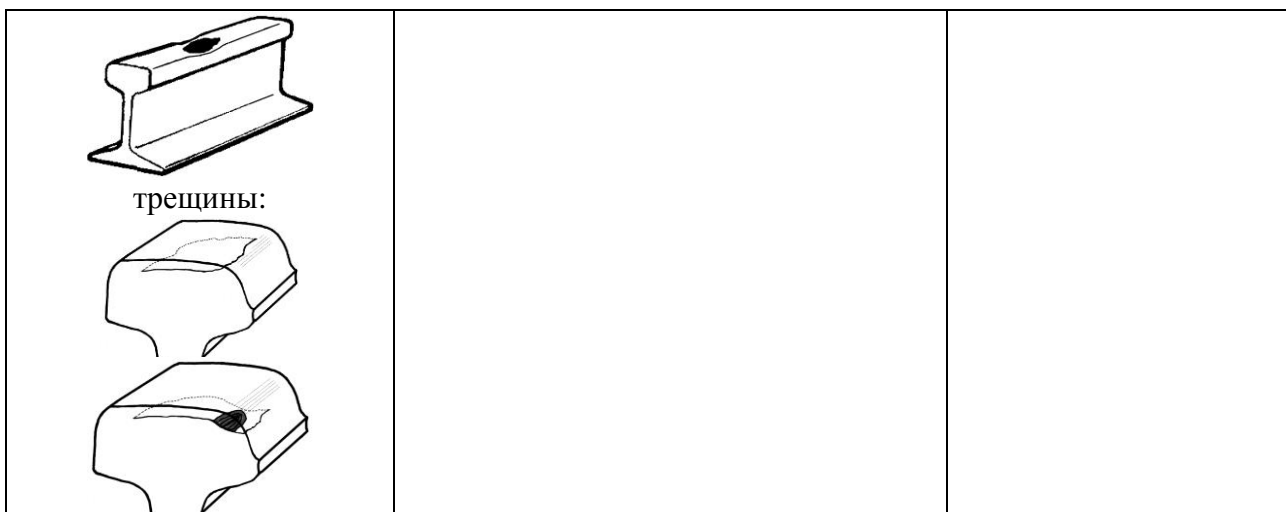
12.1-2

выкрашивания:



Трещины и выкрашивания металла на боковой рабочей выкружке или на средней части головки, возникшие изнутри от местных скоплений неметаллических включений, вытянутых вдоль направления прокатки в виде дорожек-строчек, или возникшие от наружной поверхности рельса из-за недостаточной контактно-усталостной прочности рельсового металла, **до пропуска гарантийного тоннажа**

Код дефекта:
в стыке **12.1**;
вне стыка **12.2**



ПРИЧИНЫ ПОЯВЛЕНИЯ И РАЗВИТИЯ

Недостатки в металлургическом качестве рельсовой стали (местные скопления неметаллических включений, вытянутых вдоль направления прокатки), определяют недостаточную контактно-усталостную прочность металла. Чаще всего повреждается рабочая грань наружных нитей в кривых участках пути ($R = 400-1000$ м). Выкрашивания начинаются с образования и развития внутренних продольных трещин (ВПТ) контактной усталости в зоне рабочей выкружки головки рельса.

Трещины контактной усталости также возникают от поверхности катания на средней части головки рельса, постепенно заглубляясь под поверхность катания и образуя протяжённые горизонтальные контактно-усталостные трещины. Часто дефект возникает на выкружке рабочей грани наружных рельсов кривых малого радиуса, может сопровождаться боковым износом. От неглубоких поверхностных параллельных трещин контактной усталости иногда образуется продольная трещина, которая углубляется по мере своего развития.

К дефекту 12.1-2 следует относить продольные трещины с глубиной расположения до 8,0 мм.

Развитие продольных трещин контактной усталости приводит к образованию выкрашиваний.

Наибольшую опасность представляет возможное образование от дефекта 12 поперечной усталостной трещины (дефект 22.1-2 или 21.1-2).

СПОСОБЫ ВЫЯВЛЕНИЯ

Внешний осмотр, контроль линейных размеров измерительными приборами (линейка, штангенциркуль с глубиномером, универсальный шаблон измерон модели 00316 и др.), ультразвуковая дефектоскопия в пределах ± 300 мм от предполагаемого дефектного сечения.

При ультразвуковом дефектоскопировании необходимо убедиться в отсутствии около дефекта поперечной трещины.

УКАЗАНИЯ ПО ЭКСПЛУАТАЦИИ

Для скоростей движения 140 км/ч и менее рельсы, имеющие дефекты 12 глубиной h более 2,0 мм при длине l (вдоль рельса) более 25,0 мм и ширине a (поперек рельса) менее 35,0 мм («узкие»), а также глубиной h более 1,0 мм при длине l (вдоль рельса) более 25,0 мм и ширине a (поперек рельса) 35,0 мм и более («широкие») и, кроме того, глубиной более 6,0 мм (до 8,0 мм) при длине 6,1 – 25,0 мм («короткие»), считают дефектными (ДР).

С целью отдаления начала образования дефекта 12 и уменьшения его глубины, длины и ширины должна производиться периодическая профильная шлифовка головки рельсов в соответствии с действующими Техническими указаниями на шлифовку.

После проведения шлифовки улучшаются условия дефектоскопирования рельсов, снижается вероятность образования других аналогичных дефектов в головке и поперечных трещин, развивающихся под прикрытием дефекта 12.

До устранения дефекта шлифовкой, или наплавкой, или (при невозможности или нецелесообразности их выполнения) до замены дефектного рельса должна быть ограничена скорость движения по нему в зависимости от глубины дефекта **h**:

для «узких» дефектов - скорость движения не более -

120 км/ч при $2,0 < h \leq 3,0$ мм,

100 км/ч при $3,0 < h \leq 4,0$ мм,

70 км/ч при $4,0 < h \leq 6,0$ мм и замена в плановом порядке,

40 км/ч при $6,0 < h \leq 8,0$ мм и замена в первоочередном порядке,

25 км/ч при $8,0 < h$;

для «широких» дефектов - скорость движения не более -

120 км/ч при $1,0 < h \leq 2,0$ мм,

100 км/ч при $2,0 < h \leq 4,0$ мм,

70 км/ч при $4,0 < h \leq 6,0$ мм и замена в плановом порядке,

40 км/ч при $6,0 < h \leq 8,0$ мм и замена в первоочередном порядке,

25 км/ч при $8,0 < h$.

Дефектный рельс с «коротким» дефектом глубиной **h** 8,0 мм и более следует считать острodefектным, и он подлежит замене без промедления.

Глубину и ширину дефекта измеряют в месте его наибольшего развития, а длину - по протяжению данного дефекта вдоль головки рельса. При образовании цепочки из отдельных дефектов в длину дефекта включаются те из смежных дефектов, которые расположены на расстоянии, меньшем длины наименьшего из 2-х смежных дефектов.

При длине горизонтальной трещины (вдоль рельса) более 70,0 мм, оцениваемой по пропаданию донного сигнала УЗК, рельс считают острodefектным (**ОДР**), и он подлежит замене без промедления.

При развитии дефекта 12 на глубину 8,0 мм и более рельс считают острodefектным (**ОДР**), и он подлежит замене без промедления.

Наблюдения за развитием дефекта производят при очередных проверках рельсов. При обнаружении поперечной трещины (дефект 21 или 22) в местах образования дефекта 12 следует действовать в соответствии с указаниями по эксплуатации рельсов с дефектом 21 или 22.

В обязательном порядке предъявить в соответствии с гарантийными обязательствами рекламацию металлургическому комбинату-изготовителю рельсов.

<p>13.1</p> 	<p>Выкрашивание металла на поверхности катания из-за повышенного динамического воздействия в болтовых стыках.</p>	<p>Код дефекта: в стыке 13.1</p>
		

ПРИЧИНЫ ПОЯВЛЕНИЯ И РАЗВИТИЯ

В процессе эксплуатации из-за повышенного динамического воздействия колес в болтовых стыках в результате протекания процессов ударной контактной усталости у торца рельса образуются выкрашивания рельсового металла. Ускорению проявления дефекта способствует искривленность рельсовых концов, растянутые зазоры, а также некачественная механическая обработка торцов. Образованию выкрашивания может предшествовать спływ металла, с образованием выколов металла при слепых зазорах.

СПОСОБЫ ВЫЯВЛЕНИЯ

Внешний осмотр, контроль линейных размеров измерительными приборами (линейка, штангенциркуль с глубиномером, универсальный шаблон измерон модели 00316 и др.), ультразвуковая дефектоскопия.

При ультразвуковом дефектоскопировании необходимо убедиться в отсутствии под выкрашиванием поперечной трещины.

УКАЗАНИЯ ПО ЭКСПЛУАТАЦИИ

Для скоростей движения 140 км/ч и менее рельсы, имеющие выкрашивания металла на поверхности катания на концах глубиной более 2,0 мм при длине (вдоль рельса) более 25 мм, а также глубиной более 6,0 мм при длине до 25 мм относят к дефектным (*ДР*).

Провести наплавку конца рельса по типовому технологическому процессу или замену рельса в плановом порядке.

До устранения дефекта наплавкой головки или при невозможности выполнения этой операции до плановой замены дефектного рельса в зависимости от глубины дефекта *h* при длине дефекта более 25 мм скорость движения поездов не должна превышать:

100 км/ч при $2,0 < h \leq 4,0$ мм,

70 км/ч при $4,0 < h \leq 6,0$ мм,

40 км/ч при $6,0 < h \leq 8,0$ мм и замена в первоочередном порядке,

25 км/ч при $8,0 < h$.

При глубине дефекта более 6,0 мм и длине более 25,0 мм дефектные рельсы заменяют (ЗПП) или восстанавливают в первоочередном порядке.

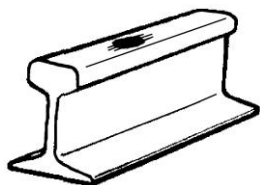
Длину дефекта (вдоль рельса) определяют по его наибольшему протяжению от торца рельса. Измерения размеров дефекта выполняют линейкой и штангенциркулем с глубиномером.

При образовании выкрашиваний и выколов металла, препятствующих надежному дефектоскопированию головки и шейки рельса, рельс также может быть отнесен к дефектным из-за его контроленепригодности (дефект 19).

Наблюдения за развитием дефекта производят при очередных проверках рельсов.

При возникновении дефекта в эксплуатационных условиях, отвечающих гарантийным обязательствам, предъявить рекламацию металлургическому комбинату-изготовителю рельсов.

14.1-2



Пробоксовка в виде местного износа и выкрашивания металла в местах термомеханических повреждений головки рельса из-за боксования, юза колес подвижного состава или нарушения режимов шлифования рельсошлифовальными поездами.

Код дефекта:
в стыке **14.1**
вне стыка **14.2**



ПРИЧИНЫ ПОЯВЛЕНИЯ И РАЗВИТИЯ

Ненормативное воздействие колес подвижного состава при боксовании и юзе вызывает образование на обеих рельсовых нитях местных участков термомеханических повреждений с образованием хрупких поверхностных слоев с измененной микроструктурой металла рельсов. Эти повреждения проявляются в виде местного износа (седловин) на поверхности головки, трещин и выкрашиваний. То же происходит с рельсами при нарушении режимов их шлифовки рельсошлифовальными поездами.

Наибольшую опасность представляет возможное образование в местах термомеханических повреждений поперечной усталостной трещины (дефект 24.1-2).

СПОСОБЫ ВЫЯВЛЕНИЯ

Внешний осмотр, контроль линейных размеров измерительными приборами (линейка, штангенциркуль с глубиномером, универсальный шаблон измерен модели 00316 и др.), ультразвуковая дефектоскопия в пределах ± 300 мм от дефекта.

При ультразвуковом дефектоскопировании необходимо убедиться в отсутствии под дефектом поперечной трещины.

УКАЗАНИЯ ПО ЭКСПЛУАТАЦИИ

Для скоростей движения 140 км/ч и менее рельсы с пробоксовками глубиной более 1,0 мм считаются дефектными (*ДР*) и подлежат ремонту наплавкой для ликвидации отдельных пробоксовок или шлифовке рельсошлифовальными поездами при массовых поражениях рельсов этим типом повреждений.

До устранения дефекта наплавкой, шлифовкой, фрезерованием или плановой замены в зависимости от глубины пробоксовки и наличия и глубины выкрашиваний в месте пробоксовки скорость движения поездов по таким рельсам не должна превышать указанную ниже:

Глубина пробоксовки h , мм	Глубина выкрашивания h_1 , мм	Скорость поездов, км/ч не более
$1,0 < h \leq 2,0$	нет	120
	$h_1 \leq 2,0$	70
	более 2,0	25 и ЗПП
$2,0 < h \leq 3,0$	нет	70
	$h_1 \leq 2,0$	40 и ЗПП
	более 2,0	25 и ЗПП
$3,0 < h \leq 4,0$	нет	40 и ЗПП
	$h_1 \leq 2,0$	25 и ЗПП
	более 2,0	25 и ЗПП
более 4,0	нет	25 и ЗПП
	$h_1 \leq 2,0$	25 и ЗПП
	более 2,0	25 и ЗПП

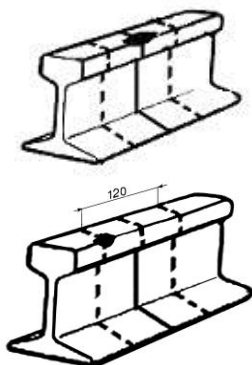
Глубину пробоксовки измеряют по наибольшему значению по оси головки рельса от ее рабочей поверхности (жесткой металлической линейкой и штангенциркулем с глубиномером, или универсальным шаблоном измерен модели 00316 и др.), глубину выкрашивания измеряют в месте его наибольшего развития, а длину - по протяжению данного дефекта (вдоль рельса).

Особую опасность представляет образование в местах пробоксовок при наличии и даже при отсутствии седловин термомеханических повреждений в виде хрупких структур, содержащих мартенсит. Эти структурные изменения металла в местах пробоксовок могут приводить к образованию поперечных трещин. То же самое может происходить в местах на головке рельсов, где было допущено нарушение режимов шлифования рельсов и возникли прижоги (на поверхности катания и/или на рабочей выкружке).

До планового устранения дефекта или, при невозможности устранения дефекта, до плановой замены рельса необходимо более частое (по утверждённому начальником дистанции пути графику) наблюдение и дефектоскопирование рельсов.

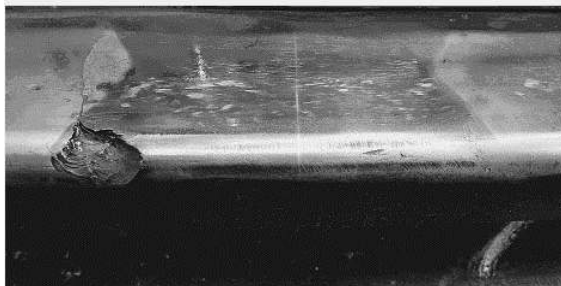
Рельсы с поперечными трещинами от пробоксовок, от выкрашиваний в местах пробоксовок считают остродефектными (*ОДР*) и заменяют без промедления.

16.3-4-5



Выкрашивание металла на поверхности катания головки в зоне сварного стыка **после пропуска гарантийного тоннажа**

Код дефекта:
в сварном стыке **16.3**
16.4



ПРИЧИНЫ ПОЯВЛЕНИЯ И РАЗВИТИЯ

Вследствие нарушения технологии сварки и обработки сварного стыка в поверхностном слое головки могут образоваться участки мартенсита или другие структурные неоднородности, от которых под воздействием колес подвижного состава происходит образование трещин контактной усталости и выкрашиваний металла по ним.

СПОСОБЫ ВЫЯВЛЕНИЯ.

Внешний осмотр, контроль линейных размеров измерительными приборами (линейка, штангенциркуль с глубиномером, универсальный шаблон измерон модели 00316 и др.), ультразвуковая дефектоскопия в пределах ± 300 мм от дефекта.

При ультразвуковом дефектоскопировании необходимо убедиться в отсутствии под выкрашиванием поперечной трещины

УКАЗАНИЯ ПО ЭКСПЛУАТАЦИИ.

Рельсы, имеющие выкрашивания металла на поверхности катания в зоне сварного стыка, относят к дефектным (*ДР*), если глубина выкрашиваний более 2,0 мм.

До проведения шлифовки рельса или (при невозможности ее выполнения) до плановой замены рельса или вырезки дефектного участка и восстановления вваркой вставки, в зависимости от глубины выкрашивания h металла на поверхности катания головки скорость движения по сварному стыку не должна превышать:

120 км/ч при $2,0 < h \leq 3,0$ мм,

100 км/ч при $3,0 < h \leq 4,0$ мм,

70 км/ч при $4,0 < h \leq 6,0$ мм,

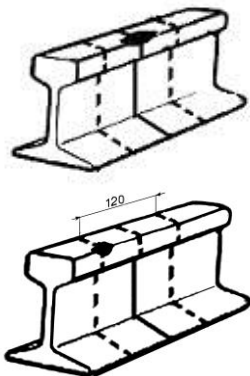
40 км/ч при $6,0 < h \leq 8,0$ мм,

25 км/ч при $8,0 < h$.

Наблюдения за развитием дефекта производят при очередных проверках рельсов. Измерения глубины дефекта производят жесткой стальной линейкой и штангенциркулем с глубиномером или универсальным шаблоном измерон модели 00316 и др. в месте наибольшей глубины выкрашивания.

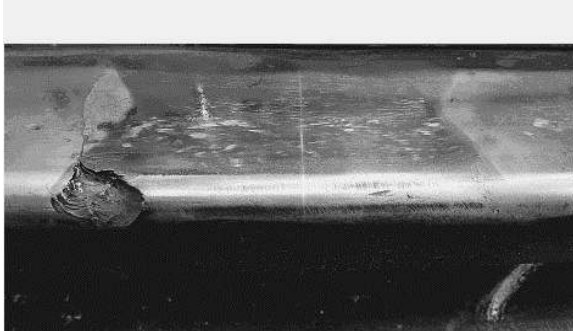
При обнаружении поперечных трещин в зоне сварного стыка рельс относят к категории острodefектных (*ОДР*) и заменяют без промедления.

17.3-4-5



Выкрашивание металла на поверхности катания головки в зоне сварного стыка до пропуска гарантийного тоннажа

Код дефекта:
в сварном стыке 17.3
17.4



ПРИЧИНЫ ПОЯВЛЕНИЯ И РАЗВИТИЯ

Вследствие нарушения технологии сварки и обработки сварного стыка в поверхностном слое головки могут образоваться участки мартенсита или другие структурные неоднородности, от которых под воздействием колес подвижного состава происходит образование трещин контактной усталости и выкрашиваний металла по ним.

СПОСОБЫ ВЫЯВЛЕНИЯ.

Внешний осмотр, контроль линейных размеров измерительными приборами (линейка, штангенциркуль с глубиномером, универсальный шаблон измерен модели 00316 и др.), ультразвуковая дефектоскопия в пределах ± 300 мм от дефекта.

При ультразвуковом дефектоскопировании необходимо убедиться в отсутствии под выкрашиванием поперечной трещины.

УКАЗАНИЯ ПО ЭКСПЛУАТАЦИИ.

Рельсы, имеющие выкрашивания металла на поверхности катания в зоне сварного стыка, относят к дефектным (*ДР*), если глубина выкрашиваний более 2,0 мм.

До проведения шлифовки рельсов или, при невозможности ее выполнения, в зависимости от глубины выкрашиваний h металла на поверхности катания головок до плановой замены рельсов или вырезки дефектного участка и восстановления вваркой вставки скорость движения по сварному стыку не должна превышать:

120 км/ч при $2,0 < h \leq 3,0$ мм,

100 км/ч при $3,0 < h \leq 4,0$ мм,

70 км/ч при $4,0 < h \leq 6,0$ мм,

40 км/ч при $6,0 < h \leq 8,0$ мм,

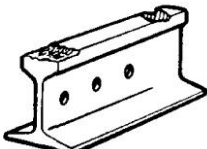
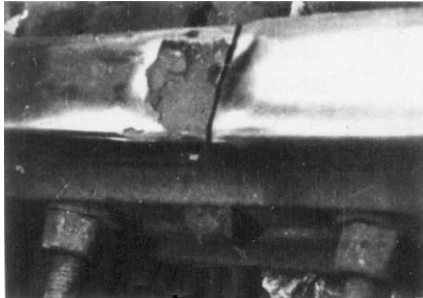
25 км/ч при $8,0 < h$.

Наблюдения за развитием дефекта производят при очередных проверках рельсов.

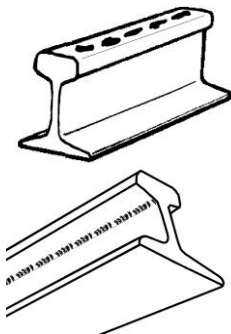
Измерения глубины дефекта проводят в месте наибольшей глубины выкрашивания.

При обнаружении поперечных трещин в зоне сварного стыка рельс относят к категории острodefектных (*ОДР*) и заменяют без промедления.

При образовании дефекта в эксплуатационных условиях, отвечающих гарантийным обязательствам, предъявить рекламацию изготовителю сварного стыка.

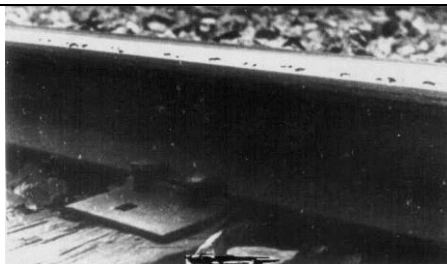
<p>18.1-2</p> 	<p>Выкрашивание наплавленного слоя металла в местах наплавки</p>	<p>Код дефекта: в стыке 18.1 вне стыка 18.2</p>
		
<p align="center">ПРИЧИНЫ ПОЯВЛЕНИЯ И РАЗВИТИЯ</p> <p>При нарушении технологии наплавки рельсов не обеспечивается необходимая прочность соединения наплавленного и основного металла. В процессе эксплуатации под воздействием колес подвижного состава наплавленный слой выкрашивается.</p> <p align="center">СПОСОБЫ ВЫЯВЛЕНИЯ</p> <p>Внешний осмотр, контроль линейных размеров измерительными приборами (линейка, штангенциркуль с глубиномером), ультразвуковая дефектоскопия.</p> <p>При ультразвуковом дефектоскопировании необходимо убедиться в отсутствии под выкрашиванием поперечной трещины.</p> <p align="center">УКАЗАНИЯ ПО ЭКСПЛУАТАЦИИ</p> <p>Рельсы, имеющие выкрашивания, отслоения и выколы наплавленного металла на поверхности катания головки на концах или на остальном протяжении рельса глубиной более 2,0 мм при длине более 25,0 мм, а также глубиной более 6,0 мм при длине до 25,0 мм включительно, относят к дефектным (<i>ДР</i>).</p> <p>До устранения дефекта повторной (очередной) наплавкой головки по типовому технологическому процессу или при невозможности осуществления этой операции до плановой замены рельсов с дефектом длиной более 25 мм должна быть ограничена скорость движения поездов по дефектному рельсу в зависимости от глубины дефекта h – скорость не должна превышать:</p> <ul style="list-style-type: none"> 120 км/ч при $2,0 < h \leq 3,0$ мм, 100 км/ч при $3,0 < h \leq 4,0$ мм, 70 км/ч при $4,0 < h \leq 6,0$ мм, 40 км/ч при $6,0 < h \leq 8,0$ мм, 25 км/ч при $8,0 < h$. <p>Глубину дефекта измеряют жесткой стальной линейкой и штангенциркулем с глубиномером или универсальным шаблоном измерон модели 00316 и др. Длину дефекта определяют по его наибольшему протяжению вдоль головки рельса.</p> <p>При образовании выкрашиваний металла, препятствующих надежному дефектоскопированию головки и шейки рельса, рельс также может быть отнесен к дефектным (<i>ДР</i>) из-за его контроленепригодности (дефект 19).</p> <p>Наблюдения за развитием дефекта производят при очередных проверках рельсов. При обнаружении от дефекта поперечной трещины рельс считается остродефектным (<i>ОДР</i>) и подлежит замене без промедления.</p> <p>При преждевременном возникновении дефекта в эксплуатационных условиях, отвечающих гарантийным обязательствам, предъявить рекламацию производителю наплавочных работ.</p>		

19.0-1-2



Контроленепригодность из-за наличия выкрашиваний, трещин на поверхности катания, или рябизны, отпечатков, или сильной коррозии на нижней поверхности головки рельса

Код дефекта:
по всей длине рельса
19.0
в стыке **19.1**
вне стыка **19.2**



а



дефект

б

Контроленепригодность из-за развития многочисленных выкрашиваний на поверхности катания рельса (а) и из-за протяжённых дефектов изготовления на нижней поверхности головки рельса (б).

ПРИЧИНЫ ПОЯВЛЕНИЯ И РАЗВИТИЯ

В процессе развития контактно-усталостных повреждений на рабочей поверхности головки рельса иногда возникают трещины и выкрашивания, которые делают рельс контроленепригодным, так как мешают обнаружению внутренних дефектов при ультразвуковом контроле рельса дефектоскопом.

Рельсы иногда имеют на нижней поверхности головки и (или) в месте перехода головки в шейку отпечатки или рябизну (дефекты изготовления, пропущенные при приёмке рельсов), или коррозионные каверны из-за сильной коррозии. В таких случаях наблюдается срабатывание индикации дефектоскопа при минимальной допустимой чувствительности (определенной нормативной документацией на контроль).

СПОСОБЫ ВЫЯВЛЕНИЯ

Если при контроле рельсов не обеспечивается акустический контакт из-за наличия выкрашиваний или трещин, и на участке пути 12,5 м имеется три места и более с пропаданием донного сигнала от 20,0 до 70,0 мм и суммарной протяженностью более 140 мм, то такие рельсы признаются контроленепригодными.

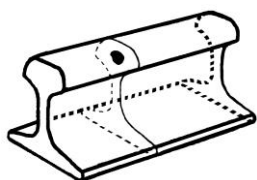
УКАЗАНИЯ ПО ЭКСПЛУАТАЦИИ

При наличии на головке рельса поверхностных дефектов, делающих рельс контроленепригодным для дефектоскопных средств сплошного контроля, рельс считают дефектным (*ДР*).

В течение пяти дней после выявления дефекта принимается решение по его дальнейшей эксплуатации и определяются меры (наплавка, шлифовка или замена) по устранению причин контроленепригодности.

В течение четырнадцати дней с момента выявления разработанные меры должны быть реализованы. В случае превышения срока устранения причин контроленепригодности скорость движения поездов ограничивается до 60 км/ч.

20.1-2



В изломе:



Поперечные трещины в головке в виде светлого или темного пятна, вызванные внутренними пороками изготовления рельсов (флокенами, газовыми пузырями, засорами, крупными скоплениями неметаллических включений).

Код дефекта:
в стыке **20.1**
вне стыка **20.2**



а



б

Вид поверхности излома после долома рельсов на прессе (все дефекты выявлены ультразвуковым дефектоскопированием). В фокусах трещин наблюдаются металлургические дефекты; вокруг них поперечные усталостные трещины с характерными усталостными кольцами); остальное – зона хрупкого разрушения при доломе.

ПРИЧИНЫ ПОЯВЛЕНИЯ И РАЗВИТИЯ

Основной причиной образования трещин являются флокены, которые обычно располагаются на глубине более 10 мм от поверхности. Флокеном называется зернистый надрыв, от которого под действием нагрузки от подвижного состава радиально развивается усталостная трещина.

Усталостные трещины также развиваются от газовых пузырей, неметаллических включений и резко выраженной ликвации – неравномерного по сечению распределения входящих в состав стали химических элементов. Если поперечная трещина не вышла на поверхность головки, то в месте излома имеется светлое пятно (сталь не окислена), если же вышла, то - темное пятно. При своем развитии до размера, превышающего критический, поперечные трещины могут привести к излому всего рельса (деф.71.1-2).

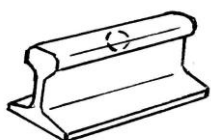
СПОСОБЫ ВЫЯВЛЕНИЯ

Ультразвуковое дефектоскопирование.

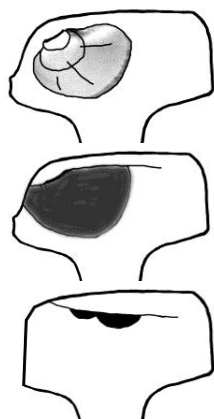
УКАЗАНИЯ ПО ЭКСПЛУАТАЦИИ

Рельс с поперечной трещиной в головке является остродефектным (*ОДР*) и подлежит замене без промедления.

21.1-2

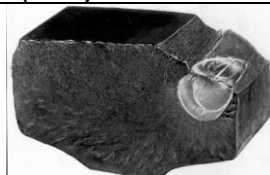


В изломе:



Поперечные усталостные трещины в головке в виде светлого или темного пятна, возникшие от внутренней или наружной продольной трещины, образовавшейся вследствие недостаточной контактно-усталостной прочности металла и приведшие к отказу рельса **после пропуска гарантийного тоннажа**.

Код дефекта:
в стыке **21.1**
вне стыка **21.2**



а



б

а - Вид излома после вскрытия внутренних продольной и поперечной трещин. Источником первоначальной контактно-усталостной внутренней продольной трещины является вытянутое вдоль рельса в виде строчки-дорожки скопление неметаллических включений. Вокруг строчечного скопления неметаллических включений видны характерные кольца контактно-усталостного роста трещины. От края внутренней продольной трещины развилась поперечная контактно-усталостная трещина, дефект 21.1-2.

б - Вид излома после вскрытия трещины контактной усталости, возникшей от поверхности, от одной из неглубоких поверхностных параллельных трещин контактной усталости, которая углубляется по мере своего развития, дефект 11.1-2.

ПРИЧИНЫ ПОЯВЛЕНИЯ И РАЗВИТИЯ

Началом образования дефекта является возникновение внутренней продольной трещины (ВПТ) от скоплений неметаллических включений, вытянутых при прокатке в виде строчек-дорожек, или продольной трещины от поверхности рельса. Развитие продольной трещины приводит либо к выкрашиванию металла, дефект 11.1-2, либо к образованию поперечной трещины (дефект 21.1-2).

При своем развитии до размера, превышающего критический, поперечные трещины могут привести к излому всего рельса (дефект 71.1-2).

СПОСОБЫ ВЫЯВЛЕНИЯ

Внешний осмотр, ультразвуковое дефектоскопирование.

УКАЗАНИЯ ПО ЭКСПЛУАТАЦИИ

Рельсы типа Р50 с выявленными в них поперечными трещинами независимо от их размера являются остродефектными (**ОДР**) и подлежат замене без промедления.



Рельсы типов Р65 и Р75 при обнаружении в них при дефектоскопировании поперечных трещин в головке, выходящих за вертикальную ось симметрии рельса или на поверхность рельса, являются остродефектными (**ОДР**) и подлежат замене без промедления.

В том случае, когда внутренняя поперечная трещина не выходит на поверхность рельса, а границы её – за середину головки, рельс также является остродефектным (**ОДР**) и подлежит замене без промедления, или рекомендуется перевод рельса из остродефектного в дефектный путём установки на поврежденное место на рельсах типов Р65 и Р75 шестидырных накладок временно на 4 струбцины, а затем с четырьмя болтами так, чтобы середины накладок совмещались с дефектом. При этом отверстия для двух средних болтов не сверлят во избежание развития дефекта в их сторону. После установки накладок указанным способом поезда пропускаются с установленной скоростью.

Шестидырные накладки не допускается устанавливать в том случае, если дефект расположен на расстоянии менее 3 м от сварного шва, менее 2,5 м от торца рельса (конца плети) или если он расположен ближе 12,5 м от уже имеющегося дефекта, взятого в накладки.

Дефект, на котором установлены накладки, именуется в дальнейшем как дефект 21.2.Н, а сам рельс считается дефектным (**ДР**). До замены рельса в звеньевом пути или окончательного восстановления рельсовой плети бесстыкового пути, выполняемых в плановом порядке, дефект 21.2.Н подвергается визуальному контролю и периодическому дефектоскопированию по графику, утвержденному начальником дистанции пути.

Если поперечная внутренняя трещина дефекта 21.2.Н в процессе эксплуатации распространилась со стороны рабочей грани головки за ее середину (за вертикальную ось симметрии рельса) или вышла на поверхность рельса, или образовалось выкрашивание, которое препятствует определению размеров трещины, то такой рельс переходит в категорию остродефектных (**ОДР**) и заменяется без промедления.

<p>22.1-2</p> 	<p>Поперечные усталостные трещины в головке в виде светлого или темного пятна, возникшие от внутренней или наружной продольной трещины, образовавшейся вследствие недостаточной контактно-усталостной прочности металла, и приведшие к отказу рельса до пропуска гарантийного тоннажа.</p>	<p>Код дефекта: в стыке 22.1 вне стыка 22.2</p>
 <p>а</p>	 <p>б</p>	
<p>а - Вид излома после вскрытия внутренней продольной и поперечной трещин. Источником первоначальной контактно-усталостной внутренней продольной трещины (далее - ВПТ) является вытянутое вдоль рельса в виде строчки-дорожки скопление неметаллических включений. Вокруг строчечного скопления неметаллических включений видны характерные кольца контактно-усталостного роста трещины. От края ВПТ развилась поперечная контактно-усталостная трещина, дефект 22.1-2.</p> <p>б - Вид излома после вскрытия трещины контактной усталости, возникшей от поверхности,</p>		

от одной из неглубоких поверхностных параллельных трещин контактной усталости, которая углубляется по мере своего развития, дефект 11.1-2.

ПРИЧИНЫ ПОЯВЛЕНИЯ И РАЗВИТИЯ

Началом образования дефекта является возникновение ВПТ от скоплений неметаллических включений, вытянутых при прокатке в виде строчек-дорожек, или продольной трещины от поверхности рельса. Развитие продольной трещины приводит либо к выкрашиванию металла, деф.12.1-2, либо к образованию поперечной трещины (деф. 22.1-2).

При своем развитии до размера, превышающего критический поперечные трещины могут привести к излому всего рельса (дефект 72.1-2).

СПОСОБЫ ВЫЯВЛЕНИЯ

Внешний осмотр, ультразвуковое дефектоскопирование.

УКАЗАНИЯ ПО ЭКСПЛУАТАЦИИ

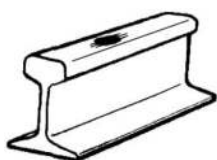
Рельсы типа Р50 с выявленными в них поперечными трещинами независимо от их размера являются остродефектными (**ОДР**) и подлежат замене без промедления.

Рельсы типов Р65 и Р75 при обнаружении в них при дефектоскопировании поперечных трещин в головке, выходящих за вертикальную ось симметрии рельса или на поверхность рельса, являются остродефектными (**ОДР**) и подлежат замене без промедления.

В том случае, когда внутренняя поперечная трещина не выходит на поверхность рельса, а границы её – за середину головки, рельс также является остродефектным (**ОДР**) и подлежит замене без промедления, или рекомендуется перевод рельса из остродефектного в дефектный путём установки на поврежденное место на рельсах типов Р65 и Р75 шестидырных накладок временно на 4 струбцины, а затем на четыре болта так, чтобы середина накладки совмещалась с дефектом. При этом отверстия для двух средних болтов не сверлят во избежание развития дефекта в их сторону. После установки накладок указанным способом поезда пропускаются с установленной скоростью.

Если поперечная внутренняя трещина дефекта 22.2.Н в процессе эксплуатации распространилась со стороны рабочей грани головки за ее середину (за вертикальную ось симметрии рельса) или вышла на поверхность рельса, или образовалось выкрашивание, которое препятствует определению размеров трещины, то такой рельс переводят в категорию остродефектных (**ОДР**) и заменяют без промедления.

24.1-2

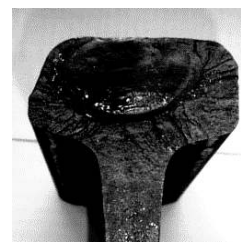
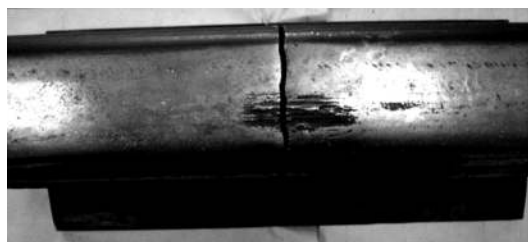


В изломе:



Поперечные трещины в головке, возникшие от термомеханических повреждений из-за боксования или юза

Код дефекта:
в стыке **24.1**
вне стыка **24.2**



Вид поверхности катания и поверхности излома.

ПРИЧИНЫ ПОЯВЛЕНИЯ И РАЗВИТИЯ

Дефект образуется вследствие боксования или юза, когда происходит термомеханическое повреждение металла головки рельса, где в поверхностных слоях

изменяется микроструктура стали – возникает хрупкий белый слой, от которого затем растут поперечные усталостные трещины. Эти поперечные трещины могут привести к хрупкому излому, в особенности при низких температурах (дефект 74.1-2).

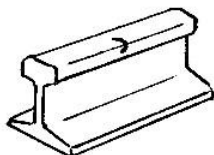
СПОСОБЫ ВЫЯВЛЕНИЯ

Внешний осмотр, ультразвуковое дефектоскопирование.

УКАЗАНИЯ ПО ЭКСПЛУАТАЦИИ

Рельс с обнаруженной поперечной трещиной, дефект 24, является остродефектным (*ОДР*) и подлежит замене без промедления.

25.1-2



Поперечные трещины в головке вследствие ударов по рельсу (инструментом, рельсом о рельс), других механических повреждений.

Код дефекта:
в стыке **25.1**
вне стыка **25.2**



ПРИЧИНЫ ПОЯВЛЕНИЯ И РАЗВИТИЯ

В результате механических повреждений могут образоваться концентраторы напряжений, которые могут служить местами образования трещин. Трещины могут привести к излому рельса (дефект 75.1-2).

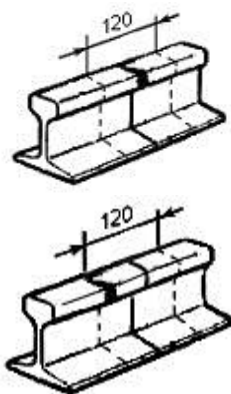
СПОСОБЫ ВЫЯВЛЕНИЯ

Внешний осмотр, дефектоскопирование.

УКАЗАНИЯ ПО ЭКСПЛУАТАЦИИ

Рельс с поперечной трещиной является остродефектным (*ОДР*) и подлежит замене без промедления.

26.3-4



Поперечные трещины в головке из-за нарушений технологии сварки рельсов и обработки сварных стыков, приведшие к отказу рельса **после пропуска гарантийного тоннажа**.

Код дефекта:
в сварном стыке **26.3**
26.4



Вид поверхности излома после вскрытия трещины.

ПРИЧИНЫ ПОЯВЛЕНИЯ И РАЗВИТИЯ

Наличие непроваров, неметаллических включений, пор, раковин, трещин в головке

рельса в месте сварки из-за нарушения режимов сварки, наличие участков недопустимой микроструктуры из-за нарушения режимов термической обработки сварного стыка. От зародышевого дефекта развивается поперечная усталостная трещина, имеющая светлую поверхность (если трещина не вышла на поверхность рельса) или тёмную поверхность (если трещина вышла на поверхность рельса и подверглась коррозии). При грубых нарушениях технологии сварки наблюдаются хрупкие разрушения.

СПОСОБЫ ВЫЯВЛЕНИЯ

Внешний осмотр. Контроль сварных стыков проводится в соответствии с действующими технологической инструкцией по ультразвуковому контролю сварных стыков рельсов в рельсосварочных предприятиях и в пути, а также правилами контроля стыков алюминотермитной сварки рельсов в пути.

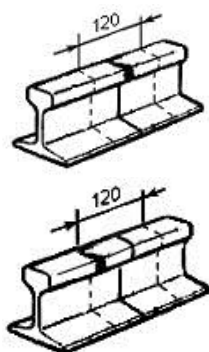
УКАЗАНИЯ ПО ЭКСПЛУАТАЦИИ

Рельс с поперечной трещиной в головке в месте сварки является остродефектным (*ОДР*) и подлежит замене без промедления.

В сварной плети необходимо вырезать участок рельса с трещиной и вварить новую вставку.

Проинформировать предприятие, которое произвело сварку рельсов, о факте обнаружения дефекта.

27.3-4



Поперечные трещины в головке из-за нарушений технологии сварки рельсов и обработки сварных стыков, приведшие к отказу рельса до пропуска гарантийного тоннажа.

Код дефекта:
в сварном стыке **27.3**
27.4



Вид поверхности излома после вскрытия трещины. Дефект сварки в головке и хрупкая трещина от него.

ПРИЧИНЫ ПОЯВЛЕНИЯ И РАЗВИТИЯ

Наличие непроваров, неметаллических включений, пор, раковин, трещин в головке рельса в месте сварки из-за нарушения режимов сварки, наличие участков недопустимой микроструктуры из-за нарушения режимов термической обработки сварного стыка. От зародышевого дефекта развивается поперечная усталостная трещина, имеющая светлую поверхность (если трещина не вышла на поверхность головки рельса) или тёмную поверхность (если трещина вышла на поверхность головки рельса и подверглась коррозии). При грубых нарушениях технологии сварки наблюдаются хрупкие разрушения.

СПОСОБЫ ВЫЯВЛЕНИЯ

Внешний осмотр. Контроль сварных стыков в соответствии с действующей Технологической инструкцией по ультразвуковому контролю сварных стыков рельсов в рельсосварочных предприятиях и в пути и Правилами контроля стыков алюминотермитной сварки рельсов в пути.

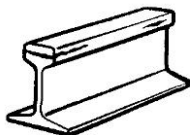
УКАЗАНИЯ ПО ЭКСПЛУАТАЦИИ

Рельс с поперечной трещиной головки в месте сварки является остродефектным (*ОДР*) и подлежит замене без промедления.

В сварной плети необходимо вырезать участок рельса с трещиной и варить новую вставку.

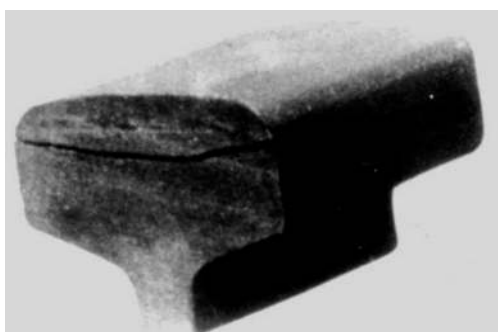
Предъявить в соответствии с гарантийными обязательствами рекламацию предприятию, которое производило сварку рельсов.

30.1-2



Горизонтальные продольные трещины в головке из-за нарушения технологии изготовления рельсов.

Код дефекта:
в стыке **30.1**
вне стыка **30.2**



После вскрытия трещины

ПРИЧИНЫ ПОЯВЛЕНИЯ И РАЗВИТИЯ

При наличии загрязнений стали в виде крупных скоплений неметаллических включений, вытянутых вдоль прокатки, в эксплуатации могут возникнуть горизонтальные продольные трещины на глубине более 8,0 мм различной длины. К образованию таких продольных трещин может также приводить постепенное заглубление продольных трещин, образовавшихся на поверхности рельсов и развивающихся сначала на глубине, меньшей 8,0 мм. При глубине залегания их 8,0 мм и более от поверхности катания они обычно имеют значительную протяженность.

Наибольшую опасность представляют поперечные трещины (дефекты 21.1-2, 22.1-2), которые могут образовываться от продольных, и могут привести к поперечному излому рельса (дефекты 71.1-2, 72.1-2).

СПОСОБЫ ВЫЯВЛЕНИЯ

Внешний осмотр, ультразвуковое дефектоскопирование.

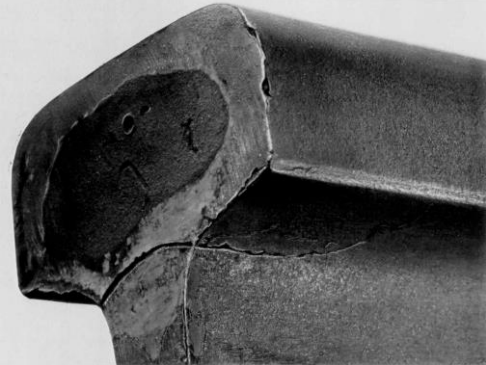
При дефектоскопировании необходимо убедиться в отсутствии поперечных трещин.

УКАЗАНИЯ ПО ЭКСПЛУАТАЦИИ

Рельс с обнаруженной продольной трещиной в головке на глубине более 8,0 мм является остродефектным (*ОДР*) вне зависимости от длины и зоны расположения трещины по длине рельса, и подлежит замене без промедления.

Предъявить в соответствии с гарантийными обязательствами рекламацию металлургическому комбинату-изготовителю рельсов.

31.1-2 	Вертикальные продольные трещины в головке из-за недостаточной прочности металла	Код дефекта: в стыке 31.1 вне стыка 31.2
		
<p style="text-align: center;">ПРИЧИНЫ ПОЯВЛЕНИЯ И РАЗВИТИЯ</p> <p>Вертикальные продольные, часто клинообразные, расширяющиеся кверху, трещины образуются в результате раздавливания головки рельсов под колесами подвижного состава. Этому способствуют излишнее возвышение наружной рельсовой нити в кривой для данного радиуса кривой и скорости движения поездов (тогда трещины возникают на рельсах внутренней нити), недостаточная прочность рельсовой стали и ее пониженное сопротивление смятию (см. также дефект 41.0,2).</p> <p style="text-align: center;">СПОСОБЫ ВЫЯВЛЕНИЯ</p> <p>Внешний осмотр. Ультразвуковое дефектоскопирование.</p> <p>Особенно тщательно исследовать рельс с уширенной головкой (свыше 85 мм) и наличием продольного желоба.</p> <p style="text-align: center;">УКАЗАНИЯ ПО ЭКСПЛУАТАЦИИ</p> <p>Рельс с вертикальной продольной трещиной в головке является остродефектным (<i>ОДР</i>) и подлежит замене без промедления.</p>		

33.1 	Продольные трещины в местах перехода головки в шейку в зоне болтового стыка.	Код дефекта: в стыке 33.1
 <p style="text-align: center;">ПРИЧИНЫ ПОЯВЛЕНИЯ И РАЗВИТИЯ</p> <p>Повышенные динамические воздействия в болтовых стыках, высокие местные напряжения, появлению которых способствуют некачественная обработка кромок торцов рельсов, чрезмерные усилия затяжки стыковых болтов, изношенные накладки, использование вышедших из строя прокладок и подкладок, просадки в стыках, нарушение подуклонки рельсов, односторонняя перегрузка головки рельса.</p> <p>При развитии трещина может изменить направление и привести к излому - отделению части головки рельса (дефект 73.1).</p>		

СПОСОБ ВЫЯВЛЕНИЯ

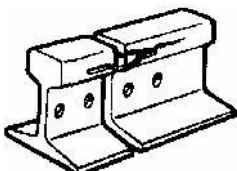
Внешний осмотр со снятием стыковых накладок, ультразвуковое дефектоскопирование.

УКАЗАНИЯ ПО ЭКСПЛУАТАЦИИ

Рельс с продольной трещиной в местах перехода головки в шейку в стыковой зоне является остродефектным (**ОДР**) и подлежит замене без промедления.

При наличии концентраторов напряжений из-за некачественной обработки торцов рельсов (заусенцы, вырывы металла, отсутствие фаски в подголовочной части и др.) в соответствии с гарантийными обязательствами предъявить рекламацию металлургическому комбинату-изготовителю рельсов или предприятию, производившему разрезку рельсов.

38.1



Трещины в головке в месте приварки рельсового соединителя.

Код дефекта:
в стыке **38.1**



а



б

Вид горизонтальной трещины от места приварки рельсового соединителя (а) и выкола части головки рельса из-за горизонтальной трещины в месте приварки рельсового соединителя, перешедшей в поперечную трещину (б).

ПРИЧИНЫ ПОЯВЛЕНИЯ И РАЗВИТИЯ

Из-за нарушения режима приварки рельсовых соединителей могут возникнуть сварочные трещины, непровары, поджоги, которые в результате развития усталостных трещин могут привести к трещинам различной ориентации, к излому и отделению части головки. При повторных приварках рельсовых соединителей необходимо убедиться в отсутствии трещин в местах приварок.



СПОСОБЫ ВЫЯВЛЕНИЯ

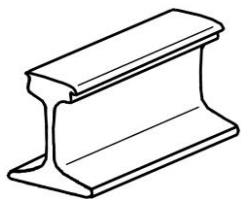
Внешний осмотр, ультразвуковое дефектоскопирование.

УКАЗАНИЯ ПО ЭКСПЛУАТАЦИИ

Рельс, имеющий любые трещины в основном металле головки из-за нарушений технологии приварки рельсовых соединителей, является остродефектным (**ОДР**) и подлежит замене без промедления.

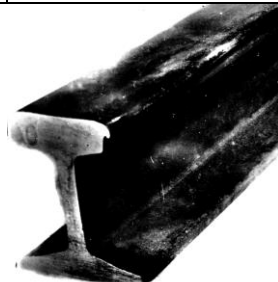
При обнаружении трещин в наплавленном металле за дефектным местом устанавливают периодические наблюдения и при развитии трещины с переходом в основной металл рельс переводят в категорию остродефектного (**ОДР**) с заменой без промедления.

<p>40.0</p> 	<p>Волнообразный износ и смятие головки рельса (длинные /25 – 150 см/ и короткие /менее 25 см, рифли/ волны).</p>	<p>Код дефекта: по всей длине рельса 40.0</p>
 		
<p>а</p>	<p>б</p>	
<p>Волнообразный износ и смятие в виде длинных волн (25 - 150 см) (а) и коротких (3-25 см) волнообразных неровностей – рифлей (б).</p>		
<p style="text-align: center;">ПРИЧИНЫ ПОЯВЛЕНИЯ И РАЗВИТИЯ</p>		
<p>Начальная волнообразная деформация головки (длиной 25,0 – 150,0 см), как правило, возникает при прокатке и правке рельсов на металлургических комбинатах вследствие вибрации прокатной клетки, биения валков и других причин, а в эксплуатации происходит дальнейшее развитие первоначальных дефектов и увеличение амплитуды волнообразных неровностей. Короткие (длиной 3,0-25,0 см) волнообразные неровности – рифли возникают из-за периодического проскальзывания колес, что вызывает сдвиги или повышенное истирание верхних слоев металла в местах проскальзывания.</p>		
<p style="text-align: center;">СПОСОБЫ ВЫЯВЛЕНИЯ</p>		
<p>Внешний осмотр, измерение жёсткой линейкой длиной 1 м с набором щупов, штангенциркулем с глубиномером, универсальным шаблоном.</p>		
<p style="text-align: center;">УКАЗАНИЯ ПО ЭКСПЛУАТАЦИИ РЕЛЬСА</p>		
<p>Рельсы с глубиной волны более 1,0 мм при измерении на базе 1 м являются дефектными (<i>ДР</i>).</p>		
<p>В остальных случаях дефектные рельсы (<i>ДР</i>) подлежат шлифовке с периодичностью по утвержденному графику.</p>		
<p>При обнаружении волнообразного износа и смятия головки рельсов с длинными (25,0 – 150,0 см) волнами высотой h до удаления неравномерного смятия и износа головок рельсов (полностью или частично) или при невозможности выполнения этих работ до плановой замены дефектных рельсов скорость движения по ним не должна превышать:</p>		
<p>140 км/ч при $1,0 < h \leq 1,5$ мм; 100 км/ч при $1,5 < h \leq 2,0$ мм; 70 км/ч при $2,0 < h \leq 3,0$ мм; 40 км/ч при $3,0 < h$ и ЗПП.</p>		
<p>При глубине длинных неровностей более 3,0 мм дефектные рельсы (<i>ДР</i>) заменяют в первоочередном порядке (ЗПП).</p>		
<p>При обнаружении волнообразного износа и смятия головки рельсов с короткими (2,5 - 25,0 см) волнами (рифлями) глубиной h до удаления неравномерного смятия и износа головок рельсов (полностью или частично) или при невозможности выполнения этих работ до плановой замены дефектных рельсов скорость движения по ним не должна превышать:</p>		
<p>140 км/ч при $1,0 < h \leq 1,5$ мм, 100 км/ч при $1,5 < h \leq 2,0$ мм, 70 км/ч при $2,0 < h \leq 3,0$ мм, 40 км/ч при $3,0 < h$ и ЗПП.</p>		
<p>При глубине рифлей более 3,0 мм <i>ДР</i> подлежат замене в первоочередном порядке (ЗПП).</p>		

41.0,2

Смятие и вертикальный износ головки рельса из-за недостаточной прочности металла (равномерные и местные).

Код дефекта:
по всей длине рельса
41.0,
Вне стыка **41.2**



ПРИЧИНЫ ПОЯВЛЕНИЯ И РАЗВИТИЯ

При несоответствии прочности металла головки рельса условиям ее нагружения колесами подвижного состава металл быстро деформируется, сплывает на боковую грань головки или изнашивается. Смятию по всей длине рельсов способствует увеличенное давление колес на внутреннюю нить кривых, вызванное снижением фактически реализуемых скоростей движения грузовых поездов относительно принятых при расчете возвышения. При раздавливании головок в металле возникают значительные растягивающие напряжения, которые при неблагоприятных условиях могут привести к возникновению продольных вертикальных трещин (дефект 31.1-2).

СПОСОБЫ ВЫЯВЛЕНИЯ

Для выявления равномерного смятия и износа проводят внешний осмотр, проверку штангенциркулем, измерительными приборами.

УКАЗАНИЯ ПО ЭКСПЛУАТАЦИИ

Рельсы типов Р50, Р65 и Р75 с равномерным износом, превышающим предельные допустимые величины, указанные в разделе 7.1 в таблице 3, считают дефектными (**ДР**) и заменяют в плановом порядке.

При наличии неравномерного местного смятия головки, затрудняющего содержание ширины колеи в пределах установленных норм, или равномерного смятия и износа, величина которых превышает допустимую для вертикального износа, рельсы являются дефектными (**ДР**) и подлежат замене в плановом порядке.

Для удаления или уменьшения неравномерного смятия и износа головок рельсов производят их шлифовку, фрезерование или наплавку. До ликвидации или уменьшения неравномерного смятия головки или до замены рельсов скорость движения по ним в зависимости от глубины местных неровностей **h** не должна превышать:

140 км/ч при $1,5 < h \leq 2,0$ мм,

120 км/ч при $2,0 < h \leq 3,0$ мм,

100 км/ч при $3,0 < h \leq 4,0$ мм,

70 км/ч при $4,0 < h \leq 6,0$ мм,

40 км/ч при $6,0 < h$ и ЗПП.

При глубине неровностей более 6,0 мм рельсы подлежат замене в первоочередном порядке (ЗПП).

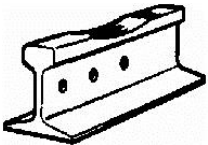
Рельсы с неравномерным смятием головки, затрудняющим содержание ширины колеи в пределах установленных норм даже после удаления наплывов металла шлифовкой, являются дефектными (**ДР**) и подлежат плановой замене.

Рельсы типов Р65 и Р75 с шириной головки 90,0 мм и более и Р50 с шириной головки 85,0 мм и более также являются дефектными (**ДР**) и подлежат плановой замене.

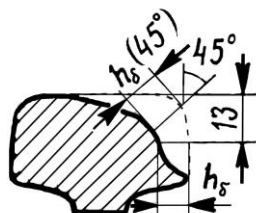
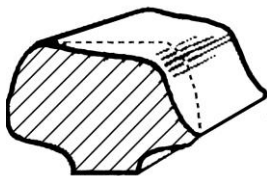
При ширине головки более 90,0 мм (для рельсов типов Р65 и Р75) и 85,0 мм (для рельсов типа Р50), а также при наплывах на боковой поверхности головки 5,0 мм и более, при наличии темного желобка на поверхности катания глубиной более 1,0 мм, при осыпании окалины и наличии узкой полоски красноты в зоне сопряжения головки с шейкой со стороны

рабочей грани необходимо проведение ультразвукового контроля ручными ПЭП. В случае обнаружения эхо-сигнала от трещины (дефект 31.1-2) рельсы считают остродефектными (**ОДР**) и заменяют без промедления. При затруднении ультразвукового контроля рельс признаётся контроленепригодным (деф.19).

Необходимо восстановить соответствие между возвышением наружного рельса и реализуемыми скоростями движения поездов в кривой.

<p>43.1</p> 	<p>Смятие головки в виде седловины в зоне болтового стыка из-за повышенного динамического воздействия в стыке.</p>	<p>Код дефекта: в стыке 43.1</p>
 <p style="text-align: center;">ПРИЧИНЫ ПОЯВЛЕНИЯ И РАЗВИТИЯ</p> <p>Смятие головки в виде седловины связано с особенностями динамического воздействия колеса на рельс при прохождении им зоны стыка и недостаточным сопротивлением рельсов смятию, использованием изношенных накладок, вышедших из строя прокладок и подкладок, просадками в стыках, нарушением подуклонки рельсов.</p> <p style="text-align: center;">СПОСОБЫ ВЫЯВЛЕНИЯ</p> <p>Внешний осмотр, проверка жёсткой линейкой длиной 1 м с набором щупов или с концевыми мерами длины, штангенциркулем с глубиномером, универсальным шаблоном измерон модели 00316 и др. измерительными приборами. Дефектоскопирование затруднено из-за изменения формы поверхности катания и ухудшения акустического контакта. При дефектоскопировании следует убедиться в отсутствии под дефектом поперечных трещин деф.31.1.</p> <p style="text-align: center;">УКАЗАНИЯ ПО ЭКСПЛУАТАЦИИ</p> <p>Рельсы, имеющие седловины глубиной более 1,5 мм при измерении их по оси головки от линейки длиной 1 м, являются дефектными (ДР).</p> <p>Для полного или частичного устранения дефектов производят шлифовку поверхности катания, наплавку, а для того, чтобы сделать пологими уклоны неровности в зоне седловин – местную шлифовку.</p> <p>До выполнения указанных выше работ или при невозможности их выполнения до плановой замены дефектных рельсов в зависимости от глубины седловины h скорость движения поездов не должна превышать:</p> <ul style="list-style-type: none"> 140 км/ч при $1,5 < h \leq 2,0$ мм, 120 км/ч при $2,0 < h \leq 3,0$ мм, 100 км/ч при $3,0 < h \leq 4,0$ мм, 70 км/ч при $4,0 < h \leq 6,0$ мм, 40 км/ч при $6,0 < h$ и ЗПП. <p>При глубине седловины более 6,0 мм дефектные рельсы заменяют в первоочередном порядке (ЗПП).</p>		

44.0



Боковой износ головки рельса сверх допускаемых норм.

Код дефекта: по всей длине рельса **44.0**



Вид поперечного темплета рельса

ПРИЧИНЫ ПОЯВЛЕНИЯ И РАЗВИТИЯ

Недостаточная износостойкость рельсового металла и усиленное проскальзывание, связанное, как правило, с увеличением углов набегания гребней колес на боковую грань рельсов из-за нарушений нормального вписывания тележек подвижного состава в кривые участки пути. Недостаточная лубрикация боковой грани головки рельсов.

СПОСОБЫ ВЫЯВЛЕНИЯ

Внешний осмотр, проверка измерительными приборами. Боковой износ измеряется на высоте 13 мм ниже существующей поверхности катания и определяется как разница проектной ширины головки рельса и измеренной ширины головки рельса ниже поверхности катания на 13 мм без учета наплывов с нерабочей грани рельса.

УКАЗАНИЯ ПО ЭКСПЛУАТАЦИИ

При движении по рельсам типов Р50, Р65 и Р75 с равномерным боковым износом допустимые скорости движения устанавливаются в соответствии с табл.3 (раздел 7.1, с.131).

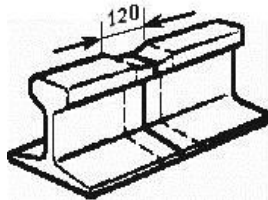
При интенсивном боковом износе следует использовать гребнесмазы-ватели и рельсосмазыватели (передвижные и/или стационарные).

В наружные нити кривых радиусами 650 м и менее рекомендуется укладывать рельсы типа Р65К, рельсы, изготовленные из износостойкой стали. Необходимо обеспечивать правильное положение кривых в плане, ликвидировать возможные отступления по возвышению наружного рельса, по подуклонке рельсов и не допускать в эксплуатации отступлений в содержании ходовых частей подвижного состава.

Если рельсы с боковым износом в наружных нитях кривых удовлетворяют действующим Техническим указаниям по перекладке термоупрочненных рельсов типов Р65 и Р75 в звеньевом пути, то производят их перекладку с переменной рабочей канта в прямые или во внутренние нити кривых.

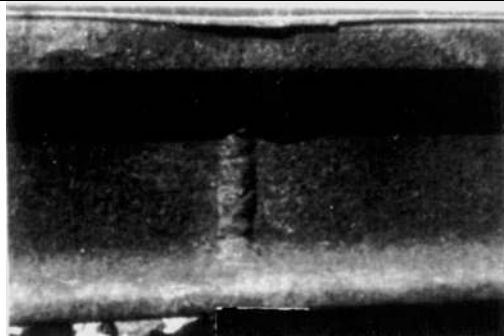
По рельсам, имеющим боковой износ более 15,0 мм, должны производиться ежемесячные замеры величины бокового износа дорожным мастером на данных участках с последующим анализом интенсивности нарастания износа начальником дистанции пути и его докладом в службу пути.

46.3-4



Смятие и износ головки в зоне сварного стыка из-за местного снижения механических свойств металла **после пропуска гарантийного тоннажа.**

Код дефекта:
в сварном стыке
46.3
46.4



ПРИЧИНЫ ПОЯВЛЕНИЯ И РАЗВИТИЯ

Вследствие неоднородности механических свойств металла, получающейся при сварке рельсов, образуется местное одиночное (одна седловина) или двойное (две седловины) смятие головки рельса.

Интенсивному развитию седловин в эксплуатации способствуют наличие начальной неровности в сварном стыке, образовавшейся при сварке рельсов с концевой искривленностью, отсутствие или нарушение технологии упрочняющей термической обработки сварных стыков.

СПОСОБЫ ВЫЯВЛЕНИЯ

Внешний осмотр, проверка измерительными приборами, универсальным шаблоном измерен модели 00316 и др. Контроль сварных стыков в соответствии с Технологической инструкцией по ультразвуковому контролю сварных стыков рельсов в рельсосварочных предприятиях и в пути и Правилами контроля стыков алюминотермитной сварки рельсов в пути.

УКАЗАНИЯ ПО ЭКСПЛУАТАЦИИ

Рельсы, имеющие смятие головки при измерении по оси головки от линейки длиной 1 м более 1,0 мм, являются дефектными (*ДР*).

Для уменьшения уклонов неровности на поверхности катания головки в зоне сварного стыка производят местное шлифование рельса. Для полного или частичного устранения неровностей производят шлифовку рельсов по всей длине рельсошлифовальными поездами. Для полного устранения неровностей проводят восстановление сварного стыка вырезкой дефектного участка и вваркой вставки.

До выполнения указанных работ или при невозможности их выполнения до плановой замены рельсов или восстановления сварного стыка в зависимости от глубины смятия сварного стыка h скорость движения поездов не должна превышать:

120 км/ч при $1,0 < h \leq 2,0$ мм,

70 км/ч при $2,0 < h \leq 3,0$ мм,

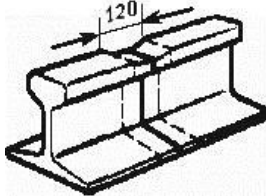
40 км/ч при $3,0 < h \leq 4,0$ мм,

25 км/ч при $4,0 < h$.

При глубине смятия более 4,0 мм рельсы заменяют или восстанавливают в первоочередном порядке.

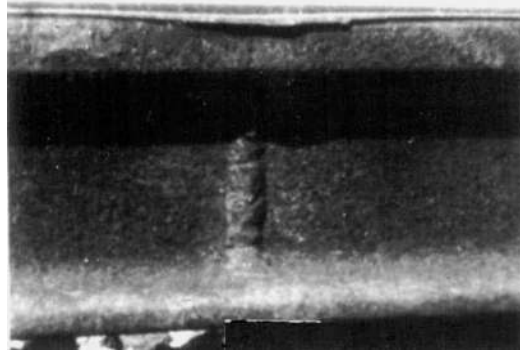
При нарастании числа дефектных рельсов с деф.46.3-4 в условиях эксплуатации, соответствующих действующим нормативам, информировать об этом предприятие, выполнившее сварку рельсов.

47.3-4



Смятие и износ головки в зоне сварного стыка из-за местного снижения механических свойств металла до пропуска гарантийного тоннажа.

Код дефекта:
в сварном стыке
47.3
47.4



ПРИЧИНЫ ПОЯВЛЕНИЯ И РАЗВИТИЯ

Вследствие неоднородности механических свойств металла, получающейся при сварке рельсов, образуется местное одиночное (одна седловина) или двойное (две седловины) смятие головки рельса.

Интенсивному развитию седловин в эксплуатации способствуют наличие начальной неровности в сварном стыке, образовавшейся при сварке рельсов с концевой искривленностью, отсутствие или нарушение упрочняющей термической обработки сварных стыков.

СПОСОБЫ ВЫЯВЛЕНИЯ

Внешний осмотр, проверка измерительными приборами, универсальным шаблоном измерен модели 00316 и др. Контроль сварных стыков в соответствии с действующей Технологической инструкцией по ультразвуковому контролю сварных стыков рельсов в рельсосварочных предприятиях и в пути и Правилами контроля стыков алюминотермитной сварки рельсов в пути.

УКАЗАНИЯ ПО ЭКСПЛУАТАЦИИ

Рельсы, имеющие смятие головки при измерении по оси головки от линейки длиной 1 м более 1,0 мм, являются дефектными (*ДР*).

Для уменьшения уклонов неровности на поверхности катания головки в зоне сварного стыка производят местное шлифование рельса. Для полного или частичного устранения неровностей производят шлифовку рельсов по всей длине рельсошлифовальными поездами. Для полного устранения неровностей проводят восстановление сварного стыка вырезкой дефектного участка и вваркой вставки.

До выполнения указанных работ или при невозможности их выполнения до плановой замены рельсов или восстановления сварного стыка в зависимости от глубины смятия сварного стыка h скорость движения поездов не должна превышать:

120 км/ч при $1,0 < h \leq 2,0$ мм,

70 км/ч при $2,0 < h \leq 3,0$ мм,

40 км/ч при $3,0 < h \leq 4,0$ мм,

25 км/ч при $4,0 < h$.

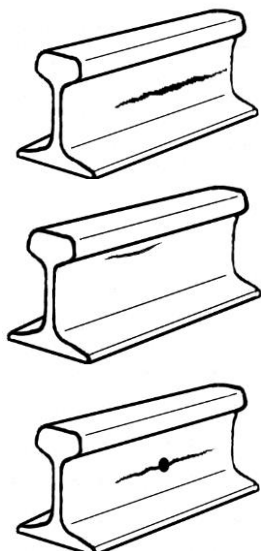
При глубине смятия более 4,0 мм рельсы заменяют или восстанавливают в первоочередном порядке.

При образовании дефекта в эксплуатационных условиях, отвечающих гарантийным обязательствам, предъявить рекламацию изготовителю сварного стыка.

<p>50.1-2</p> 	<p>Вертикальные расслоения шейки из-за нарушения технологии изготовления рельсов</p>	<p>Код дефекта: в стыке 50.1 вне стыка 50.2</p>
<div style="text-align: center;">  </div> <p style="text-align: center;">ПРИЧИНЫ ПОЯВЛЕНИЯ И РАЗВИТИЯ</p> <p>Дефекты технологии изготовления рельсов в виде остатков усадочной раковины, центральной пористости, резко выраженной ликвации в шейке рельса или наличия скоплений неметаллических включений могут привести к образованию расслоения шейки в эксплуатации.</p> <p style="text-align: center;">СПОСОБ ВЫЯВЛЕНИЯ</p> <p>Внешний осмотр, ультразвуковое дефектоскопирование.</p> <p style="text-align: center;">УКАЗАНИЯ ПО ЭКСПЛУАТАЦИИ</p> <p>Рельсы, имеющие расслоение шейки, являются остродефектными (<i>ОДР</i>) и подлежат замене без промедления.</p> <p>Предъявить в соответствии с гарантийными обязательствами рекламацию металлургическому комбинату-изготовителю рельсов.</p>		

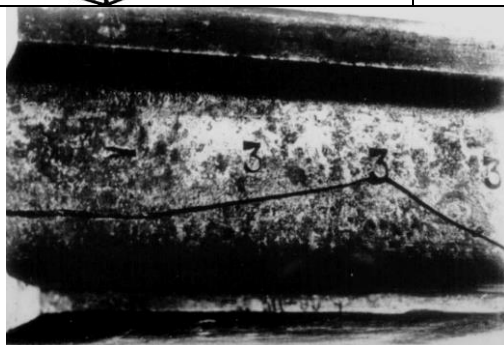
<p>53.1</p> 	<p>Трещины в шейке от болтовых отверстий в рельсе из-за повышенного динамического воздействия в стыках.</p>	<p>Код дефекта: в стыке 53.1</p>
<div style="text-align: center;">  </div> <p style="text-align: center;">ПРИЧИНЫ ПОЯВЛЕНИЯ И РАЗВИТИЯ</p> <p>Концентрация напряжений на кромках болтовых отверстий. Неудовлетворительное содержание стыков (ослабление болтов, смятие и провисание концов рельсов, просадки, большие растянутые зазоры) может стать причиной появления и развития дефекта.</p> <p>Отсутствие упрочнения болтовых отверстий, отсутствие или некачественное исполнение фасок, надрывы на кромках отверстий, неровности на поверхности отверстий из-за некачественного сверления и коррозия ускоряют и облегчают процесс трещинообразования.</p> <p style="text-align: center;">СПОСОБЫ ВЫЯВЛЕНИЯ</p> <p>Внешний осмотр со снятием накладок, ультразвуковое дефектоскопирование.</p> <p style="text-align: center;">УКАЗАНИЯ ПО ЭКСПЛУАТАЦИИ</p> <p>Рельсы с трещинами в шейке от болтовых отверстий являются остродефектными (<i>ОДР</i>) и подлежат замене без промедления.</p>		

55.1-2



Трещины в шейке и в местах перехода к головке от ударов по шейке и других механических повреждений, от маркировочных знаков, отверстий и других концентраторов напряжений

Код дефекта:
в стыке **55.1**
вне стыка **55.2**



ПРИЧИНЫ ПОЯВЛЕНИЯ И РАЗВИТИЯ

В результате ударов по шейке и других механических повреждений в шейке или в месте перехода шейки в головку могут образовываться трещины, которые при своем развитии могут привести к излому рельса. Концентраторы напряжений в виде отверстий, острых маркировочных знаков или острых кромок в местах перехода шейки в головку могут способствовать образованию трещин.

СПОСОБЫ ВЫЯВЛЕНИЯ

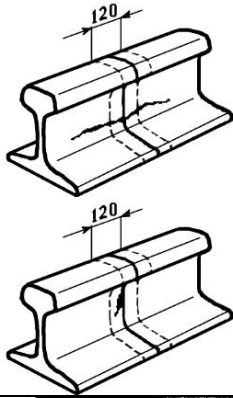
Внешний осмотр, в том числе со снятием стыковых накладок, ультразвуковое дефектоскопирование.

УКАЗАНИЯ ПО ЭКСПЛУАТАЦИИ

Рельсы с трещинами в шейке и в месте её перехода в головку являются остродефектными (**ОДР**) и подлежат замене без промедления.

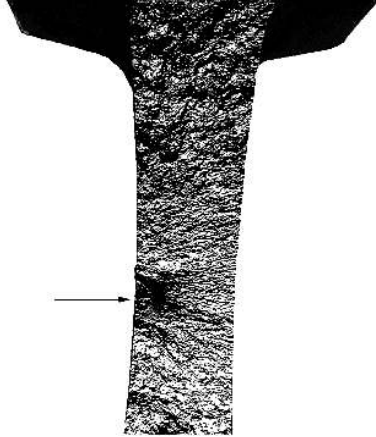
В случае обнаружения трещины от маркировочных знаков и других концентраторов напряжений, возникших при изготовлении рельсов, предъявить в соответствии с гарантийными обязательствами рекламацию металлургическому комбинату-изготовителю рельсов.

56.3-4



Трещины в шейке в зоне сварного стыка из-за нарушений технологии сварки и обработки сварных стыков, приведшие к отказу рельса после пропуска гарантийного тоннажа.

Код дефекта:
в сварном стыке
56.3
56.4



Вид поверхности трещины после вскрытия дефекта. Стрелкой показано расположение дефекта сварки и развившейся от него поперечной трещины усталости (глубиной 7 мм), остальное – зона хрупкого долома.



ПРИЧИНЫ ПОЯВЛЕНИЯ И РАЗВИТИЯ

Основными причинами образования дефекта являются нарушения технологии сварки и обработки сварных стыков. Горизонтальные трещины преимущественно возникают из-за неудовлетворительной обработки сварного шва после сварки, а вертикальные - в результате нарушения режима сварки.

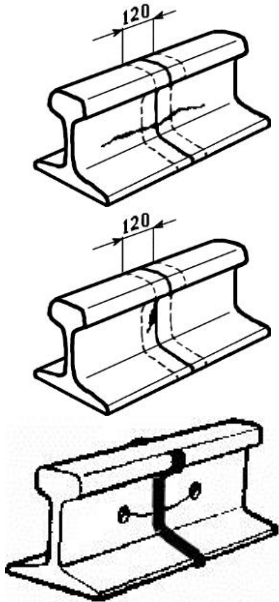
СПОСОБЫ ВЫЯВЛЕНИЯ

Внешний осмотр, контроль сварных стыков в соответствии с действующей Технологической инструкцией по ультразвуковому контролю сварных стыков рельсов в рельсосварочных предприятиях и в пути и в Правилах контроля стыков алюминотермитной сварки рельсов в пути.

УКАЗАНИЯ ПО ЭКСПЛУАТАЦИИ

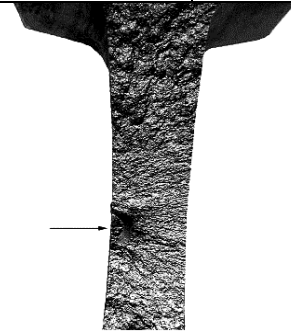
Рельс с трещиной является острodefектным (*ОДР*) и подлежит замене без промедления.

57.3-4



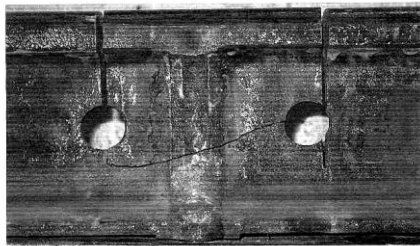
Трещины в шейке в зоне сварного стыка из-за нарушений технологии сварки и обработки сварных стыков, приведшие к отказу рельса до пропуска гарантийного тоннажа.

Код дефекта:
в сварном стыке
57.3
57.4



Вид поверхности трещины после вскрытия дефекта 57.3.

Стрелкой показано расположение дефекта сварки и развившейся от него поперечной трещины усталости (глубиной 7,0 мм), остальное – зона хрупкого долома.



ПРИЧИНЫ ПОЯВЛЕНИЯ И РАЗВИТИЯ

Основными причинами образования дефекта являются нарушения технологии сварки и обработки сварных стыков. Горизонтальные трещины преимущественно возникают из-за неудовлетворительной обработки сварного шва после сварки, а вертикальные - в результате нарушения режима сварки. Трещины по болтовым отверстиям сварных стыков, сваренных алюминотермитным способом, возникают из-за неудовлетворительной обработки поверхностей отверстий (отсутствия фасок, наличия заусенцев, задигов от сверления на цилиндрической поверхности), внутренних дефектов в шейке рельсов вблизи концов рельсов, внутренних дефектов термитного шва.

СПОСОБЫ ВЫЯВЛЕНИЯ

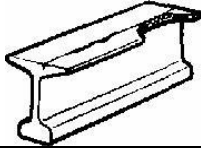
Внешний осмотр, контроль сварных стыков в соответствии с действующей Технологической инструкцией по ультразвуковому контролю сварных стыков рельсов в рельсосварочных предприятиях и в пути и с Правилами контроля стыков алюминотермитной сварки рельсов в пути.

УКАЗАНИЯ ПО ЭКСПЛУАТАЦИИ

Рельс с трещиной является острodefектным (**ОДР**) и подлежит замене без промедления.

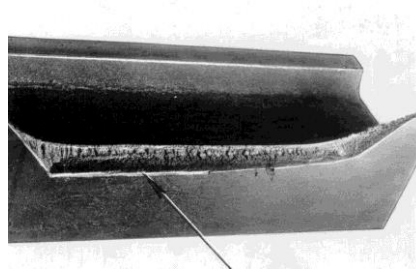
Предъявить в соответствии с гарантийными обязательствами рекламацию предприятию, которое производило сварку рельсов.

60.1-2



Трещины и выколы в подошве из-за нарушений технологии изготовления рельсов.

Код дефекта:
в стыке **60.1**
вне стыка **60.2**



ПРИЧИНЫ ПОЯВЛЕНИЯ И РАЗВИТИЯ

В процессе изготовления рельсов из-за недостатков или нарушения технологии производства на их подошве могут образоваться дефекты (показан стрелкой) в виде волосовин, закатов и другие, которые в процессе эксплуатации могут привести к образованию трещин, а затем к выколу части подошвы или излому рельса (дефект 70.1-2).

СПОСОБЫ ВЫЯВЛЕНИЯ

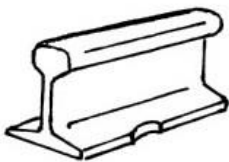
Внешний осмотр, ультразвуковое дефектоскопирование.

УКАЗАНИЯ ПО ЭКСПЛУАТАЦИИ

Рельс с трещиной является острodefектным (**ОДР**) и подлежит замене без промедления.

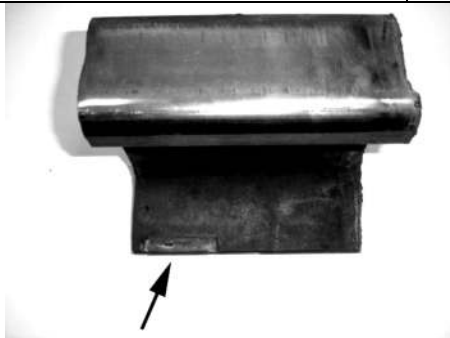
Предъявить в соответствии с гарантийными обязательствами рекламацию металлургическому комбинату-изготовителю рельсов.

64.1-2



Местные выработки или местная коррозия подошвы рельса в местах контакта с элементами креплений из-за нарушений норм текущего содержания пути.

Код дефекта:
в стыке **64.1**
вне стыка **64.2**



ПРИЧИНЫ ПОЯВЛЕНИЯ И РАЗВИТИЯ

Местные выработки или местная коррозия подошвы рельсов в местах контакта подошвы с ребрами подкладок, упорными скобами, клеммами, костылями в результате износа и (или) коррозии.

СПОСОБЫ ВЫЯВЛЕНИЯ

Внешний осмотр, проверка жесткой линейкой, штангенциркулем с глубиномером. Дефектоскопирование для того, чтобы убедиться в отсутствии трещин в подошве рельса.

УКАЗАНИЯ ПО ЭКСПЛУАТАЦИИ

Рельсы с местными выработками сбоку или сверху подошвы глубиной более 5,0 мм в местах её контакта с элементами крепления считаются дефектными (**ДР**) и подлежат замене в плановом порядке.

Рельсы типа Р50 с глубиной выработки более 6,0 мм заменяют в первоочередном порядке, до их замены скорость движения по ним устанавливают не более 40 км/ч.

По дефектным рельсам типов Р65 и Р75 в зависимости от глубины выработки h_n скорость движения поездов до плановой замены не должна превышать:

- 120 км/ч при $5,0 < h_n \leq 6,0$ мм,
- 100 км/ч при $6,0 < h_n \leq 7,0$ мм,
- 70 км/ч при $7,0 < h_n \leq 8,0$ мм и ЗПП,
- 25 км/ч при $8,0 < h_n$.

Рельсы типов Р75 и Р65 с глубиной выработки более 7,0 мм заменяют в первоочередном порядке.

При местной (неравномерной) коррозии подошвы у её края:

на глубину более 5,0 мм для рельсов типа Р75,
 более 4,0 мм для рельсов типа Р65,
 более 3,0 мм для рельсов типа Р50

рельсы считаются дефектными (**ДР**) и подлежат замене в плановом порядке.

До проведения плановой замены дефектных рельсов в зависимости от глубины местной коррозии h_k от кромки подошвы скорость движения поездов по ним не должна превышать:

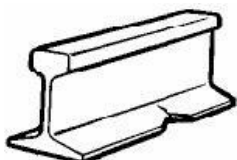
- 100 км/ч при $5,0 < h_k \leq 6,0$ мм для рельсов типа Р75,
 при $4,0 < h_k \leq 5,0$ мм для рельсов типа Р65,
 при $3,0 < h_k \leq 4,0$ мм для рельсов типа Р50,
- 70 км/ч при $6,0 < h_k \leq 8,0$ мм для рельсов типа Р75,
 при $5,0 < h_k \leq 7,0$ мм для рельсов типа Р65,
 при $4,0 < h_k \leq 6,0$ мм для рельсов типа Р50.

Рельсы, у которых местная коррозия от кромки подошвы имеет глубину:
 более 8,0 мм для рельсов типа Р75,
 более 7,0 мм для рельсов типа Р65,
 более 6,0 мм для рельсов типа Р50,

считаются острodefектными (**ОДР**) и подлежат замене без промедления.

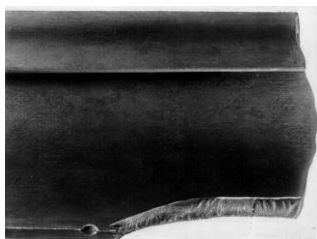
В случае обнаружения поперечной трещины от коррозии края подошвы рельсы считаются острodefектными (**ОДР**) и подлежат замене без промедления

65.1-2



Трещины и выколы в подошве из-за ударов и других механических повреждений.

Код дефекта:
 в стыке **65.1**
 вне стыка **65.2**



ПРИЧИНЫ ПОЯВЛЕНИЯ И РАЗВИТИЯ

Вследствие механических повреждений подошвы возникает концентрация напряжений, что может привести к образованию трещин в подошве, выколу части подошвы или излому рельса.

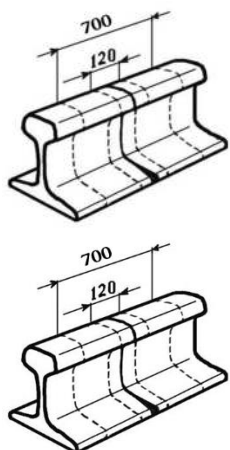
СПОСОБЫ ВЫЯВЛЕНИЯ

Внешний осмотр, дефектоскопирование.

УКАЗАНИЯ ПО ЭКСПЛУАТАЦИИ

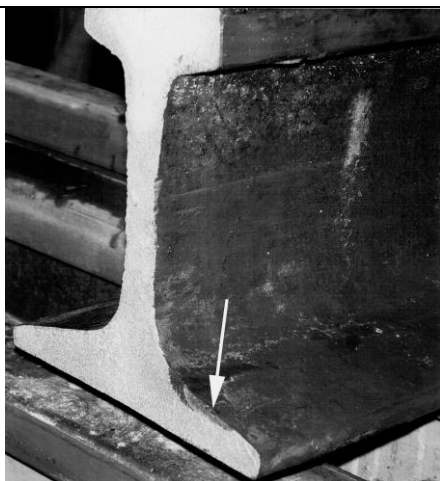
Рельс с трещиной в подошве является острodefектным (**ОДР**) и подлежит замене без промедления.

66.3-4



Трещины в подошве в зоне сварного стыка из-за нарушений технологии сварки рельсов и обработки сварных стыков, а также поперечные усталостные трещины из-за поджогов в местах контакта с прижимными электродами – губками контактной сварочной машины, приведшие к отказу рельса **после пропуска гарантийного тоннажа**.

Код дефекта:
в сварном стыке
66.3,
66.4,



Дефект 66.3. Вид излома после вскрытия дефекта. Стрелкой показан дефект - трещина от раковины в сварном шве



Дефект 66.4

ПРИЧИНЫ ПОЯВЛЕНИЯ И РАЗВИТИЯ

Наличие непроваров, трещин и других дефектов из-за нарушения режима сварки могут привести к образованию поперечных трещин в подошве в зоне сварного стыка. Причиной зарождения усталостных трещин в подошве на расстоянии 700 мм (симметрично по 350 мм по обе стороны от сварного стыка) могут являться поджоги от воздействия электрической дуги, возникающей при плохом контакте между поверхностью подошвы и прижимными губками сварочной машины. При своем развитии трещина может привести к полному излому рельса (дефект 76.3-4).

СПОСОБЫ ВЫЯВЛЕНИЯ

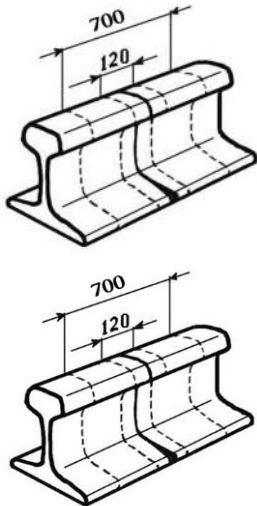
Внешний осмотр. Контроль сварных стыков в соответствии с действующей нормативной документацией неразрушающему контролю сварных стыков рельсов.

УКАЗАНИЯ ПО ЭКСПЛУАТАЦИИ

Рельс с трещиной в подошве является острodefектным (*ОДР*) и подлежит замене без промедления.

Информировать предприятие, произведшее сварку рельса, о факте возникновения дефекта и условиях эксплуатации рельса.

67.3-4



Трещины в подошве в зоне сварного стыка из-за нарушений технологии сварки рельсов и обработки сварных стыков, а также поперечные усталостные трещины из-за поджогов в местах контакта с прижимными электродами – губками контактной сварочной машины, приведшие к отказу рельса до пропуска гарантийного тоннажа.

Код дефекта:
в сварном стыке
67.3
67.4



Вид излома после вскрытия дефекта. Стрелкой показан дефект - трещина от раковины в сварном шве



ПРИЧИНЫ ПОЯВЛЕНИЯ И РАЗВИТИЯ

Наличие непроваров, трещин и других дефектов из-за нарушения режима сварки могут привести к образованию поперечных трещин в подошве в зоне сварного стыка. Причиной зарождения усталостных трещин в подошве на расстоянии 700 мм (симметрично по 350 мм по обе стороны от сварного стыка) могут являться поджоги от воздействия электрической дуги, возникающей при плохом контакте между поверхностью подошвы и прижимными губками сварочной машины. При своем развитии трещина может привести к полному излому рельса (дефект 77.3-4)

СПОСОБЫ ВЫЯВЛЕНИЯ

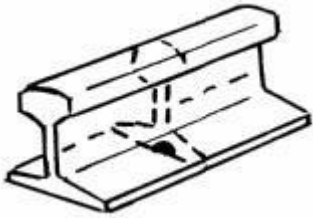
Внешний осмотр. Контроль сварных стыков в соответствии с действующей нормативной документацией по неразрушающему контролю сварных стыков рельсов.

УКАЗАНИЯ ПО ЭКСПЛУАТАЦИИ

Рельс с трещиной в подошве является остродефектным (*ОДР*) и подлежит замене без промедления.

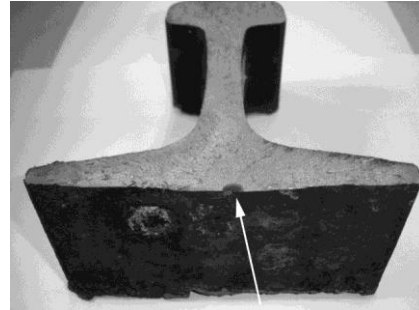
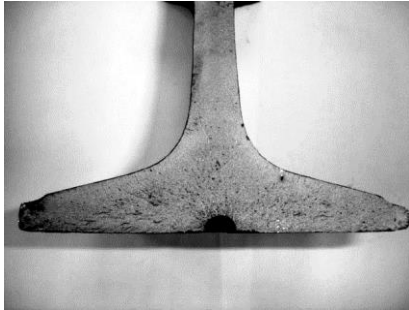
Предъявить в соответствии с гарантийными обязательствами рекламацию предприятию, производившему сварку рельса.

69.1-2



Поперечные коррозионно-усталостные трещины в подошве рельса.

Код дефекта:
в стыке **69.1**
вне стыка **69.2**



Вид поверхностей излома после вскрытия дефектов.

ПРИЧИНЫ ПОЯВЛЕНИЯ И РАЗВИТИЯ

В результате коррозионной усталости, возникающей при длительном увлажнении нижней поверхности подошвы в зоне контакта с подрельсовой прокладкой в сочетании с высоким уровнем рабочих напряжений от изгиба и кручения, а также высоким уровнем растягивающих остаточных напряжений в подошве рельса образуются поперечные трещины коррозионной усталости. Форма трещин – полукруглая, глубина от 1,0 до 10,0 мм. При своём развитии после достижения критического размера трещина может привести к полному излому рельса (дефект 79.1-2).

СПОСОБЫ ВЫЯВЛЕНИЯ

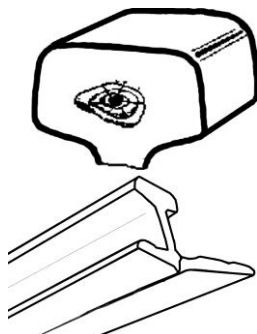
Дефектоскопирование.

УКАЗАНИЯ ПО ЭКСПЛУАТАЦИИ

Рельс с поперечной коррозионно-усталостной трещиной в подошве является острodefектным (ОДР) и подлежит замене без промедления.

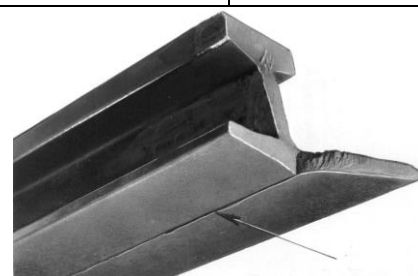
Необходима более тщательная проверка других рельсов на данном участке.

70.1-2




Поперечные изломы от трещин, образовавшихся из-за нарушения технологии изготовления рельсов.

Код дефекта:
в стыке **70.1**
вне стыка **70.2**

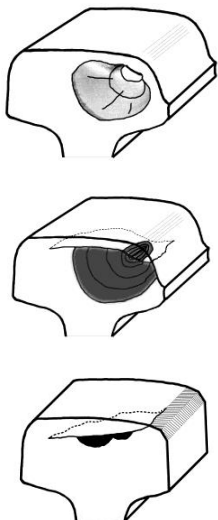


Дефект 70.2/20.2. Излом рельса в эксплуатации из-за поперечной усталостной трещины, возникшей от металлургического дефекта (флокена).	Дефект 70.2/60.2. Стрелкой показан поверхностный дефект металлургического происхождения.
<p align="center">ПРИЧИНЫ ПОЯВЛЕНИЯ И РАЗВИТИЯ</p> <p>Своевременно не обнаруженные трещины дефектов 20.1-2, 60.1-2 могут привести к излому рельса. Характерный вид излома из-за дефекта 60.1-2 – ласточкин хвост.</p> <p align="center">СПОСОБЫ ВЫЯВЛЕНИЯ</p> <p>Внешний осмотр, ультразвуковой или магнитный контроль. Срабатывание сигнала светофора (ложная занятость).</p> <p align="center">УКАЗАНИЯ ПО ЭКСПЛУАТАЦИИ</p> <p>Рельс является острodefектным (<i>ОДР</i>) и подлежит замене без промедления.</p> <p>Предъявить в соответствии с гарантийными обязательствами рекламацию металлургическому комбинату-изготовителю рельса.</p>	

<p>71.1-2</p> 	<p>Поперечные изломы из-за поперечной трещины, образовавшейся от внутренней или наружной продольной трещины контактной усталости, или продольной горизонтальной или вертикальной трещины в головке после пропуска гарантийного тоннажа</p>	<p>Код дефекта: в стыке 71.1 вне стыка 71.2</p>
 <p align="center">Дефект 71.2/21.2</p>  <p align="center">Дефект 71.1/31.1</p>	 <p align="center">Дефект 71.2/21.2</p>	

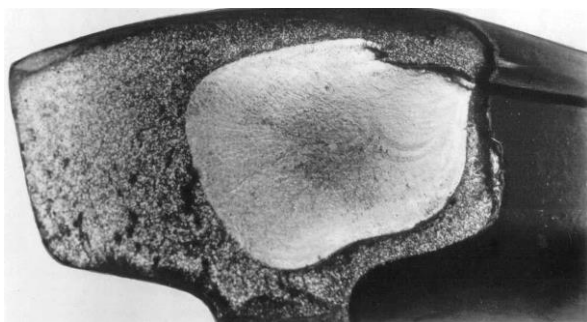
<p align="center">ПРИЧИНЫ ПОЯВЛЕНИЯ И РАЗВИТИЯ</p> <p>При своем развитии поперечные трещины контактной усталости, а также горизонтальные и вертикальные продольные трещины (деф.21.1-2, 31.1-2) могут привести к излому всего сечения рельса. При понижении температуры эксплуатации вероятность излома возрастает.</p> <p align="center">СПОСОБЫ ВЫЯВЛЕНИЯ</p> <p>Внешний осмотр, ультразвуковой или магнитный контроль. Срабатывания сигнала светофора (ложная занятость).</p> <p align="center">УКАЗАНИЯ ПО ЭКСПЛУАТАЦИИ</p> <p>Рельс является острodefектным (<i>ОДР</i>) и подлежит замене без промедления.</p>

72.1-2



Поперечные изломы из-за поперечной трещины, образовавшейся от внутренней или наружной продольной трещины контактной усталости, или продольной горизонтальной или вертикальной трещины в головке **до пропуска гарантийного тоннажа**

Код дефекта:
в стыке **72.1**
вне стыка **72.2**



Дефект 72.2/22.2



Дефект 72.2/22.2

ПРИЧИНЫ ПОЯВЛЕНИЯ И РАЗВИТИЯ

Своевременно не обнаруженные трещины (дефекты 22.1-2) могут привести к излому рельса. При понижении температуры эксплуатации вероятность излома возрастает.

СПОСОБЫ ВЫЯВЛЕНИЯ

Внешний осмотр, ультразвуковой или магнитный контроль. Срабатывания сигнала светофора (ложная занятость).

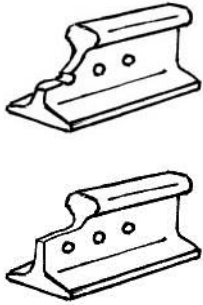
УКАЗАНИЯ ПО ЭКСПЛУАТАЦИИ

Рельс является остродефектным (**ОДР**) и подлежит замене без промедления.

Усилить дефектоскопный контроль за рельсами на примыкающих участках пути. Произвести профильную шлифовку головок рельсов согласно техническим указаниям.

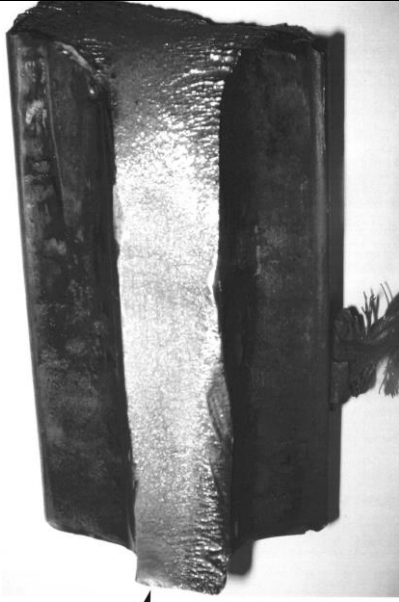
В обязательном порядке предъявить в соответствии с гарантийными обязательствами рекламацию металлургическому комбинату-изготовителю рельсов.

73.1

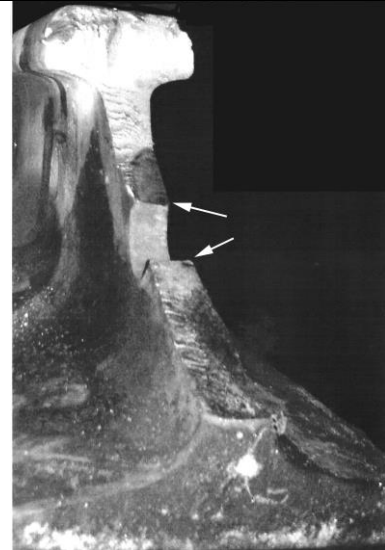


Изломы из-за образования и развития трещин в шейке от отверстий и в месте перехода шейки в головку

Код дефекта:
в стыке **73.1**



Дефект 73.1/33.1. Излом рельса в эксплуатации от усталостной трещины, возникшей от торца рельса (очаг указан стрелкой).



Дефект 73.1/53.1. Излом рельса в эксплуатации по первому болтовому отверстию от усталостных трещин (показаны стрелками), возникших на кромках болтового отверстия.

ПРИЧИНЫ ПОЯВЛЕНИЯ И РАЗВИТИЯ

Своевременно не обнаруженные трещины (дефекты 33.1 и 53.1) могут привести к излому рельса. При понижении температуры эксплуатации вероятность излома возрастает.

СПОСОБЫ ВЫЯВЛЕНИЯ

Внешний осмотр со снятием стыковых накладок, ультразвуковой или магнитный контроль.

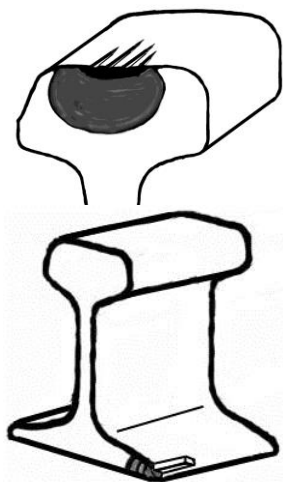
УКАЗАНИЯ ПО ЭКСПЛУАТАЦИИ

Рельс является остродефектным (*ОДР*) и подлежит замене без промедления.

Принять меры по улучшению состояния стыков (регулировка зазоров, ликвидация выплесков, выправка концов рельсов, подтягивание стыковых болтов, замена вышедших из строя элементов креплений в стыках, наплавка концов рельсов и др.).

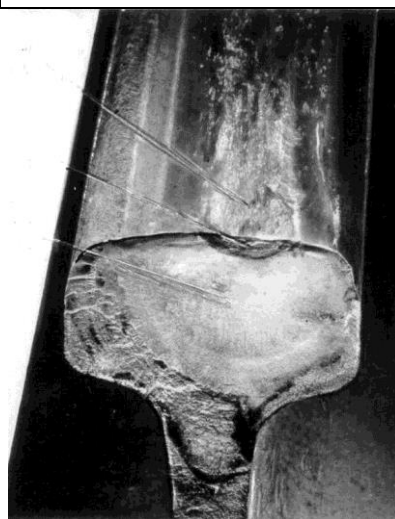
Предъявить в соответствии с гарантийными обязательствами рекламацию металлургическому комбинату или другому предприятию-изготовителю некачественных отверстий в рельсе.

74.1-2



Поперечные изломы из-за образования поперечной трещины в головке вследствие боксования и юза. Поперечные изломы из-за усталостной трещины, образовавшейся от местной выработки подошвы рельса в месте контакта с элементами креплений или местной коррозии.

Код дефекта:
в стыке **74.1**
вне стыка **74.2**



Дефект 74.2/24.2. Излом рельса в эксплуатации из-за поперечной усталостной трещины, возникшей от термомеханического повреждения рельса.

ПРИЧИНЫ ПОЯВЛЕНИЯ И РАЗВИТИЯ

Своевременно не обнаруженные трещины (дефекты 24.1-2 и 64.1-2) могут привести к излому всего рельса. При понижении температуры эксплуатации вероятность излома возрастает.

СПОСОБЫ ВЫЯВЛЕНИЯ

Внешний осмотр, ультразвуковой или магнитный контроль. Срабатывания сигнала светофора (ложная занятость).

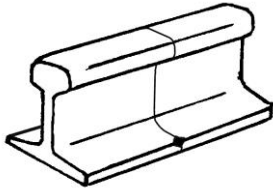
УКАЗАНИЯ ПО ЭКСПЛУАТАЦИИ

Рельс является острodefектным (*ОДР*) и подлежит замене без промедления.

Необходимо в период трех месяцев вести более частое наблюдение за остальными рельсами на участке, где прошел подвижной состав с неисправными колесами, даже если никаких внешних признаков повреждения рельсов не обнаружено. После прохода подвижного состава с колесами, имевшими ползуны или выбоины, провести в течение суток внеочередную проверку рельсов данного участка съёмными дефектоскопами.

Предъявить рекламацию вагонному или локомотивному депо (службам).

75.1-2



Изломы из-за образования трещины в головке, шейке или подошве вследствие ненормативного механического воздействия на рельс.

Код дефекта:
в стыке **75.1**
вне стыка **75.2**



ПРИЧИНЫ ПОЯВЛЕНИЯ И РАЗВИТИЯ

В результате механических повреждений может произойти излом всего рельса.

СПОСОБЫ ВЫЯВЛЕНИЯ

Внешний осмотр, ультразвуковая дефектоскопия, магнитный контроль, срабатывания сигнала светофора (ложная занятость).

УКАЗАНИЯ ПО ЭКСПЛУАТАЦИИ

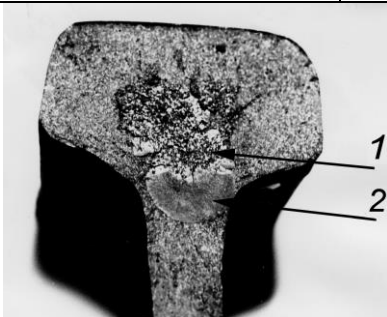
Рельс является остродефектным (*ОДР*) и подлежит замене без промедления.

76.3-4



Поперечные изломы из-за трещин, возникших в головке, шейке или подошве из-за нарушений технологии сварки рельсов и обработки сварных стыков, **после пропуска гарантийного тоннажа.**

Код дефекта:
в сварном стыке **76.3**
76.4



Дефект 76.3/26.3 Излом рельса в эксплуатации от усталостной трещины (стрелка 2), возникшей от дефекта сварки в сварном шве (пористость, стрелка 1) в головке.



Дефект 76.4. Излом рельса в эксплуатации по сварному шву с дефектами в головке и шейке (алюминотермитная сварка)



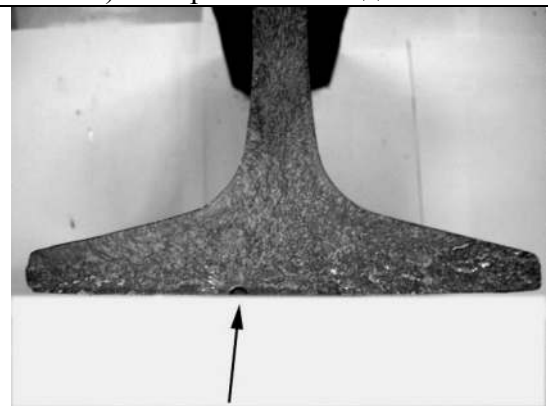
Дефект 76.3/56.3 Излом рельса в эксплуатации от усталостной трещины, возникшей от дефекта сварки в сварном шве в шейке (показанного стрелкой)



Дефект 76.3/56.3 Излом рельса в эксплуатации от усталостной трещины, возникшей от внутреннего дефекта сварки (раковины) в сварном шве под головкой



Дефект 76.3/66.3. Излом рельса в эксплуатации от усталостной трещины, возникшей от дефекта сварки (прижог подошвы рельса, показан стрелкой) в зоне сварного стыка.



Дефект 76.3/66.3. Излом рельса в эксплуатации (хрупкий) от дефекта сварки (раковина в подошве рельса, показана стрелкой) в зоне сварного стыка.

ПРИЧИНЫ ПОЯВЛЕНИЯ И РАЗВИТИЯ

Своевременно не обнаруженные трещины в месте сварного стыка в головке (деф.26.3-4), в шейке (деф.56.3-4) и в подошве (деф.66.3-4) могут приводить к полному излому всего сечения рельса. Полные изломы рельсов на расстоянии 700 мм (симметрично по 350 мм по обе стороны от сварного шва) могут происходить также при наличии усталостных поперечных трещин из-за поджогов от воздействия электрической дуги, возникающей при плохом контакте между поверхностью подошвы и прижимными губками сварочной машины. При понижении температуры эксплуатации вероятность излома возрастает.

СПОСОБЫ ВЫЯВЛЕНИЯ

Внешний осмотр сварного шва, ультразвуковой или магнитный контроль. Срабатывания сигнала светофора (ложная занятость).

УКАЗАНИЯ ПО ЭКСПЛУАТАЦИИ

Рельс является острodefектным (*ОДР*) и подлежит замене без промедления

77.3-4



Поперечные изломы из-за трещин, возникших в головке, шейке или подошве из-за нарушений технологии сварки рельсов и обработки сварных стыков, до **пропуска гарантийного тоннажа**.

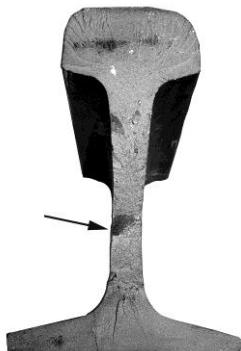
Код дефекта:
в сварном стыке **77.3**
77.4



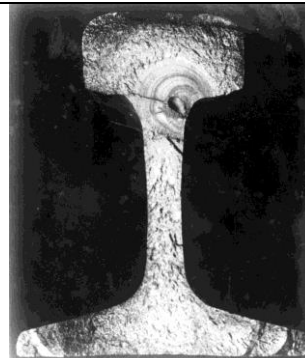
Дефект 77.3/27.3 Излом рельса в эксплуатации от усталостной трещины (стрелка 2), возникшей от дефекта сварки в сварном шве (пористость, стрелка 1) в головке.



Дефект 77.4. Излом рельса в эксплуатации по сварному шву с дефектами в головке и шейке (алюминотермитная сварка)



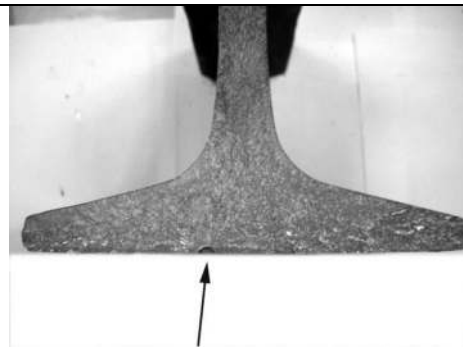
Дефект 77.3/57.3 Излом рельса в эксплуатации от усталостной трещины, возникшей от дефекта сварки в сварном шве в шейке (показанного стрелкой)



Дефект 77.3/57.3 Излом рельса в эксплуатации от усталостной трещины, возникшей от внутреннего дефекта сварки (раковины) в сварном шве под головкой



Дефект 77.3/67.3. Излом рельса в эксплуатации от усталостной трещины, возникшей от дефекта сварки (прижог подошвы рельса, показан стрелкой) в зоне сварного стыка.



Дефект 77.3/67.3. Излом рельса в эксплуатации (хрупкий) от дефекта сварки (раковина в подошве рельса, показана стрелкой) в зоне сварного стыка.

ПРИЧИНЫ ПОЯВЛЕНИЯ И РАЗВИТИЯ

Наличие грубых пороков в сварных швах в головке (деф.27.3-4), в шейке (деф.57.3-4) и в подошве (деф.67.3-4) или своевременно не обнаруженных трещин в месте сварного стыка может приводить к полному излому всего сечения рельса. Полные изломы рельсов на расстоянии 700 мм (симметрично по 350 мм по обе стороны от сварного шва) могут происходить также при наличии усталостных поперечных трещин из-за поджогов от воздействия электрической дуги, возникающей при плохом контакте между поверхностью подошвы и прижимными губками сварочной машины. При понижении температуры эксплуатации вероятность излома возрастает.

СПОСОБЫ ВЫЯВЛЕНИЯ

Внешний осмотр сварного шва, ультразвуковой или магнитный контроль. Срабатывания сигнала светофора (ложная занятость).

УКАЗАНИЯ ПО ЭКСПЛУАТАЦИИ

Рельс является острodefектным (*ОДР*) и подлежит замене без промедления.

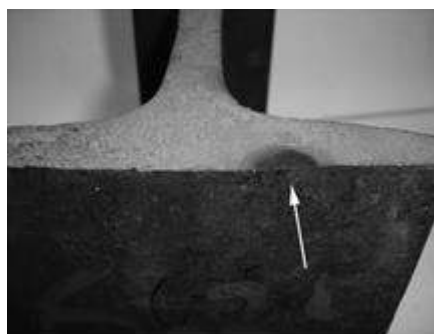
Предъявить в соответствии с гарантийными обязательствами рекламацию предприятию, производившему сварку рельсов.

79.1-2



Поперечные изломы из-за коррозионно-усталостных трещин в подошве рельса.

Код дефекта:
в стыке **79.1**
вне стыка **79.2**



Дефекты 79.2/69.2

ПРИЧИНЫ ПОЯВЛЕНИЯ И РАЗВИТИЯ

Коррозионно-усталостные поперечные трещины в подошве рельсов (деф. 69.1-2), которые были пропущены или не могли быть обнаружены при дефектоскопировании, могут привести к полному разрушению всего сечения.

Образованию излома от небольших по размеру трещин коррозионной усталости способствует высокий уровень рабочих напряжений от изгиба и кручения, высокий уровень растягивающих остаточных напряжений в центральной части подошвы и понижение температуры эксплуатации.

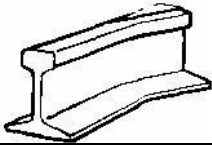
СПОСОБЫ ВЫЯВЛЕНИЯ

Внешний осмотр, ультразвуковая дефектоскопия или магнитный контроль. Срабатывания сигнала светофора (ложная занятость).

УКАЗАНИЯ ПО ЭКСПЛУАТАЦИИ

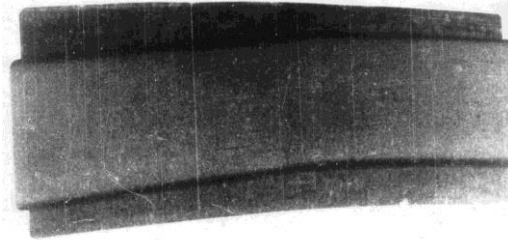
Рельс является острodefектным (*ОДР*) и подлежит замене без промедления.

85.1-2



Нарушение прямолинейности рельса, допущенное при выгрузке с подвижного состава, ударах и т.п.

Код дефекта:
в стыке **85.1**
вне стыка **85.2**



ПРИЧИНЫ ПОЯВЛЕНИЯ И РАЗВИТИЯ

Изгибы рельсов с размерами, превышающими пределы, установленные ГОСТ Р 51685-2000, могут образоваться в результате небрежной погрузки, выгрузки, складирования и перевозки, а также могут быть пропущены при контроле на заводе-изготовителе.

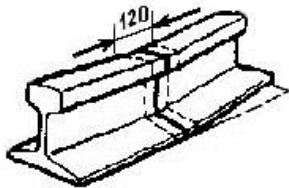
СПОСОБЫ ВЫЯВЛЕНИЯ

Внешний осмотр, проверка измерительными приборами.

УКАЗАНИЯ ПО ЭКСПЛУАТАЦИИ

Рельсы, лежащие в пути и имеющие изгибы, которые превышают допустимые горизонтальные неровности для данной категории пути и не могут быть выправлены непосредственно в пути, считаются дефектными (*ДР*) и подлежат замене в плановом порядке. Допускается перекладка таких рельсов на участки пути других категорий (с меньшими установленными скоростями).

86.3-4



Нарушение прямолинейности рельсов, допущенное при сварке.

Код дефекта:
в сварном стыке **86.3**
86.4



ПРИЧИНЫ ПОЯВЛЕНИЯ И РАЗВИТИЯ

Использование для сварки рельсов с невыпрямленными концами, неправильная стыковка или изгиб рельсов в горячем состоянии после сварки могут приводить к нарушениям прямолинейности, превышающим требования технических условий на сварные рельсы.

СПОСОБЫ ВЫЯВЛЕНИЯ

Внешний осмотр, проверка измерительными приборами.

УКАЗАНИЯ ПО ЭКСПЛУАТАЦИИ

Рельс, имеющий нарушение прямолинейности в зоне сварки, превышающее допустимые величины для данной категории пути, которое не может быть выправлено непосредственно в пути, считают дефектным (*ДР*). Такой рельс необходимо заменить в плановом порядке или переложить на участок пути с меньшими установленными скоростями, или вырезать дефектное место и вварить новую вставку.

98.0-1-2-3-4	Другие, кроме перечисленных выше, дефекты и повреждения рельсов, оставленных в пути, опасность эксплуатации которых может быть оценена по ближайшему типоразмеру дефекта, в том числе общая равномерная коррозия рельсов, а также наличие сварного стыка на расстоянии от 750 мм до 3000 мм от торца рельса или друг от друга на расстоянии менее 3000 мм (выполненного электроконтактной или алюминотермитной сваркой).	Код дефекта: по всей длине рельса 98.0 в стыке 98.1 вне стыка 98.2 98.3 98.4
--------------	--	---

ПРИЧИНЫ ПОЯВЛЕНИЯ И РАЗВИТИЯ

К этому виду относятся дефекты и повреждения рельсов, не перечисленные выше, явившиеся причиной признания рельсов дефектными.

СПОСОБЫ ВЫЯВЛЕНИЯ

Внешний осмотр, проверка или контроль линейных размеров линейкой, штангенциркулем с глубиномером, измерительными приборами. Дефектоскопирование.

УКАЗАНИЯ ПО ЭКСПЛУАТАЦИИ

Рельс относят к дефектным (*ДР*) по признакам, которые в наибольшей степени соответствуют одному из включенных в настоящий «Каталог дефектов рельсов», и поступают с таким рельсом, исходя из указаний по его эксплуатации.

Рельсы, пораженные общей равномерной коррозией:

на глубину более 2,0 мм для рельсов типа Р50,

более 3,0 мм для рельсов типа Р65,

более 4,0 мм для рельсов типа Р75

являются дефектными (*ДР*) и подлежат замене в плановом порядке.

При обнаружении трещин в местах коррозии рельс считается остродефектным (*ОДР*) и подлежит замене без промедления.

При наличии сварного стыка на расстоянии от 750 мм до 3000 мм от торца рельса или друг от друга на расстоянии менее 3000 мм рельс считается дефектным, подлежит учету и наблюдению.

99.1, 2, 3, 4	Другие, кроме перечисленных выше, дефекты остродефектных рельсов, изъятых из пути. Наличие в зоне болтового стыка: сварного стыка, лишнего болтового или технологического отверстия, наличие вдавленных маркировочных знаков. Рельсы с торцами и болтовыми отверстиями, выполненными газопламенным способом. Рельсы с доломанными (не опиленными) торцами. Наличие в зоне сварного стыка болтового или технологического отверстия. Поперечные изломы рельсов без видимых дефектов и без усталостных трещин в изломах.	Код дефекта: в болтовом стыке 99.1, вне стыка 99.2, 99.3, 99.4
---------------	---	---

ПРИЧИНЫ ПОЯВЛЕНИЯ И РАЗВИТИЯ

К этому виду относятся изломы и повреждения рельсов, не перечисленные выше, явившиеся причиной признания рельсов остродефектными (*ОДР*).

СПОСОБЫ ВЫЯВЛЕНИЯ

Внешний осмотр, контроль линейных размеров линейкой с набором щупов, штангенциркулем с глубиномером, проверка измерительными приборами. Дефектоскопирование.

УКАЗАНИЯ ПО ЭКСПЛУАТАЦИИ

Остродефектные рельсы подлежат изъятию из пути без промедления. При обнаружении в зоне болтового стыка: сварного стыка, лишнего болтового или технологического отверстия, наличие вдавленных маркировочных знаков, торцов рельсов и болтовых отверстий, выполненных газопламенным способом, доломанных (неопиленных) присваивать код дефекта 99.1, считать остродефектным (*ОДР*) и подлежащим замене без промедления. При наличии в зоне сварного стыка болтового или технологического отверстия, вдавленных маркировочных знаков присваивать код дефекта 99.3-4, считать *ОДР*.

1.2.3. Признаки дефектных и остродефектных рельсов, их маркировка.

Основными признаками, определяющими **остродефектные рельсы в главных и приемоотправочных путях**, являются:

а) поперечные или наклонные, видимые или внутренние (выявленные дефектоскопными средствами) трещины в головке независимо от их размера, относящиеся ко всем дефектам второй группы (20, 21, 22, 24, 25, 26, 27), дефекты третьей группы (30, 31, 33, 38) и горизонтальные трещины в головке длиной более 70 мм (дефекты 10, 11, 12);

б) трещины в шейке рельса, видимые или внутренние (выявленные дефектоскопными средствами), независимо от их ориентации и размеров (дефекты 50, 53, 55, 56, 57), а также с выколом части головки;

в) продольные и поперечные, видимые или внутренние (выявленные дефектоскопными средствами) трещины в подошве, независимо от размеров, в том числе трещины коррозионно-усталостного происхождения, выколы части подошвы рельса (дефекты 60, 64, 65, 66, 67, 69);

г) изломы рельса (дефекты 70, 71, 72, 73, 74, 75, 76, 77, 79, 99);

д) наличие у рельсов независимо от их длины отрубленных (неопиленных) или отрезанных газопламенным способом концов, а также прожженных отверстий;

е) другие дефекты рельсов, необходимость немедленной замены которых устанавливается дорожным мастером (дефект 99).

Признаками, определяющими **остродефектные рельсы в станционных путях**, являются:

а) вертикальный износ рельсов, при котором реборды колес подвижного состава задевают гайки путевых болтов;

б) разрушение головки, шейки или подошвы, с выколом подошвы, с выколом части головки;

в) поперечный излом и поперечная трещина, вышедшая на поверхность профиля рельса;

г) наличие у рельса отрубленных (неопиленных), отрезанных газопламенным способом концов независимо от длины, а также прожженных отверстий;

д) другие дефекты рельсов, необходимость немедленной замены которых устанавливается дорожным мастером.

Признаками, определяющими **дефектные рельсы в главных и приемоотправочных путях**, являются:

а) трещины и выкрашивания на поверхности катания головки глубиной более 2,0 мм при длине более 25 мм и ширине менее 35 мм (деф.10, 11, 12); глубиной более 1,0 мм при длине более 25 мм и ширине 35 мм и более (деф.10, 11, 12); глубиной более 2,0 мм при длине более 25 мм (деф.13, 14, 18); глубиной более 6 мм при длине до 25 мм (деф.10, 11, 12, 13, 18); глубиной более 2,0 мм (деф.16, 17);

б) местный износ и смятие металла в месте пробоксовки (деф.14) и в зоне сварного стыка (деф.46, 47) глубиной более 1,0 мм;

в) волнообразная деформация головки (деф.40.0) глубиной более 1,0 мм на базе 1 м; неравномерное местное смятие и вертикальный износ головки (деф.41.2 и 43.1) глубиной более 1,5 мм;

г) вертикальный равномерный (деф.41.0), боковой (деф.44.0) износ головки рельсов, превышающий нормированные значения в таблице 3;

д) местные выработки сбоку или сверху подошвы глубиной более 5,0 мм в местах её контакта с элементами скрепления (деф.64);

е) местная коррозия кромки подошвы рельса (деф.64) глубиной у ее края 3,0 мм и более для рельсов типа Р50 и легче, 4,0 мм и более для типа Р65, 5,0 мм и более для типа Р75;

ж) общая равномерная коррозия рельса на глубину более 2,0 мм для рельсов типа Р50 и легче, более 3,0 мм для типа Р65 и более 4,0 мм для типа Р75 (деф.98);

з) поверхностные дефекты на головке, делающие рельсы контроленепригодными (деф.19);

и) рельсы с поперечными трещинами с установленными на 4 крайних болтах шестидырными накладками (дефекты 21.2Н, 22.2Н);

к) нарушение прямолинейности рельсов, допущенное при изготовлении, транспортировке, укладке или сварке, если неровности превышают допустимые величины для данной категории путей (деф.85, 86);

л) различные дефекты, которые прямо не относятся к перечисленным в настоящем Каталоге, но требуют введения ограничений скоростей для обеспечения безопасности движения (деф.98);

м) уширение головки внутрь колеи, которое делает невозможным содержание колеи по ширине в пределах допусков (деф.41);

н) длина рельса менее 4,5 м (исключая рельсы на стрелочных переводах, длина которых установлена эпюрой, и рельсы с клееболтовыми стыками);

о) длина рельсов «близнецов», в сумме составляющая 12,5 м и менее.

Признаками, определяющими **дефектные рельсы в станционных путях**, являются:

а) трещины в головке, шейке, подошве и местах перехода шейки в головку и подошву вне зоны стыков;

б) трещины в головке, шейке, подошве и местах перехода шейки в головку и подошву вне зоны стыков;

в) поперечный излом по дефектам 70, 71, 75, 76, 79 с раскрытием зазора не более 25 мм, если дефект расположен не ближе 2,5 м от торца рельса и не ближе 3 м от сварного шва, с установленными шестидырными накладками на 4 крайних болта;

г) рельсы с поперечными трещинами с установленными на 4 крайних болтах шестидырными накладками (дефекты 21.2Н, 22.2Н);

д) выкол подошвы рельса;

е) провисшие концы рельсов, включая смятие, на 8 мм и более, а также с уширением головки внутрь колеи, которое делает невозможным содержание ее по ширине в пределах допусков, а на горочных путях может приводить к заклиниванию тормозных башмаков;

ж) длина рельса короче 4,5 м (исключая рельсы на стрелочных переводах, длина которых установлена эпюрой).

Для подтверждения или опровержения правильности классификации дефектов в рельсах, снятых по показаниям дефектоскопов, все рельсы с внутренними дефектами, изъятые из эксплуатации, должны быть доломаны до вскрытия дефекта. Вид излома рельса фотографируется цифровым фотоаппаратом. Результаты долома должны быть оформлены в виде протокола за подписью дорожного мастера и вместе с цифровыми фотографиями переданы в Дорожный центр диагностики.

Во всех случаях не допускается эксплуатация дефектных рельсов на искусственных сооружениях и подходах к ним более 3-х суток с момента обнаружения.

Маркировка дефектных и остродефектных рельсов.

Остродефектные и дефектные рельсы, выявленные при дефектоскопном или другом контроле, маркируются непосредственно после обнаружения дефекта следующим образом:

- на шейке с внутренней стороны колеи на расстоянии около 1 м от левого по ходу километров стыка (зазора) светлой масляной краской наносят: для остродефектных рельсов – два, а для дефектных рельсов – один крест;

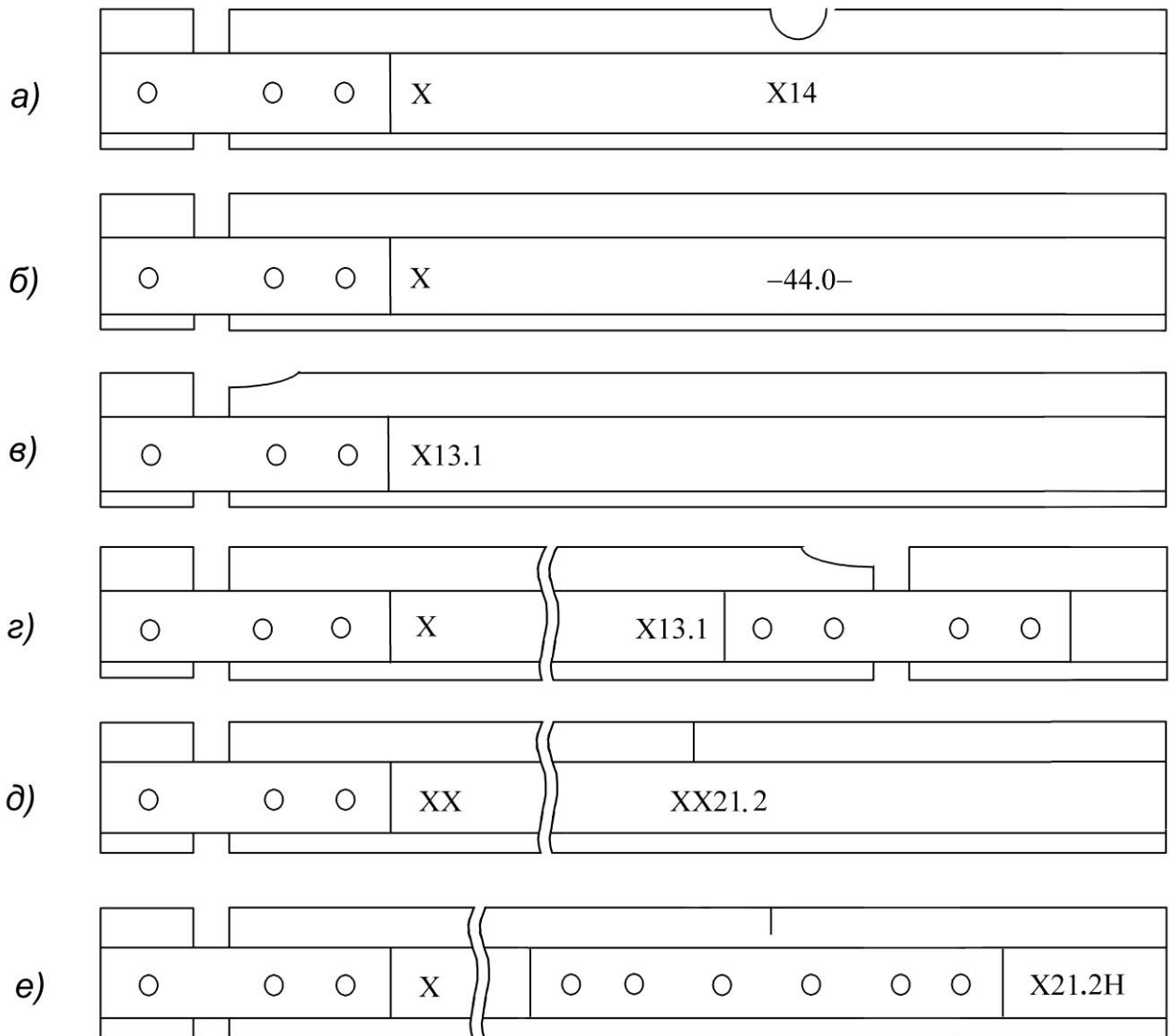
- на шейке рядом с дефектом с той стороны, с которой виден дефект (или всегда с внутренней стороны колеи, если дефект обнаружен дефектоскопными средствами), маркировка повторяется с указанием кода дефекта.

Если дефект распространен по всей длине рельса (например, износ), то в середине рельса указывают номер кода этого дефекта с черточками – соответственно перед и после кода (–44.0–).

Если дефект расположен на левом конце в пределах стыка, то код дефекта ставят рядом с первой маркировкой и вторую маркировку не делают.

При расположении дефекта на правом конце рельса в пределах стыка, дополнительно к первой маркировке повторяют ее на правом конце с указанием кода дефекта.

При взятии дефекта в накладку маркировку дефекта (с добавленной буквой «Н») ставят справа от накладки.



- а) дефект 14 вне стыка;
 б) дефект 44.0 по всей длине рельса;
 в) дефект 13.1 на левом конце рельса;
 г) дефект 13.1 на правом конце рельса;
 д) острodefектный рельс при расположении дефекта 21.2 вне стыка;
 е) дефект 21.2, взятый в накладки – дефект 21.2Н.

При обнаружении дефекта, по которому рельс признают острodefектным, маркировку наносят на рельс сразу же после обнаружения дефекта.

1.2.4. Классификация дефектов элементов стрелочных переводов.

Классификация и каталог дефектов элементов стрелочных переводов представлена в «Классификаторе дефектов и повреждений элементов стрелочных переводов», утвержденная распоряжением ОАО «РЖД» от «16» августа 2012 г. №1653р.

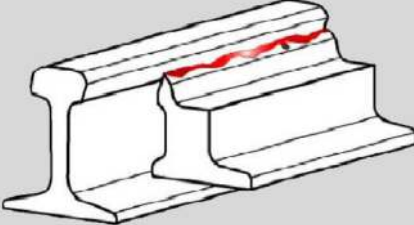
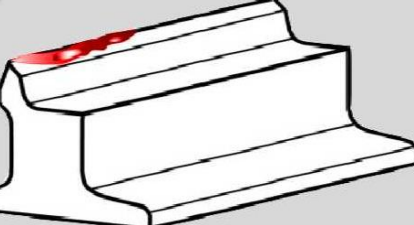
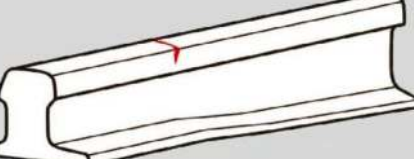

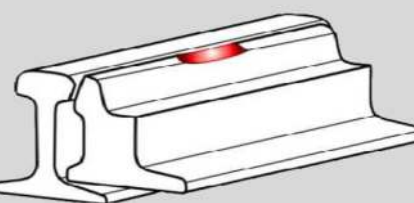
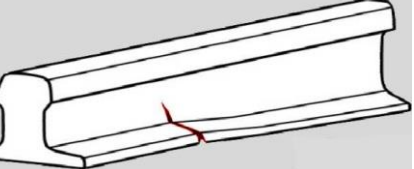
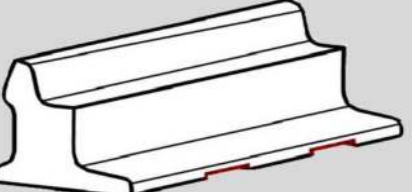
Все специфические дефекты, повреждения и изломы элементов стрелочных переводов обозначены буквами, двузначным числом и вспомогательной третьей цифрой, например: ДО.65.2; ДР.11.2; ДУ.14.2 и т.д.

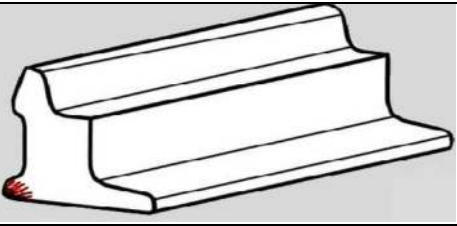
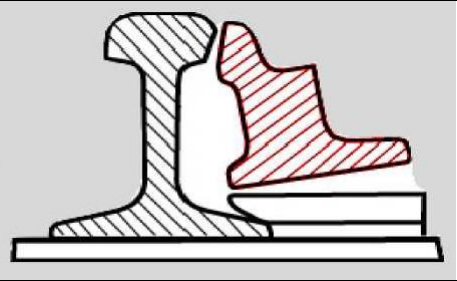
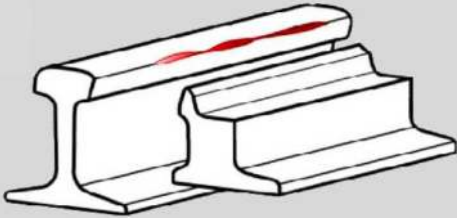
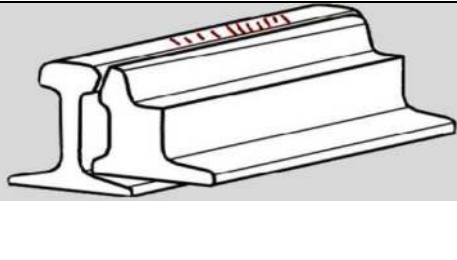
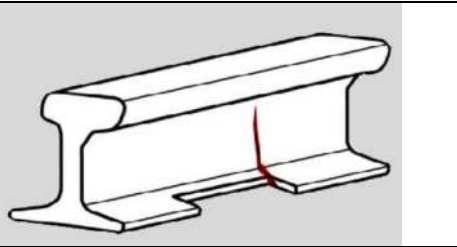
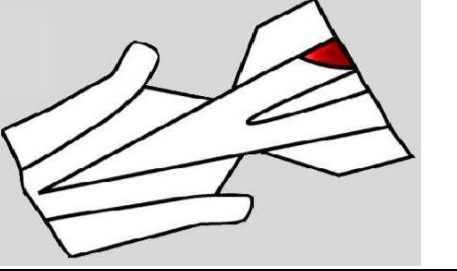
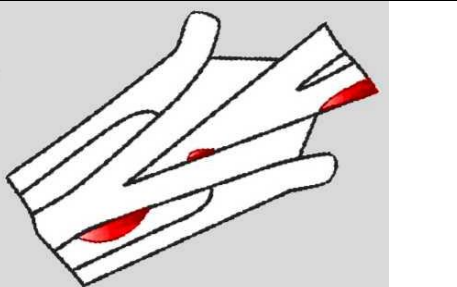
Буква Д обозначает, что дефект классифицирован по данному документу. Вторая буква обозначает элемент перевода или способ сварки; О - остряк, Р – рамный рельс, У - усовик крестовины, УН - усовик крестовины с непрерывной поверхностью катания, С – сердечник крестовины, СН -сердечник крестовины с непрерывной поверхностью катания, Х – ходовые рельсы у контррельсов, К – контррельсы из спецпрофилей РК, КС – контррельс из уголка контррельсового, Т – алюмотермитная сварка, СП – приварные рельсы, ПС – подушка с

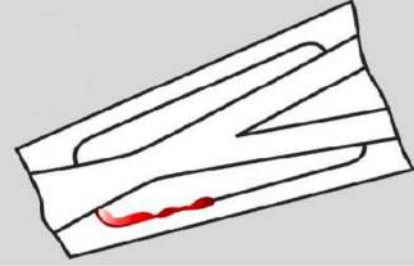

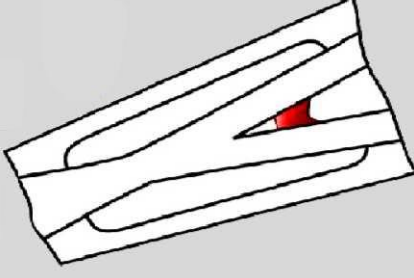
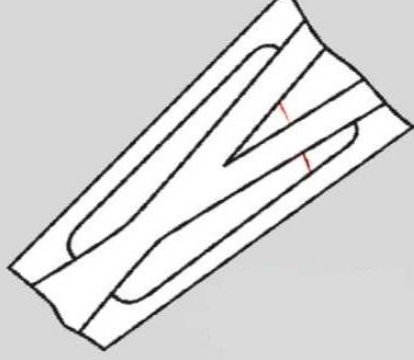
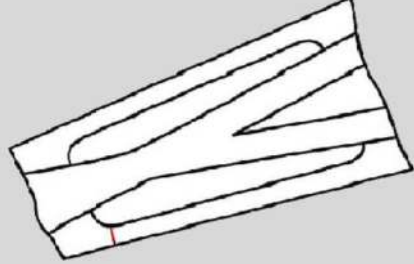
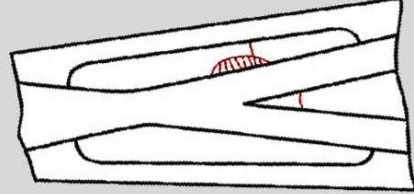
подкладкой, К – заклепки; Ш – изготовление методом штамповки, С – изготовление с использованием сварки, ПУ - переводное устройство. Цифры характеризуют вид дефекта или повреждения, место их расположения по сечениям элементов стрелочных переводов и основные причины их возникновения таким же образом, как и в классификации дефектов и повреждений рельсов.

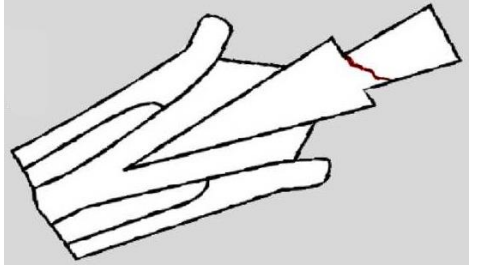
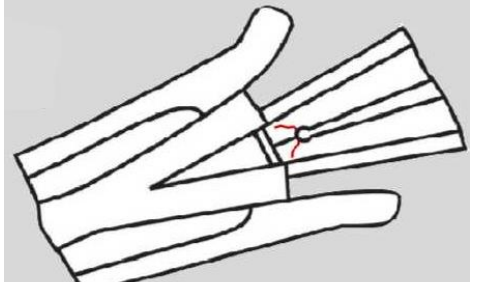
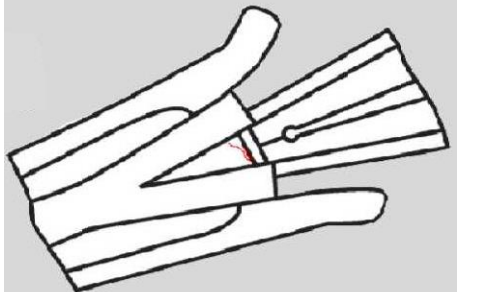
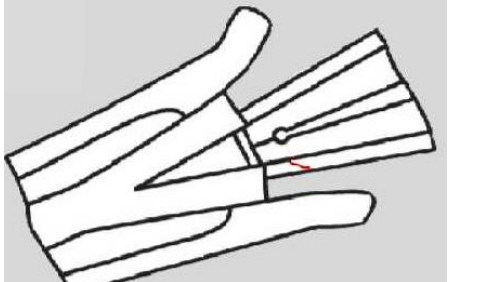
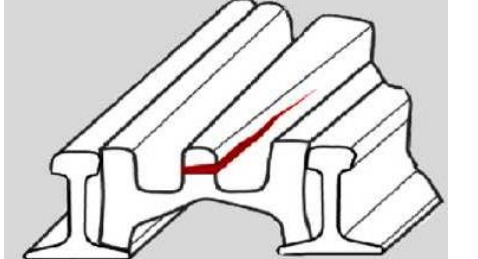
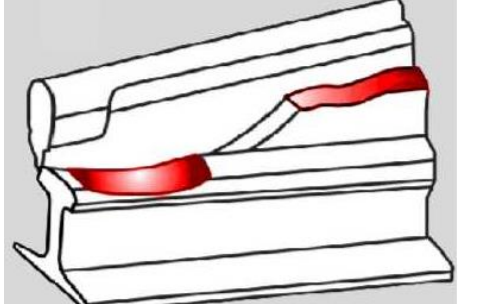
В таблице 2 указано расположение дефектов, наименование их и схематическое изображение.

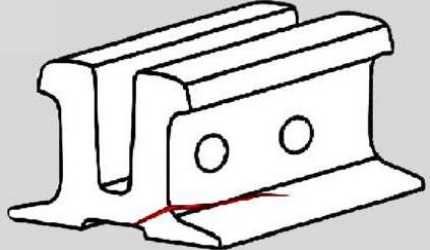
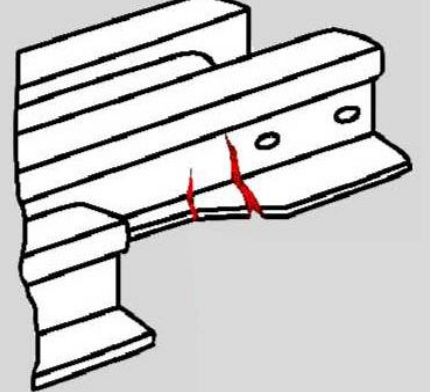
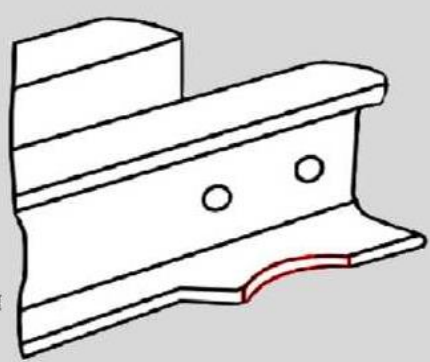
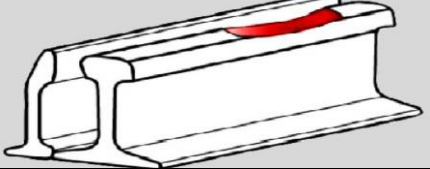
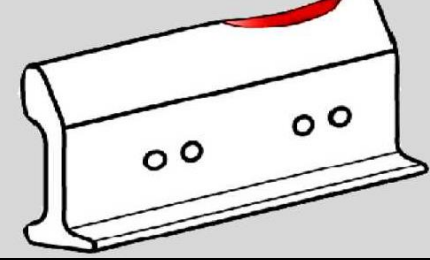
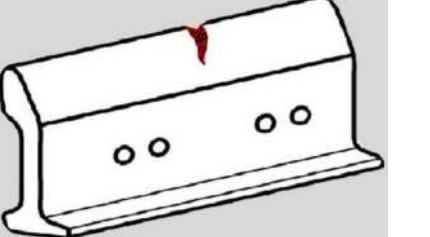
Таблица 2 – Классификация дефектов рельс и элементов стрелочных переводов

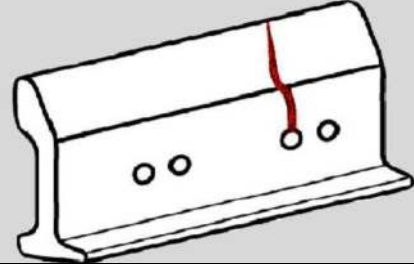
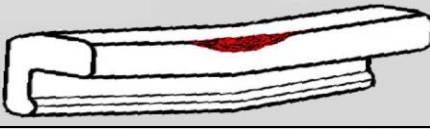
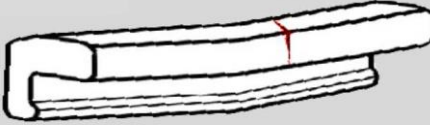
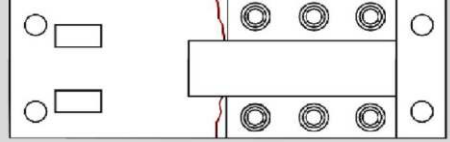
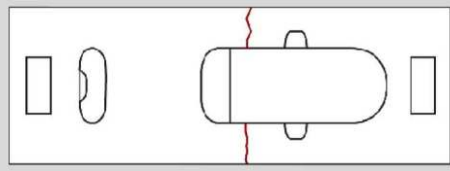
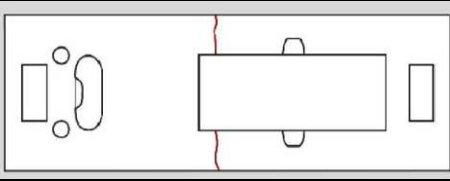
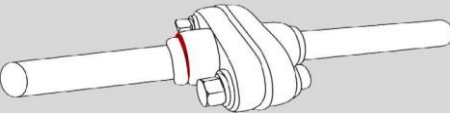
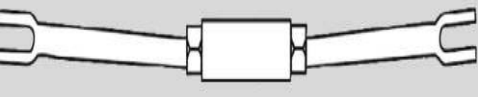
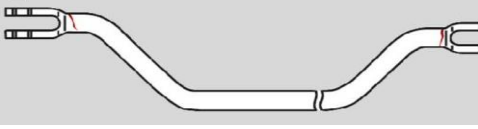
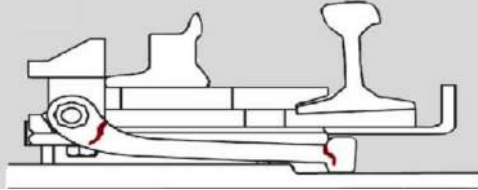
Обозначение дефекта	Наименование дефектов и повреждений элементов и основные причины их появления и развития	Схематическое изображение дефекта
Остряки, сердечники крестовин с непрерывной поверхностью катания.		
ДО. 11.2	Выкрашивание гребнеобразного наплыва в сторону рамного рельса в зоне боковой строжки остряка из-за недостаточной контактно-усталостной прочности металла	
ДО.14.2 ДСН. 14.2	Выкрашивание остряков от острия до первой стрелочной тяги из-за усиленного бокового воздействия колес. Выкрашивание острия подвижного сердечника.	
ДО.20.2 ДСН.20.2	Трещины в головке и изломы из-за них в зоне выпрессовки корня.	
ДО.41.2 ДСН.41.2	Седловины в зоне выпрессовки из-за изменения структуры металла при ее выполнении	
ДО.42.2	Седловины на поверхности катания остряка от первой тяги до сечения 50мм вследствие завышения его над рамным рельсом	
ДО.60.2 ДСН.60.2	Трещины в подошве и изломы из-за них в зоне выпрессовки	
ДО.61.2 ДСН.61.2	Местный износ подошвы остряка, сердечника в зоне опирания на подушки подкладок из-за недостаточной прочности металла	

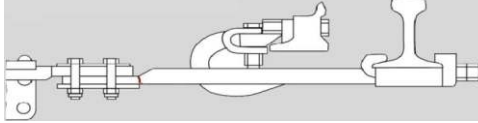
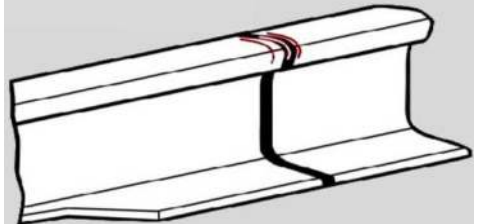
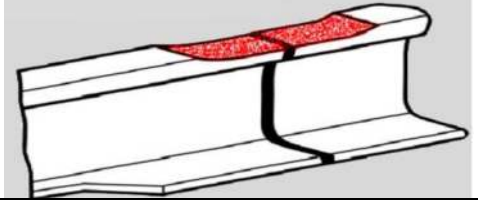
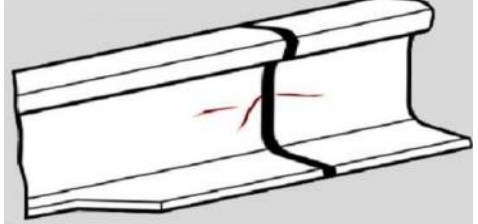
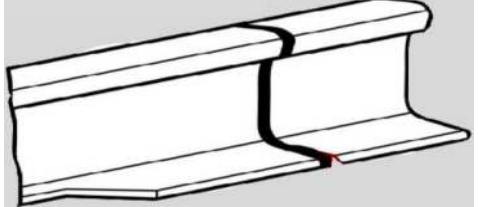
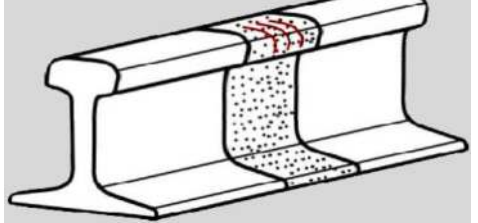
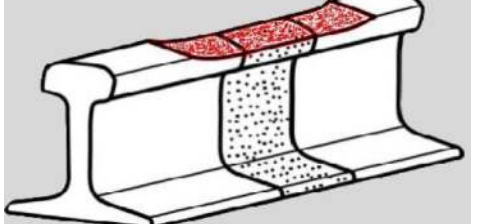
Обозначение дефекта	Наименование дефектов и повреждений элементов и основные причины их появления и развития	Схематическое изображение дефекта
ДО.65.2. ДСН.65.2	Трещины и изломы острижков, сердечников, развивающиеся с подошвы в местах острых кромок и надрывов металла от боковой строжки подошвы, или дефектов острижковых спецпрофилей	
ДО.80 ДСН.80	Неприлегание острижков к рамному рельсу, а также острижков или подвижных сердечников к подушкам подкладок из-за саморазгиба, вертикального выгиба и пропеллерности	
Рамные рельсы, усовики крестовин с непрерывной поверхностью катания.		
ДР.11.2 ДУН. 11.2	Выкрашивание металла рамного рельса и усовика по боковой выкружке в зоне прилегания острижков из-за недостаточной контактно-усталостной прочности металла	
ДР.21.2 ДУН.21.2	Поперечные трещины и выкрашивания (насечки) на головке в зоне перекатывания колес с острижка на рамный рельс и с сердечника на усовик вследствие недостаточной контактно-усталостной прочности металла	
ДУН.65.2	Трещины и изломы усовиков, развивающиеся с подошвы в местах острых кромок и надрывов металла от боковой обработки подошвы	
Крестовины.		
ДС.10.1	Откол металла головки в хвостовом торце сердечника из-за дефектов литья (раковины, поры и т. п.)	
ДС.13.2 ДУ.13.2	Выкрашивания на боковой выкружке сердечника и литой части усовиков из-за несвоевременного удаления наплывов	

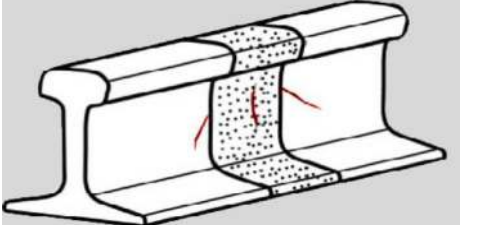
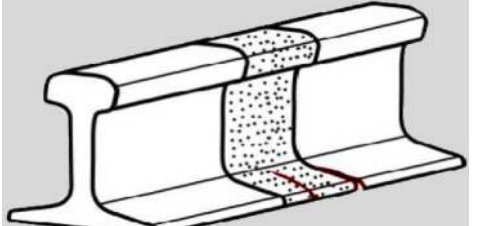
Обозначение дефекта	Наименование дефектов и повреждений элементов и основные причины их появления и развития	Схематическое изображение дефекта
Крестовины.		
ДУ.12.2	Выкрашивание рельсовой или литой части усовика по линии врезки из-за недостатков конструкции	
ДС.14.2 ДУ.14.2	Отслоение и выкрашивание на поверхности катания литой части усовика и сердечника в зоне перекатывания из-за повышенного динамического воздействия колес	
ДС.18.2 ДУ.18.2	Выкрашивание наплавленного слоя на поверхности катания литой части усовика и сердечника	
ДС.20.2 ДУ.20.2	Поперечные трещины литой части усовика и сердечника из-за дефектов отливки	
ДУ.22.2	Поперечные трещины и изломы рельсового усовика в зоне' переднего конца врезки из-за недостатков ее конструкции	
ДС.28.2 ДУ.28.2	Поперечные трещины литой части усовика и сердечника в зоне наплавки	

Обозначение дефекта	Наименование дефектов и повреждений элементов и основные причины их появления и развития	Схематическое изображение дефекта
ДС.29.1	Поперечные трещины и изломы хвостовиков сердечников и цельнолитых крестовин	
ДСП.26.2	Трещины от технологического отверстия при сварке рельсовых окончаний	
ДСП.26.3	Трещины сердечника крестовины в зоне контактной сварки	
ДСП.60	Поперечные трещины в подошве рельсовых окончаний крестовины	
ДС.30Г.2 ДУ.30Г.2	Горизонтальное расслоение литой части усовика и сердечника из-за наличия оксидных плен и неспаев в металле	
ДС.42.2 ДУ.42.2	Седловины на усовике в зоне передней врезки и на сердечнике в узкой его части	

Обозначение дефекта	Наименование дефектов и повреждений элементов и основные причины их появления и развития	Схематическое изображение дефекта
ДС.50.1	Трещины в шейке хвостовой части сердечника из-за наличия литейных дефектов	
ДС.60.1 ДС.60.2	Трещины в подошве из-за наличия дефектов в литье, а также заусенцев и ступенек после фрезерования верха подошвы хвостовой части сердечника	
ДС.63.1	Выколы в подошве хвостовой части сердечника	
Ходовые рельсы у контррельсов.		
ДХ.44.2	Смятие головки рельса в виде седловины против зоны перекатывания колес с усовика на сердечник и обратно	
Контррельсы.		
ДК.14.2	Выкол головки контррельса из спецпрофиля РК из-за повышенного бокового воздействия колес	
ДК.24.2	Поперечные трещины в головке контррельса из спецпрофиля РК и изломы из-за них вследствие повышенного бокового воздействия колес	

Обозначение дефекта	Наименование дефектов и повреждений элементов и основные причины их появления и развития	Схематическое изображение дефекта
ДК.54.2	Трещины от болтовых отверстий в контррельсе из спецпрофиля РК и изломы из-за них вследствие повышенного бокового воздействия колес	
ДКС.41.2	Выкрашивание гребнеобразного наплыва на контррельсах из спецпрофиля СП	
ДКС.24	Поперечные трещины в боковой рабочей кромке контррельса из спецпрофиля и изломы вследствие повышенного бокового воздействия колес	
Дефекты в подкладках с подушками		
ДПС 100 К	Изломы и трещины в подкладке с подушкой на заклепках	
ДПС 100 Ш	Изломы и трещины в подкладке с подушкой изготовленной методом штамповки	
ДПС 100 С1	Изломы и трещины в подкладке с подушкой изготовленной с использованием сварки через отверстия в подкладке	
Дефекты и повреждения элементов переводных устройств.		
ДПУ 110	Распрессовка элементов в соединении тяг.	
ДПУ 111	Изгиб межостряковых тяг из-за набегания тыльной части колес на отведенный остряк.	
ДПУ 112	Излом тяг из-за некачественного изготовления на заводе изготовителе или повышенного воздействия подвижного состава на стрелочный перевод.	
ДПУ 113	Изломы и трещины кляммеры внешнего замыкателя из-за некачественного изготовления на заводе изготовителе или повышенного воздействия подвижного состава на стрелочный перевод.	

Обозначение дефекта	Наименование дефектов и повреждений элементов и основные причины их появления и развития	Схематическое изображение дефекта
ДПУ 114	Изломы и трещины в планке внешнего замыкателя из-за некачественного изготовления на заводе изготовителе или повышенного воздействия подвижного состава на стрелочный перевод.	
Дефекты в сварных швах элементов стрелочного перевода.		
ДО.26.3 ДС.26.3 ДСН.26.3	Поперечные трещины в головке элемента стрелочного перевода из-за нарушений технологии контактной сварки в месте сварного шва	
ДО.46.3 ДС.46.3 ДСН.46.3	Смятие головки элемента стрелочного перевода из-за неравномерности механических свойств металла в месте сварного шва контактной сварки	
ДО.56.3 ДС.56.3 ДСН.56.3	Трещины в шейке элемента стрелочного перевода в месте сварного шва контактной сварки	
ДО.66.3 ДС.66.3 ДСН.66.3	Трещины в подошве элемента стрелочного перевода из-за нарушений технологий контактной сварки в месте сварного шва	
Дефекты сварных стыков на стрелочных переводах.		
ДСТ.26.4	Поперечные трещины в головке рельса из-за нарушений технологии алюмотермитной сварки в месте сварного шва на стрелочном переводе	
ДСТ 46.4	Смятие головки рельса из-за недостаточной прочности металла сварного шва или нарушений технологии алюмотермитной сварки	

Обозначение дефекта	Наименование дефектов и повреждений элементов и основные причины их появления и развития	Схематическое изображение дефекта
ДСТ.56.4	Трещины в шейке рельса в месте сварного шва из-за нарушений технологии алюмотермитной сварки	
ДСТ.66.4	Трещины в подошве из-за нарушений технологии алюмотермитной сварки рельсов в месте сварного шва	

1.3. Электромагнитные методы дефектоскопии рельсов. Классификация методов.

Рельсовая сталь, сильно намагничивающаяся в сравнительно слабом магнитном поле и сохраняющая значительную долю того намагничивания, которое было ей ранее сообщено, по своим свойствам относится к группе ферромагнитных материалов. Ферромагнитные свойства возникают благодаря наличию в атоме стали элементарных носителей магнетизма – движущихся внутри атома электронов – и особому взаимодействию между некоторыми электронами соседних атомов.

Под действием внешнего магнитного поля происходит изменение размеров, а затем направления намагниченности отдельных областей самопроизвольного намагничивания, что сопровождается изменением их магнитных моментов. С ростом внешнего магнитного поля наступает такая стадия намагничивания (состояние технического насыщения), когда сумма магнитных моментов областей самопроизвольного намагничивания дает добавочное (внутреннее) поле, которое складывается с внешним полем и усиливает его. Благодаря добавочному (собственному) полю ферромагнитные материалы приобретают свойство сильно намагничиваться в сравнительно слабом магнитном поле.

Рассмотрим основные магнитные величины и единицы их в системе СИ. В качестве меры намагничивания ферромагнитного тела принят вектор намагниченности J , равный магнитному моменту M единицы объема рассматриваемого тела. Следует различать слова «намагничивание» и «намагниченность». Под «намагничивание» подразумевают процесс увеличения магнитного момента тела или образца, а под «намагниченностью» - состояние тела (образца), характеризуемое вектором J . Для однородного намагниченного образца с объемом V вектор намагниченности J . В принятой системе единиц намагниченность измеряется в амперах на метр (A/m).

Намагниченность J зависит от напряженности магнитного поля H . Напряженность магнитного поля характеризует намагничивающее поле в ферромагнитном материале или в замкнутом кольцевом образце, создаваемое электрическим током внешнего источника энергии.

Напряженность электрического тока - векторная величина. В принятой системе СИ напряженность магнитного поля измеряется в тех же единицах, что и намагниченность, то есть в амперах на метр.

Между напряженностью поля H и намагниченностью вещества J существует прямая пропорциональность

$$J = 4 \cdot \pi \cdot \chi \cdot H \approx k \cdot H,$$

где χ – магнитная восприимчивость, характеризующая физические свойства материала.

Для ферромагнитных материалов гораздо больше поля и зависит от напряженности поля и температуры.

Намагниченность J можно рассматривать как добавочное (собственное) поле, возникающее при суммарном действии магнитных моментов областей самопроизвольного намагничивания. Намагничивающее (внешнее) поле, создаваемое в ферромагнитном материале или в замкнутом кольцевом образце из ферромагнитного материала, и добавочное (собственное поле, возникающее в этом материале при суммарном действии магнитных моментов областей самопроизвольного намагничивания, дают результирующее поле B , называемое **магнитной индукцией**. Магнитная индукция в ферромагнитном материале или замкнутом кольцевом образце из этого материала

$$B = \mu_0 \cdot (H+J),$$

где μ_0 – магнитная постоянная, или проницаемость вакуума, а практически воздуха. В системе единиц СИ $\mu_0 = 4 \cdot \pi \cdot 10^{-7}$ з/м.

Магнитная индукция, как и напряженность магнитного поля – векторная величина.

На основе ферромагнитных свойств создаются магнитные и электромагнитные методы обнаружения дефектов.

1.3.1. Электромагнитный метод.

Практическое применение получил способ намагничивания рельсов в приложенном магнитном поле движущего электромагнита или постоянного магнита. Намагничивание в движущемся поле (динамическое намагничивание) обычно сравнивают со статическим намагничиванием, при котором электромагнит или постоянный магнит неподвижен относительно рельса. Рассмотрим процесс намагничивания ферромагнитных материалов в статическом магнитном поле.

Статическим магнитным называется поле, возбуждаемое постоянным или медленно меняющимся электрическим током. процесс намагничивания ферромагнитного материала в таком поле характеризуется кривой первоначального намагничивания, представляющей зависимость индукции B от напряженности намагничивающего поля.

При построении кривой первоначального намагничивания (рис. 1) по горизонтальной оси (ось абсцисс) отложены значения напряженности поля H , а по вертикальной (ось ординат) – магнитной индукции B . Кривая разделена на два участка, каждый из которых характеризует определенную стадию намагничивания. Начальная пологая часть кривой намагничивания соответствует обратимому смещению областей самопроизвольного намагничивания материала. Процесс называется обратимым, если намагниченный материал может возвратиться в первоначальное состояние с индукцией B при восстановлении исходной напряженности поля H .

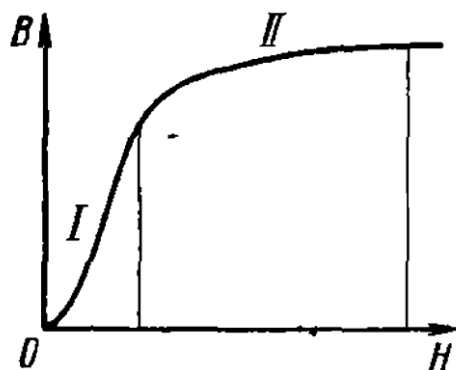


Рис. 1. Кривая первоначального намагничивания ферромагнитного материала.

На крутом (I) участке кривой материал намагничивается в результате необратимых смещений границ областей самопроизвольного намагничивания. При необратимых процессах восстановление исходного значения напряженности H не приводит материал к исходному

значению индукции B . Необратимые процессы возникают из-за ряда причин. К числу таких причин относятся напряжения, возникающие от механических повреждений, инородные включения, пустоты и другие дефекты в кристаллах ферромагнитного материала. Верхний перегиб кривой, переходящий в пологий участок (II), где материал приближается к состоянию технического насыщения, соответствует обратимому процессу вращения магнитных моментов указанных областей.

Процесс намагничивания ферромагнитного материал в значительной части необратим. Поэтому снижение напряженности поля от максимального значения для данной кривой намагничивания до исходного значения $H = 0$ не приводит к исходному значению индукции B . В более широком понимании это значит, что характер изменения индукции для постепенного увеличения напряженности поля не совпадает с характером изменения индукции для постепенного уменьшения этого поля до исходного значения.

Скрытые дефекты в стальных железнодорожных рельсах обнаруживаются магнитными и электромагнитными методами. Для этого рельсы намагничивают способами приложенного магнитного поля электромагнитом или постоянным магнитом. Для большей надежности выявления дефектов в рельсах один и тот же участок пути периодически контролируют при двух скоростях перемещения магнитного поля относительно рельса – 4 – 5 и 60 – 70 км/ч. Однако методы обнаружения внутренних дефектов при разных скоростях перемещения намагничивающего поля существенно отличаются. Поэтому каждый из них может классифицироваться как метод, имеющий самостоятельное значение.

В случае перемещения магнитного поля относительно рельса со скоростью 4 – 5 км/ч условия намагничивания рельсов близки к статическим. Над головкой рельса с внутренним поперечным дефектом возникает местное магнитное поле – **поле рассеяния** дефекта. Метод, основанный на индикации поля рассеяния дефекта при статическом намагничивании рельсов в пути, называется **магнитным**.

Перемещение магнитного поля относительно рельсов со скоростью 60 – 70 км/ч вызывает появление в них замкнутых контуров вихревых токов. Поэтому наличие дефекта приводит не только к местному изменению намагниченности рельса, но и к местному изменению в нем контуров вихревых токов и их плотности. При совместном действии этих факторов в зоне дефекта над поверхностью рельса возникает местное изменение поля – **магнитодинамическое поле дефекта**. Метод дефектоскопирования рельсов в пути, основанный на индикации этого поля, называется **магнитодинамическим**. Разрабатывается электромагнитная аппаратура для выявления для выявления волосовин и закатов. Принцип работы электромагнитного дефектоскопа для обнаружения волосовин с недопустимыми размерами основан на **вихретоковом методе** – анализируется изменение параметров возбуждающей системы, находящейся в переменном магнитном поле при помещении ее вблизи дефекта рельса.

1.3.2. Магнитный метод.

Над головкой продольно намагниченного рельса с внутренней поперечной трещиной усталости возникает поле рассеяния дефекта.

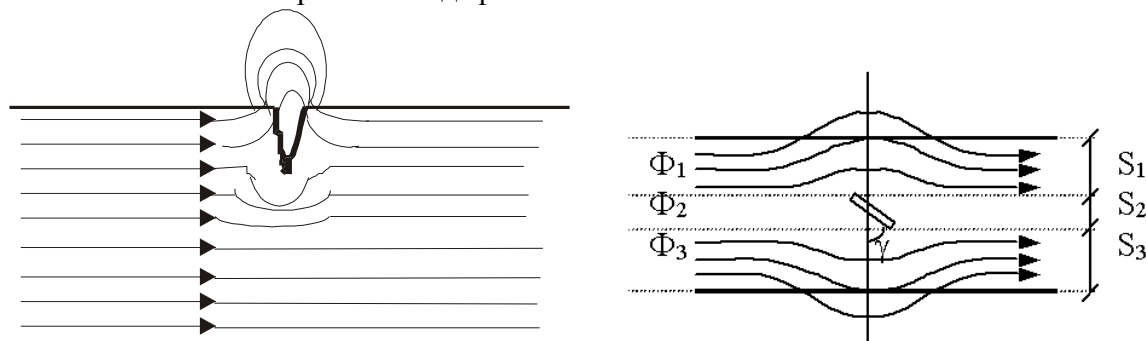


Рис. 2. Образование полей рассеяния в намагниченном рельсе.

На рис.3 показана деталь с одной внешней граничной поверхностью. На некоторой глубине под этой поверхностью. На некоторой глубине под этой поверхностью находится внутренний (глубинный) дефект, сжатый в направлении внешнего поля H_0 . Предполагаем, что магнитная проницаемость μ_1 материала детали больше проницаемости μ_2 материала внутри дефекта.

Намагниченность материала, заполняющего дефект, меньше намагниченности материала, его окружающего. Поэтому часть векторов намагниченности будет обрываться на границе деталь – дефект и снова начинаться на границе дефект – деталь. На первой из указанных границ появляются положительные магнитные заряды, а на второй – отрицательные. Каждый магнитный заряд создает магнитное поле, направленное из него, как из центра. над участком намагниченной детали, в пределах которого находится внутренняя трещина или иной дефект, суммарное поле магнитных зарядов H_d направлено в ту же сторону, что и внешнее поле H_0 (усиливает действие). Возникновение поля H_d над поверхностью намагниченной детали – признак ее дефектности, что и положено в основу магнитного метода обнаружения дефектов.

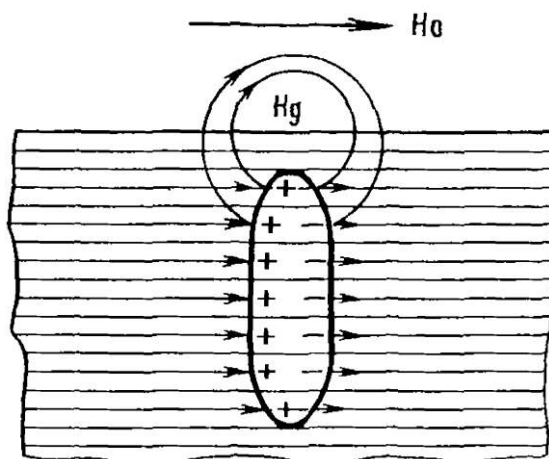


Рис. 3. Схема поляризации стенок дефекта в линии поля.

При реализации этого метода используются различные способы намагничивания проверяемых деталей и приемы индикации поля H_d . Дефектоскопирование магнитным методом выполняется в приложенном магнитном поле. Что же касается направления приложенного поля, то для более четкого обнаружения поперечных трещин рельсы должны намагничиваться в продольном направлении.

1.3.3. Магнитодинамический метод.

Этот метод используется для скоростного дефектоскопирования рельсов, лежащих в пути. Постоянное магнитное поле перемещается относительно рельса со скоростью 60 – 70 км/ч. Оно возбуждается П-образными электромагнитами – по одному на каждую рельсовую нить пути. Намагничивающие обмотки электромагнитов подключены к источнику постоянного тока. Между полюсами движущегося электромагнита и рабочей поверхностью рельса есть воздушные зазоры 8 – 10 мм. Полюсные магнитные потоки (рис. 4) частично рассеиваются, а в рельсе разветвляются на две части – межполюсную и запольсную.

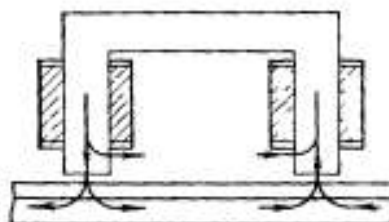


Рис. 4. Схема разделения магнитного потока в рельсе на две части – межполюсную и запольсную.

Для обнаружения дефектов в рельсах используется межполюсной магнитный поток, составляющий примерно 60% от общего потока, возбуждаемого намагничивающим током в обмотках электромагнита. Характерные свойства магнитодинамического метода в основном обусловлены особенностью намагничивания рельсов в движущемся поле электромагнита. Магнитный поток, возникающий в рельсе в зоне влияния другого полюса. Этот непрерывный процесс перемагничивания рельса полем движущегося электромагнита связан с явлением гистерезиса и образованием вихревых токов.

Рассмотрим некоторые характерные графики намагничивания головки рельса в постоянном поле движущегося электромагнита. Кривые распределения продольной составляющей магнитного потока в головке рельса относительно заштрихованных полюсов электромагнита, близкого по характеристикам к применяемому в магнитных вагонах-дефектоскопах, построены по средним значениям магнитного потока в головке рельса Р50 (рис. 5).

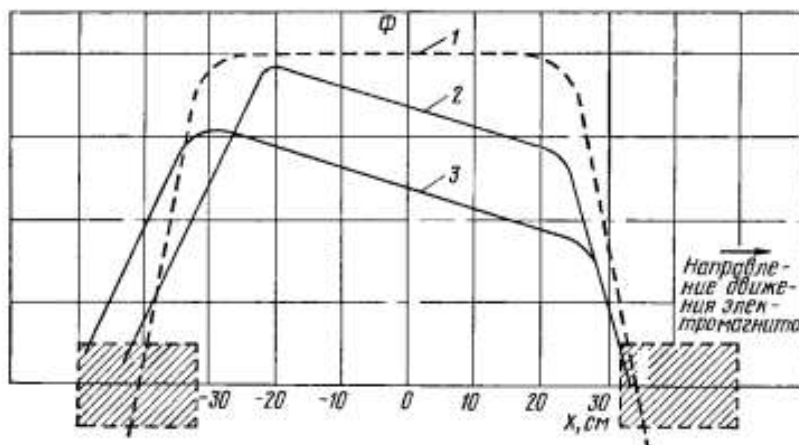


Рис. 5. Среднее значение продольной составляющей магнитного потока в головке рельса между полюсами электромагнита.

Кривая 1 соответствует статическому случаю намагничивания, две другие характеризуют изменения магнитного потока относительно полюсов электромагнита, движущегося со скоростью $V = 10$ км/ч (2) и $V = 40$ км/ч (3). Показанное стрелкой направление движения по оси x определяет передний (первый) и задний (второй) полюсы электромагнита. Из графика видно, что с увеличением скорости продольная составляющая магнитного потока заметно уменьшается на всем межполюсном участке рельса. Наиболее ярко это выражено за первым полюсом, где поток при $V=40$ км/ч составляет лишь 40% статического потока.

Среднее значение потока в головке рельса не дает полного представления об особенностях намагничивания рельса в движущемся поле. Результаты исследований – процесс намагничивания головки рельса в ее отдельных слоях, в том числе и в глубинных, представлены графически (рис. 6) в виде кривых распределения продольной составляющей вектора индукции по длине рельса в поверхностном слое с нижней границей на глубине 5 мм и в глубинном слое с верхней границей на глубине 15 мм и нижней – 18 мм. Кривая 1 соответствует среднему значению индукции в головке при статическом намагничивании рельса, кривая 2 - распределению индукции в поверхностном слое при движении электромагнита со скоростью $V = 41$ км/ч. Из сопоставления кривых 1 и 2 видно, что продольная составляющая магнитной индукции в поверхностном слое при $V = 41$ км/ч сохраняет значения, близкие к статическим, и имеет между полюсами одинаковое направление (положительное). Таким образом, увеличение скорости перемещения источника магнитного поля до 41 км/ч мало влияет на распределение продольной составляющей индукции в поверхностном слое головки рельса. Остальные кривые относятся к глубинному слою головки с указанными для него границами и соответствуют следующим скоростям движения электромагнита, км/ч: кривая 3 – 14; 4 – 27; 5 – 27.

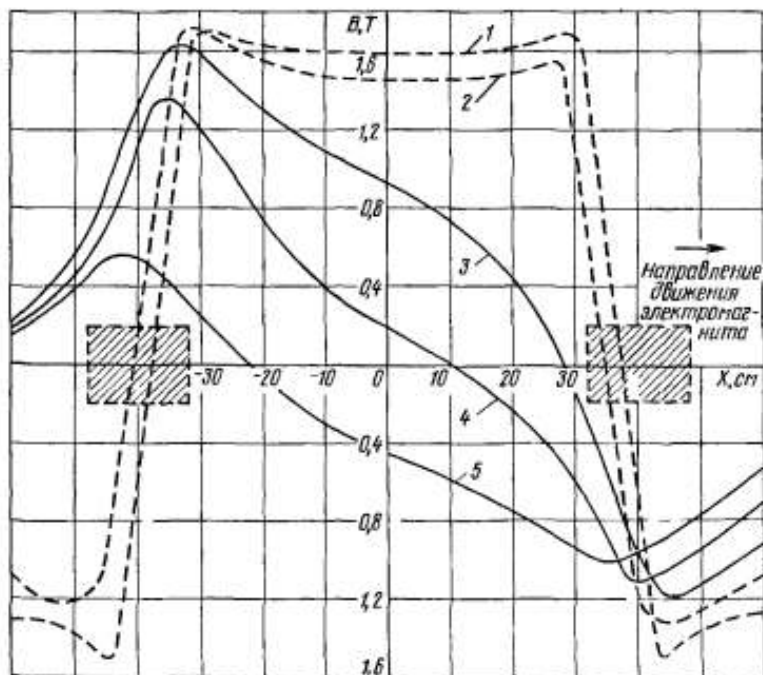


Рис. 6. Распределение продольной составляющей магнитной индукции в поверхностном и глубинных слоях головки рельса.

Экспериментальные исследования процесса намагничивания рельса при более высоких скоростях, например рабочих скоростях магнитного вагона-дефектоскопа, связаны с сооружением сложных и громоздких установок. Поэтому была сделана попытка теоретически исследовать это явление. Некоторые расчетные параметры определили на основании опытных данных. Установили, что увеличение скорости перемещения электромагнита от 57 до 70 км/ч незначительно уменьшает индукцию в поверхностном слое головки рельса и вместе с тем вызывает резкое уменьшение индукции в глубинных слоях головки. Такой сложный характер намагничивания рельса, резко меняющийся с увеличением скорости перемещения электромагнита относительно рельса, обусловлен действием вихревых токов.

Дефект в виде поперечной трещины в головке рельса является препятствием для продольной составляющей вихревых токов. Трещины вызывают изменение контуров замкнутых вихревых токов и уменьшают их плотность. Это приводит в зоне дефекта к изменению магнитного поля вихревых токов внутри головки рельса и над ее поверхностью. Местное изменение поля вихревых токов над рабочей поверхностью головки рельса представляет собой вихретоковую составляющую магнитодинамического поля дефекта.

Магнитостатическая составляющая магнитодинамического поля дефекта возникает из-за изменения намагниченности дефектного участка головки рельса (по тем же причинам, что и полое дефекта при статическом намагничивании рельса). Динамическое поле дефекта – векторная сумма составляющих: вихретоковой и магнитостатической, т.е.

$$H_d = H_{dm} + H_{dv}.$$

При низких скоростях движения, когда интенсивность наводимых в рельсе вихревых токов невелика, определяющее значение в формировании магнитодинамического поля дефектов имеет фактор намагниченности. С увеличением скорости движения растет интенсивность наводимых в рельсах вихревых токов, повышается их роль в формировании магнитодинамических полей дефектов, что сказывается на их значении и форме.

Магнитодинамические поля дефекта определяют искателем. В условиях перемещения электромагнита относительно рельса в качестве искателя может служить многовитковая катушка без магнитного сердечника. Катушку устанавливают в полном пространстве электромагнита и вместе с ним перемещают над рабочей поверхностью головки рельса.

1.3.4. Вихретоковый метод.

Обнаружение дефекта в металлических деталях вихретоковым методом базируется на законе электромагнитной индукции, по которому переменное магнитное поле возбуждает в них вихретоковые токи. Последние замыкаются в толще металла и не могут быть использованы для обнаружения дефектов. Поэтому вихретоковый метод основан на наблюдении за процессами, сопутствующими вихревым токам и наряду с этим происходящими вне контролируемой детали. Переменное магнитное поле в контролируемой детали создается намагничивающей катушкой, которая питается от источника переменного тока. Рассматривая вихретоковый метод, следует иметь в виду, что переменное поле, даже при относительно небольшой частоте, проникает только в поверхностный слой детали.

Представим для выяснения сущности вихретокового метода, что плоская накладная катушка находится вдали от металлических объектов. Основные параметры этой катушки: активное сопротивление R_0 и индуктивное сопротивление $X_0 = \omega \cdot L_0$. Намагничивающая катушка питается переменным током и возбуждает переменное магнитное поле определенного значения и фазы. Поле первичное, зависит только от числа витков, размеров катушки и значения переменного тока, который в ней протекает. Допустим, что плоская накладная катушка торцом установлена на поверхности металлической детали, размеры которой гораздо больше, чем у катушки.

Изменение электрических параметров намагничивающей катушки зависит от электрической проводимости δ и магнитной проницаемости μ металла, на который устанавливается катушка, от частоты намагничивающего тока, толщины слоя металла под катушкой. Чем больше электрическая проводимость металла и частота тока, тем в большей степени изменяются параметры катушки. Вместе с этим чем больше частота тока и электрическая проводимость металла, тем меньше глубина проникновения вихревых токов. Оно оказывает действие, аналогичное резкому уменьшению электрической проводимости металла, что отражается на электрических параметрах намагничивающей катушки.

Среди других известных схем практическую ценность для дефектоскопирования токовихревым методом представляет схема с двумя катушками – намагничивающей и измерительной. Катушки жестко связаны и в целом представляют устройство, напоминающее обычную катушку накладного типа. При установке такого устройства на поверхности металлической детали в ней возникают вихревые токи.

1.3.5. Магнитные и совмещенные вагоны-дефектоскопы.

магнитный вагон-дефектоскоп относится к числу средств скоростной дефектоскопии рельсов в пути. Дефектоскоп выявляет внутренние поперечные трещины, поражающие свыше 30 – 35% площади сечения головки и залегающие на глубине до 5 – 6 мм от поверхности катания, а также продольные горизонтальные и вертикальные трещины, как выходящие на поверхность, так и внутренние, расположенные на глубине до 4 – 5 мм.

Принцип действия вагона-дефектоскопа основан на магнитодинамическом методе контроля (рис.7) Он состоит в том, что при намагничивании рельсов в движении постоянным магнитным полем в них возникают вихревые токи и дефекты выявляются при одновременном действии двух физических факторов: изменения намагниченности (магнитного потока) в зоне дефекта и плотности вихревых токов, обтекающих трещину.

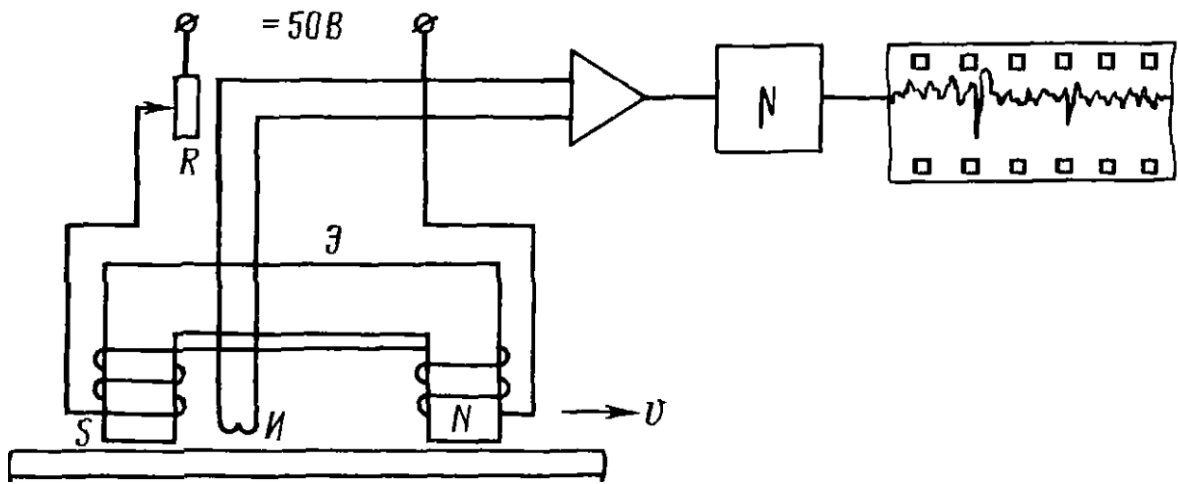


Рис. 7. Блок-схема вагона-дефектоскопа.

Конструкция вагона-дефектоскопа.

Магнитный вагон-дефектоскоп относится к числу средств скоростной дефектоскопии рельсов в пути. При существующей конструкции и параметрах дефектоскопной аппаратуры его максимальная рабочая скорость составляет 70 км/ч.

Все оборудование и аппаратура дефектоскопа размещаются в четырехосном пассажирском вагоне. В передней части вагона со стороны тамбура размещаются отопительный котел, туалет, кухня и жилое помещение.

Далее идет отделение в котором установлена проявочная машина и верстак с устройством перемотки киноплёнки; вверху установлены баки емкостью 0,5м³, вода из которых используется для обработки киноплёнки и проявочной машины.

В другом конце вагона находится аппаратное отделение, где размещены регистрирующий стол с пультом управления, распределительные щиты вагонной электростанции и электросилового питания дефектоскопной аппаратуры.

Под вагоном между его ходовыми тележками размещается специальная индукторская тележка, аккумуляторная батарея, генератор с приводом от оси вагона, ящики с селеновыми выпрямителями.

Конструкция индукторной тележки.

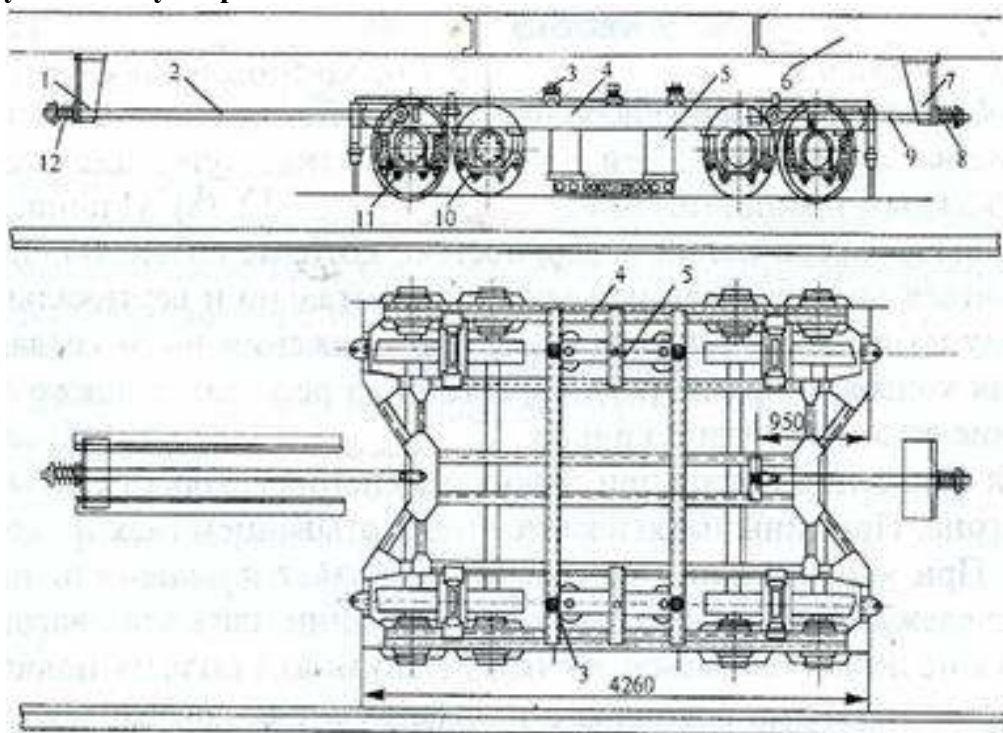


Рис. 8. Схематическое изображение индукторной тележки вагона-дефектоскопа.

Индукторная тележка служит для подвески электромагнитов. Она состоит из плоской сварной рамы 4, двух крайних колес 11 и двух средних 10. Между средними колесными парами размещаются электромагниты 5, подвешенные к раме тележки. Тележка тягами 2 и 9 связана с рамой вагона подвешенные к раме тележки 6. Тяги тележки крепятся к кронштейнам 1 и 7 на хребтовой балке вагона так, чтобы было возможно свободное передвижение тележки и вписывание вагона вместе с ней в кривых участках пути. Для этого между каждым кронштейном и буферной пружиной 12 (8) установлены шайбы со сферической поверхностью, которые позволяют тяге отклоняться на определенный угол горизонтально и вертикально. Поэтому на индикаторную тележку при движении не оказывают влияния колебания рамы (кузова) вагона на рессорах, а также отклонение от оси пути в кривых.

Буферные пружины 12(8) служат для смягчения ударов при резких изменениях скорости движения вагона. Пружины натягиваются подвертыванием гаек на концах тяг. При неправильном натяжении нарушается плавность движения тележки при ускорении или замедлении движения вагона. Тележка начинает двигаться толчками, что может вызвать появление дополнительных сигналов в искателях.

Намагничивающая система дефектоскопа.

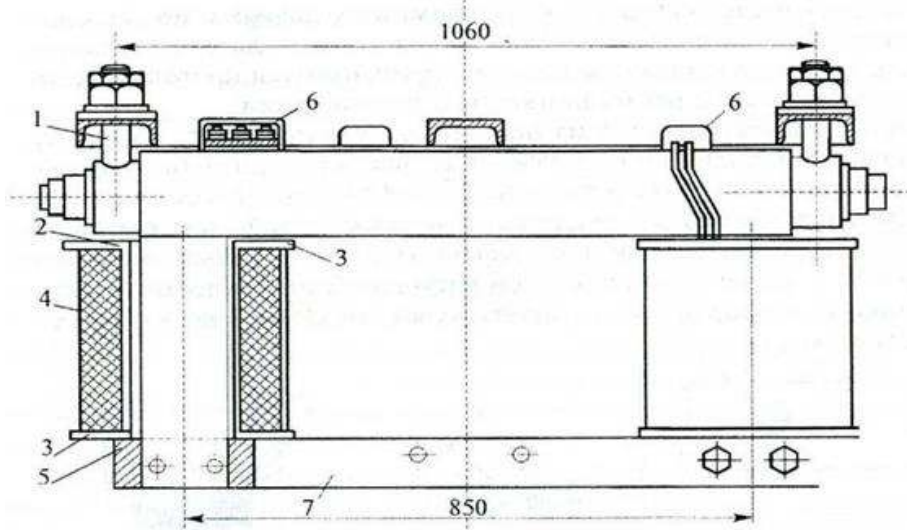


Рис. 9. Схематическое изображение электромагнита вагона-дефектоскопа.

Рельсы намагничиваются П-образными электромагнитами - по одному на каждую рельсовую нить пути. Электромагниты подвешены к раме индукторной тележки на винтовых серьгах 1. Это позволяет регулировать зазор между полюсами электромагнита и рельсом, устанавливая нужную их величину, одинаковую для обоих полюсов. Величина зазоров проверяется при помощи немагнитных пластинок при включенном рабочем токе в обмотках электромагнита (16 – 18А); величина зазоров должна быть 8 – 10 мм. Каркасом намагничивающих катушек электромагнита служит железная гильза 2 и текстолитовые щечки 3.

Гильза изолирована от обмотки слоем прессшпана (хорошо лощенный, сильно спрессованный и слегка проклеенный картон). Обмотка катушек пропитана изоляционным лаком и снаружи покрыта водонепроницаемым слоем и защитным железным кожухом 4. Катушки свободно надеваются на сердечники и зажимаются полюсными наконечниками 5. Для плотной посадки катушек и предотвращения возможности их поворота на полюсах катушки после установки наконечников расклиниваются деревянными клиньями.

Для установки искательных устройств полюсные наконечники электромагнитов соединяются двумя параллельными связями 7 из немагнитных материалов (дюралюминиевые пластины толщиной 8 - 10мм). Катушки электромагнита соединяются последовательно, при этом их концы, обращенные к рельсу, должны иметь противоположную полярность. Номинальная величина намагничивающего тока в катушке 17- 18А.

Искательное устройство.

Искательное устройство вагона-дефектоскопа состоит из индукционной катушки и лыжи, при помощи которой катушка ставится на поверхность катания головки и перемещается вдоль рельса.

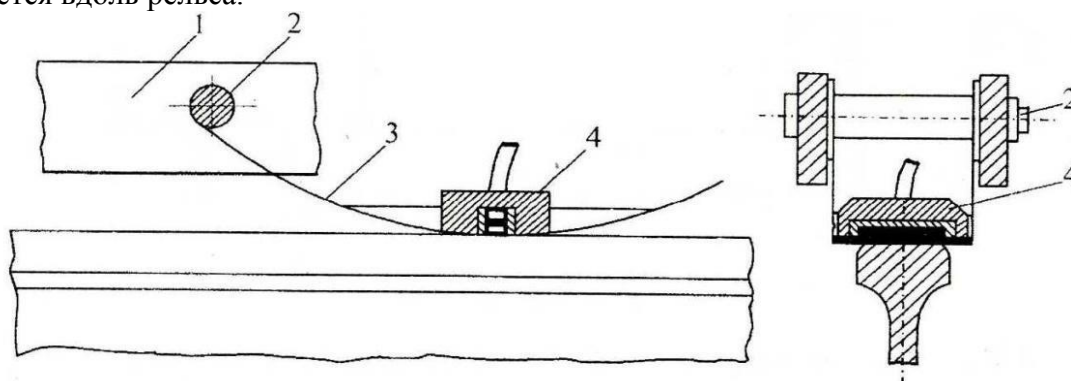


Рис. 10. Лыжа с искательной катушки.

Лыжа изготавливается из немагнитных материалов, например немагнитной стали. Часть лыжи, скользящая по рельсу, имеет толщину 0,8-1 мм и длину 40-50 мм. Применять лыжи большей толщины и длины нецелесообразно, так как из-за неровностей дна и рельса это приводит к удалению катушки от поверхности катания и снижает чувствительность дефектоскопа.

Конструкция лыжи исключает возможность поперечных смещений искателя относительно связей 1, допуская при этом свободное вращение его на оси 2. К рельсу лыжа прижимается пружиной. Нажатие не должно быть слишком сильным (0,2-0,3 кгс), так как это приводит к быстрому износу дна лыжи. Но оно должно быть достаточным, чтобы возвращать лыжу в исходное положение в случае ударов при прохождении по стыкам, попадании посторонних предметов и т.д.

Расшифровка осциллограмм.

Расшифровка ленты магнитного вагона-дефектоскопа заключается в визуальном просмотре записей, отыскании на них сигналов, которые могут быть сигналами от рельсовых повреждений, в установлении характера этих повреждений по некоторым характерным признакам форм сигналов и определении путевых координат выявленных дефектов. По результатам расшифровки составляется ведомость, по которой линейные работники производят натурный осмотр и вторичный контроль тех рельсов, степень дефектности которых невозможно было определить при расшифровке осциллограмм.

Лента всегда должна рассматриваться со стороны эмульсии в направлении счета километров и особенно внимательно должна рассматриваться зона рельсовых стыков, в которой чаще всего возникают дефекты 21, сигналы от которых нередко почти сливаются с сигналами от начала и конца стыковых накладок.

Начало и конец стыковых накладок дают однополярные отрицательный и положительный импульсы соответственно со значительно большей, чем от подкладок, амплитудой и меньшей длительностью.

Стыковой зазор дает кратковременный знакопеременный сигнал, начинающийся с положительной полуволны; амплитуда сигналов от стыков в несколько десятков раз больше, чем от подкладок.

Продольные горизонтальные расслоения головки записываются отрицательными симметричными сигналами, амплитуда и длительность которых зависит от степени развития дефекта и длины трещины.

При большой ее длине в средней части сигнала образуется потемнение, которое характеризует кратковременную остановку процесса изменения электродвижущей силы над средней частью дефекта.

1.4. Физические основы ультразвуковой дефектоскопии рельсов.

Ультразвуковая дефектоскопия для обнаружения дефектов использует **упругие колебания и волны**.

Акустические колебания — это механические колебания упругой среды (например, металла рельса) вокруг своего положения равновесия, а акустические волны — распространение в этой среде механического возмущения (деформации).

В зависимости от частоты (числа колебаний в одну секунду) упругие волны подразделяют на:

- инфразвуковые — с частотой до 20 Гц (колебаний в секунду);
- звуковые — от 20 до 20 000 Гц;
- ультразвуковые — от 20 000 Гц до 1 000 000 000 Гц;
- гиперзвуковые — свыше 1 000 000 000 Гц.

Для справки

1 Гц — один герц (одно колебание в секунду) 1 000 Гц = 1 кГц — один килогерц;

1 000 000 Гц = 1000 кГц = 1 МГц — один мегагерц;

1 000 000 000 Гц = 1000 МГц = 1 ГГц — один гигагерц.

Во всех отечественных дефектоскопах для обнаружения дефектов в рельсах используют ультразвуковые колебания частотой 2,5 МГц



Рис. 11. Представление упругих волн на частотной оси.

Упругие волны могут возникать в любой среде:

- твердой (металлы, органическое стекло, грунт);
- жидкой (вода, масло, спирт и т. д.);
- газообразной (воздух).

Основное свойство упругих волн состоит в том, что в волне осуществляется перенос энергии без переноса вещества. Упругие волны характеризуются следующими параметрами:

- длиной волны - λ м, мм;
- частотой - f , Гц, МГц;
- скоростью распространения - C , м/с, мм/мкс.

Они связаны между собой простым соотношением:

$$\lambda = C/f$$

Пример для рельсов:

$$C = 5\,900 \text{ м/с}; f = 2,5 \text{ МГц};$$

$$\lambda = 5\,900 / 2\,500\,000 = 0,00236 \text{ м} = 2,36 \text{ мм}.$$

Длина ультразвуковой продольной волны в металле железнодорожного рельса $\lambda = 2,36$ мм.

В зависимости от упругих свойств среды в ней могут возникать упругие волны различных видов, отличающиеся направлением смещения колеблющихся частичек. В связи с этим различают:

- продольные;
- сдвиговые (или поперечные); поверхностные;

- нормальные и другие волны.

В ультразвуковой дефектоскопии железнодорожных рельсов чаще всего используют продольные и поперечные (или сдвиговые) волны.

В ультразвуковой дефектоскопии различают два типа волн:

Продольные волны (C_l – волны), называемые волнами растяжения - сжатия, в которых направление смещения частиц параллельно направлению распространения волны; в этих волнах существуют зоны повышенного и пониженного давления, обозначенные на рисунке (а), зонами разной густоты частиц (рис. 12);

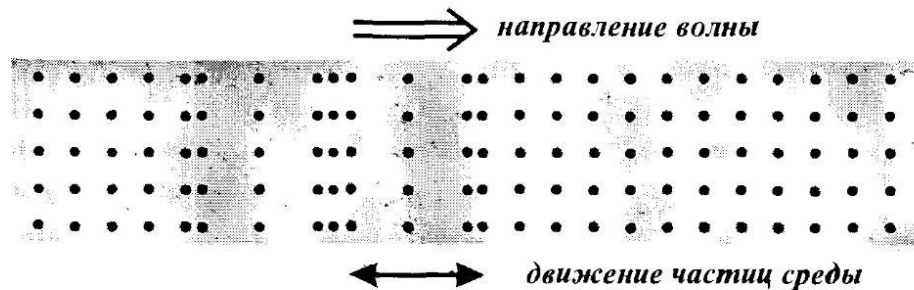


Рис. 12. Схематическое изображение продольной волны.

Скорость распространения продольной волны обозначают буквой C с нижним индексом l – C_l . Для некоторых материалов она равна:

в стали (в металле рельса) $C_l=5900$ м/с;

в воде $C_l=1450$ м/с;

в органическом стекле $C_l=2670$ м/с;

в воздухе (при температуре 0°C) $c_l \approx 331$ м/с.

Поперечные волны (C_t - волны), в которых смещение частиц перпендикулярно направлению распространения волны (рис. 13).

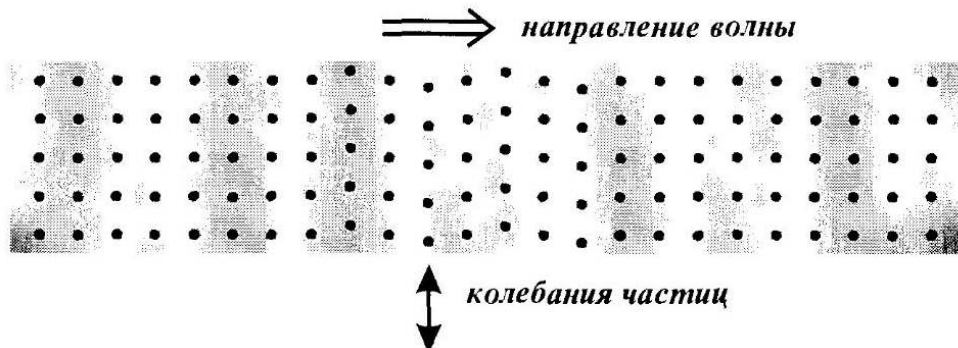


Рис. 13. Схематическое изображение поперечной (сдвиговой) волны.

Скорость распространения поперечной волны обозначают буквой C с нижним индексом t – C_t .

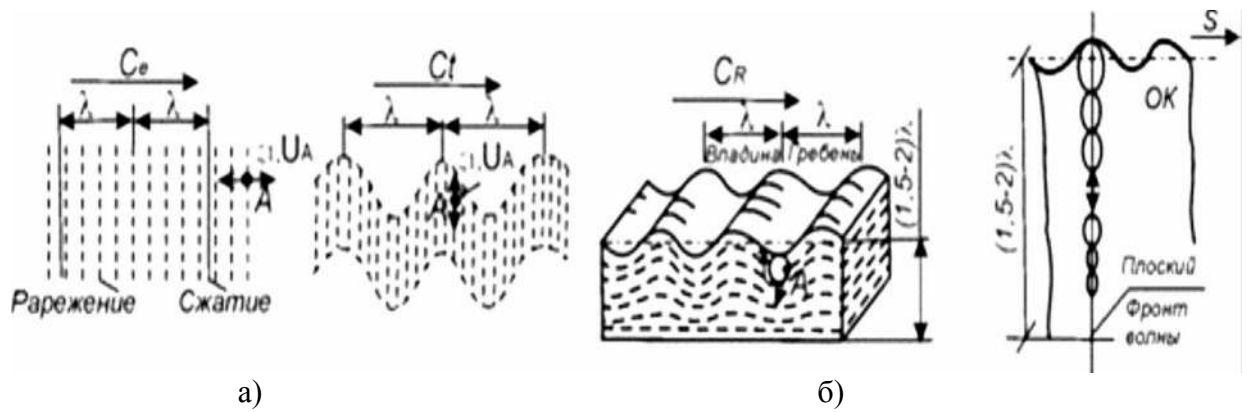
В стали (в металле рельса) она равна

$C_t=3260$ м/с.

Обычно в металлах скорость поперечной волны примерно в два раза меньше, чем скорость продольной волны:

$C_t \approx 0,55 c_l$

Продольные волны могут существовать в любых средах (твердых, жидких, газообразных), в то время как поперечные волны – только в твердых средах, обладающих объемной упругостью.



а – продольная волна; б – поперечная волна
Рис. 14. Типы ультразвуковых волн.

Взаимодействие волны с границей раздела двух сред.

Если на пути распространения ультразвуковой волны встречается инородная среда, то часть энергии волны проходит во вторую среду, а часть отражается в первую. Инородной средой является такая среда, акустическое сопротивление которой отличается от акустического сопротивления среды, в которой распространяется волна.

При падении волны перпендикулярно на границу раздела двух сред как отраженная, так и прошедшая волны будут того же типа, что и падающая.

При падении ультразвуковой волны C_l на границу раздела твердых сред под углом, неравным прямому углу, то есть углу 90° , то отраженные и прошедшие волны преломляются и трансформируются. Так переход падающей продольной волны из оргстекла в сталь при падении волны под углом β , на границу раздела двух сред сопровождается в общем случае возникновением четырех волн: двух отраженных (продольной C_{l1} и поперечной C_{t1}) и двух прошедших (продольной C_{l2} и поперечной C_{t2}).

При этом следует помнить, что $C_{l1} \neq C_{l2}$, $C_{t1} \neq C_{t2}$, $C_{l1} > C_{t1}$, $C_{l2} > C_{t2}$.

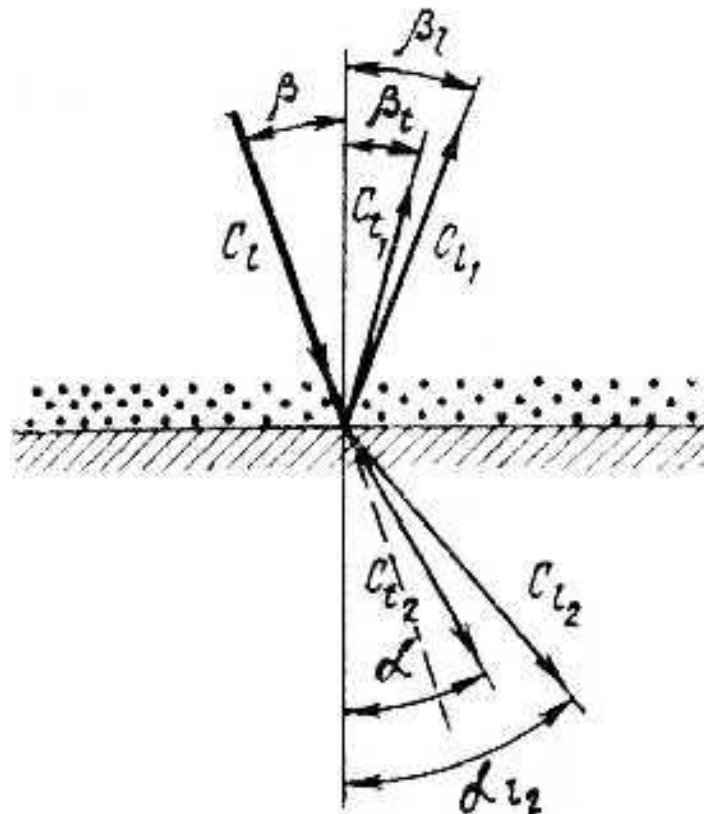


Рис. 15. Взаимодействие продольной волны с границей раздела двух твердых сред. угол β называется углом падения продольной волны, угол β_l - угол отражения продольной волны C_{l1} ,

угол β_t – угол отражения поперечной волны C_{t1} ,
 угол α_{l2} – угол преломления прошедшей продольной волны C_{l2} ,
 угол α – угол преломления прошедшей поперечной волны C_{t2} .
 (углы α_{l2} и α являются так же углами ввода волн, соответственно прошедшей продольной C_{l2} и поперечной волн C_{t2}).

Углы падения, отражения и преломления всегда отсчитываются от нормали (перпендикуляра) границы раздела двух сред.

1.4.1. Свойства ультразвуковых волн.

Ультразвуковые волны обладают следующими свойствами:

1. Затухание ультразвуковых колебаний, проявляется поглощением и рассеянием;
2. Отражение ультразвуковых колебаний (при нормальном падении волн);
3. Преломление ультразвуковых колебаний (при наклонном падении волн);
4. Трансформация ультразвуковых колебаний.

Затухание ультразвуковых колебаний. По мере удаления от излучателя амплитуда колебаний частиц постепенно убывает. Это обусловлено геометрическим расхождением лучей, что приводит к увеличению ширины ультразвукового пучка, а также потерями в металле рельса, приводящими к постепенному затуханию колебаний при их распространении.

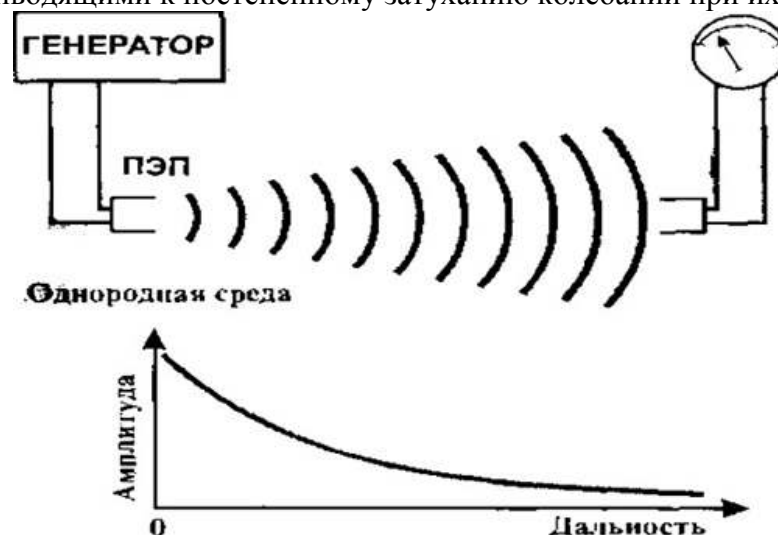


Рис. 16. Зависимость затухания ультразвуковых колебаний от расстояния.

Затухание ультразвуковых колебаний происходит по экспоненциальному закону

$$A = A_0 \cdot \exp(-\delta \cdot r),$$

где r - расстояние, пройденное волной, м;

δ - коэффициент затухания, 1/м. (дельта)

Коэффициент затухания определяется выражением:

$$\delta = \delta_n + \delta_p$$

т.е. складывается из коэффициентов поглощения δ_n и рассеяния δ_p .

Затухание ультразвука в воздухе очень велико. В воде - в тысячи раз меньше. В пластмассах затухание также велико и определяется в основном поглощением. В стали затухание небольшое, и ультразвуковые колебания с частотой 2,5МГц могут распространяться на расстоянии до 5 – 6 м.

Величина, обратная коэффициенту затухания, показывает, на каком пути амплитуда волны уменьшается в e раз ($e = 2,73$ — число Непера). Поэтому размерность затухания — 1/м. Иногда используют внесистемную единицу **непер на метр (Нп/м)**. Часто коэффициент затухания выражают числом N отрицательных децибелов, на которое уменьшается амплитуда волны на единичном участке пути $1/м = -1Нп/м = 8,686$ дБ.

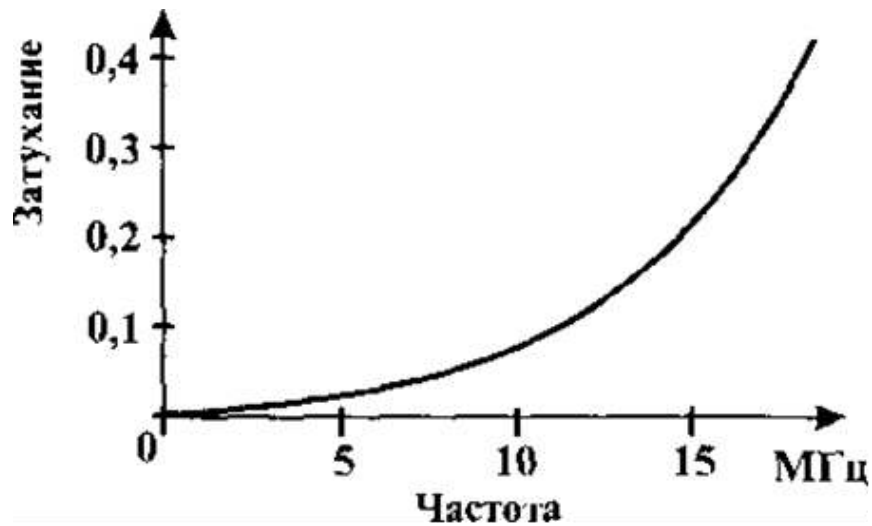


Рис. 17. Зависимость коэффициента затухания ультразвуковых колебаний (при нормальном падении волн).

Коэффициент затухания ультразвуковых колебаний зависит от их частоты.

Отражение ультразвуковых колебаний (при нормальном падении волн).

Если на пути распространения ультразвуковой волны встречается инородная среда, то часть энергии волны проходит во вторую среду, а часть отражается в первую.



Рис. 18. Отражение и преломление ультразвуковых волн.

При наклонном падении продольной волны из твердой среды 1 в твердую среду 2 на границе этих двух сред происходит **отражение, преломление, трансформация (расщепление)** волны.

Если продольная упругая волна l со скоростью C_l падает на границе раздела двух твердых сред под углом, отличным от прямого (90°), то отраженная и прошедшая волны преломляются и трансформируются на продольные l_1, l_2 и сдвиговые t_1, t_2 волны, распространяющиеся в первой и второй средах под различными углами. При этом угол β между падающим лучом C_l и перпендикуляром MN к поверхности раздела в точке называется **углом падения**; углы β_{l_1} и β_{t_1} — **углами отражения**; углы α_l и α — **углами преломления** (или углами ввода соответственно продольной и сдвиговой волн).

Законы отражения и преломления упругих волн по аналогии с законами геометрической оптики формулируются так:

1. Отраженные и преломленные лучи лежат в одной плоскости с падающим лучом и нормалью к поверхности, проведенной в точке падения раздела.

2. Угол отражения продольной волны равен углу падения.
3. Углы падения, отражения и преломления связаны соотношением, называемым законом Снелиуса:

$$(\sin\beta)/C_{1l} = (\sin\alpha)/C_{12} = (\sin\beta_t)/C_{1t} = (\sin\beta_r)/C_{1l} = (\sin\alpha_l)/c_{12}$$

где C_{1l} , C_{12} , C_{1t} , C_{12} — скорости распространения продольных и сдвиговых волн в 1-й и 2-й средах соответственно.

При увеличении угла падения β продольной волны 1 углы α_l и α также увеличиваются и при некотором значении $\beta = \beta_{кр1}$ (**первый критический угол**) преломленные продольные волны распространяются по поверхности, не проникая в глубь среды 2.

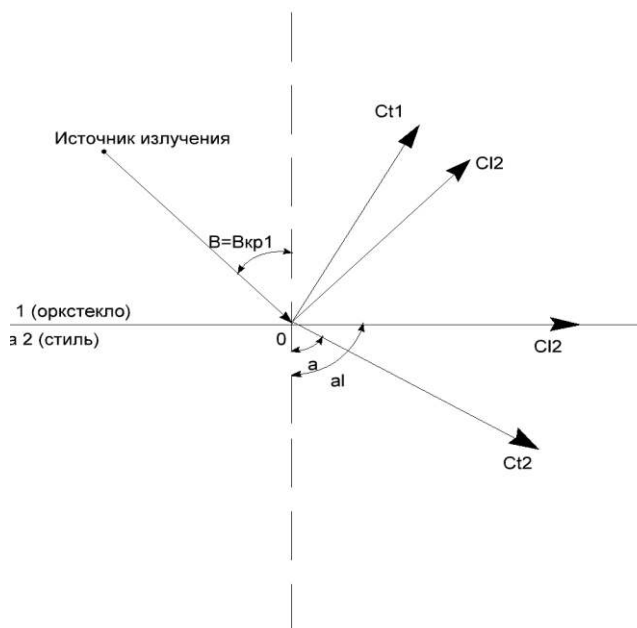


Рис. 19. Демонстрация первого критического угла.

При дальнейшем увеличении угла падения до $\beta_{кр2}$ (**второй критический угол**) по поверхности распространяются преломленные сдвиговые волны.

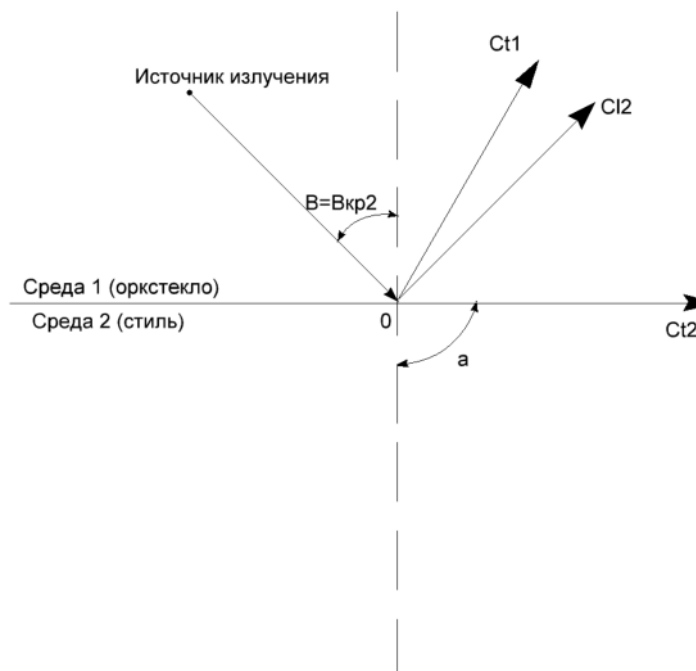


Рис. 20. Демонстрация второго критического угла.

Свойства упругих волн используют при конструировании наклонных преобразователей для контроля изделий сдвиговыми и продольными волнами. В таких преобразователях ультразвуковые колебания преломляются с помощью клинообразной призмы, изготовленной из органического стекла и играющей роль среды 1, а среда 2 является контролируемое изделие. При углах падения меньших, чем второй критический угол $\beta_{кр2}$ и больше, чем $\beta_{кр1}$ во второй среде возникает лишь поперечная волна.

Отмеченное свойство имеет большое практическое значение. В частности, если пьезопластину разместить на призме из органического стекла с углом в пределах 30-55°, то в стальном изделии (в металле рельса) будет распространяться только поперечная волна. Все типовые наклонные преобразователи, используемые для контроля головки и шейки рельса, имеют углы призмы в интервале между первым и вторым критическими углами (30°; 40°; 45° и 50°) и излучают поперечную волну.

1.4.2. Излучатели и приемники ультразвука. Понятие о пьезоэффекте.

Для возбуждения и регистрации ультразвуковых колебаний применяют электроакустические преобразователи – пластины из материала, обладающего пьезоэлектрическими свойствами. Если пьезоэлектрическую пластину сжимать или растягивать, то на ее поверхностях появляются электрические заряды. Знак заряда определяется характером деформации (сжатием или растяжением), а значение – приложенной силой.

Для получения ультразвука, названных выше частот (1-5МГц) применяют пьезоэлектрические, магнито-стрикционные, электромагнитно-акустические и другие преобразователи. Наибольшее распространение получили пьезоэлектрические преобразователи (ПЭП), в которых активными являются **пьезоэлементы**, изготовленные из монокристалла кварца или пьезокерамических материалов — титаната бария, цирконат титаната свинца и др. Для изготовления преобразователей (вставок, резонаторов) рельсовых дефектоскопов чаще всего используют ПЭП из цирконат титаната свинца марки 19 — ЦТС-19.

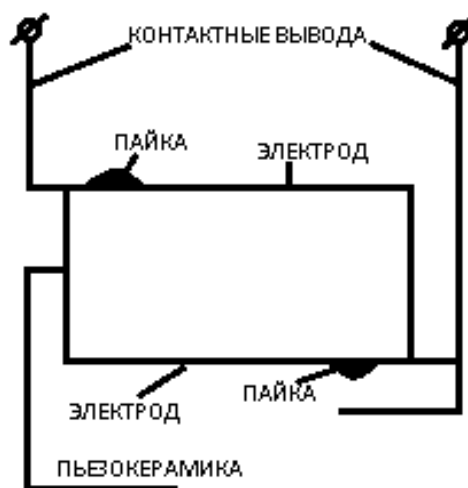


Рис. 21. Схема пьезоэлемента.

На плоские поверхности пьезоэлементов наносят тонкие слои серебра, служащие электродами. При подведении к электродам знакопеременного электрического напряжения пьезоэлемент совершает вынужденные механические колебания (растягивается и сжимается) с частотой подаваемого электрического напряжения. Данное явление называется **обратным пьезоэффектом**.

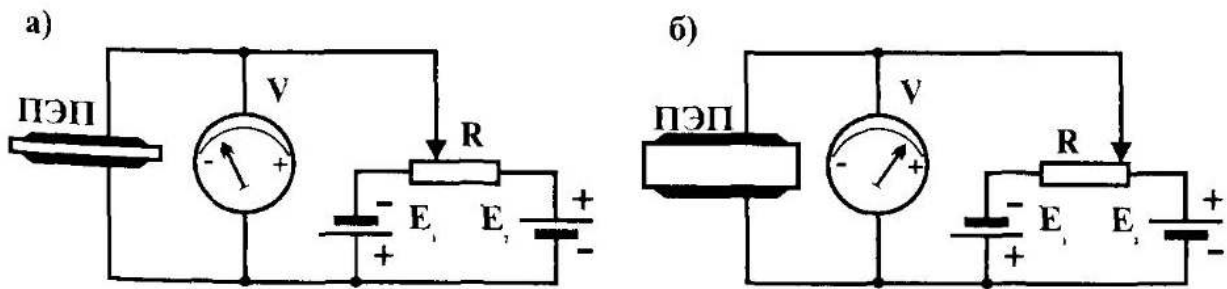


Рис.22. Иллюстрация обратного пьезоэффекта.

При воздействии на пьезоэлемент упругих механических колебаний на его электродах возникает знакопеременное электрическое напряжение, величина которого пропорциональна прилагаемому к пьезоэлементу усилию (рис. 23). Это явление носит название прямой пьезоэффект.

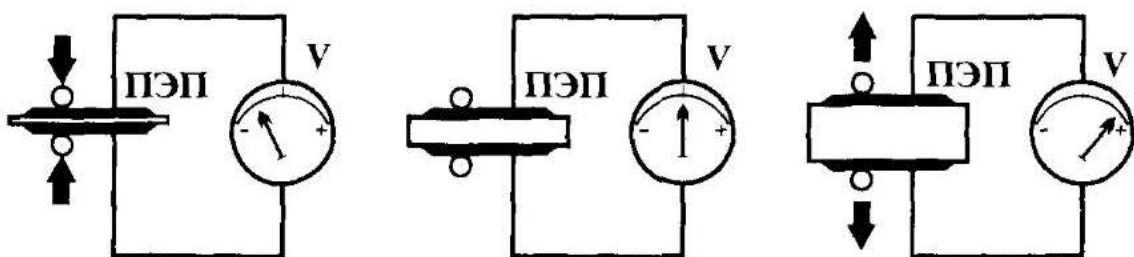


Рис. 23. Иллюстрация прямого пьезоэффекта.

Таким образом, можно при помощи пьезоэлектрической пластины преобразовывать электрические колебания в ультразвуковые и наоборот.

Преобразователи подразделяются на излучатели и приемники, которые работают, как в отдельном режиме так и в совместном. В зависимости от метода контроля изделия ПЭП подразделяются на прямые и наклонные

Маркировка пьезоэлектрических преобразователей.

Общая маркировка пьезоэлектрических преобразователей обычно состоит из буквы П и последующих трёх цифр, указываемых без пробелов.

Буква П обозначает – преобразователь пьезоэлектрический.

Первая цифра после буквы П обозначает способ ввода ультразвука:

1 контактный; 2 иммерсионный; 3 контактно – иммерсионный; 4 бесконтактный.

Вторая цифра указывает расположение пьезопластины в преобразователе: 1 – прямой; 2 – наклонный; 3 – комбинированный.

Третья цифра указывает принцип действия пьезопластины: 1 – совмещённый; 2 – отдельно – совмещённый; 3 – отдельный.

Пример маркировки: П121 – 2,5 – 50 – контактный наклонный совмещённый преобразователь с номинальной частотой ультразвука 2,5 МГц и углом наклона пьезоэлемента 50°.

1.4.3. Понятие о резонансе. Понятие о добротности.

Амплитуда колебаний пьезоэлемента зависит от напряжения на электродах и соотношения частоты подаваемого на него переменного напряжения и собственной частоты колебаний элемента. На рис. 24,а показана реакция пьезоэлемента на возмущающее воздействие низкой частоты, а на рис. 24,б - реакция этого же пьезоэлемента на воздействие высокой частоты. Из рисунков видно, что амплитуда колебаний пьезоэлемента при

воздействию высокой частоты выше, чем низкой. Однако при дальнейшем увеличении частоты возбуждающего воздействия амплитуда колебаний пьезоэлемента снова начнет уменьшаться.

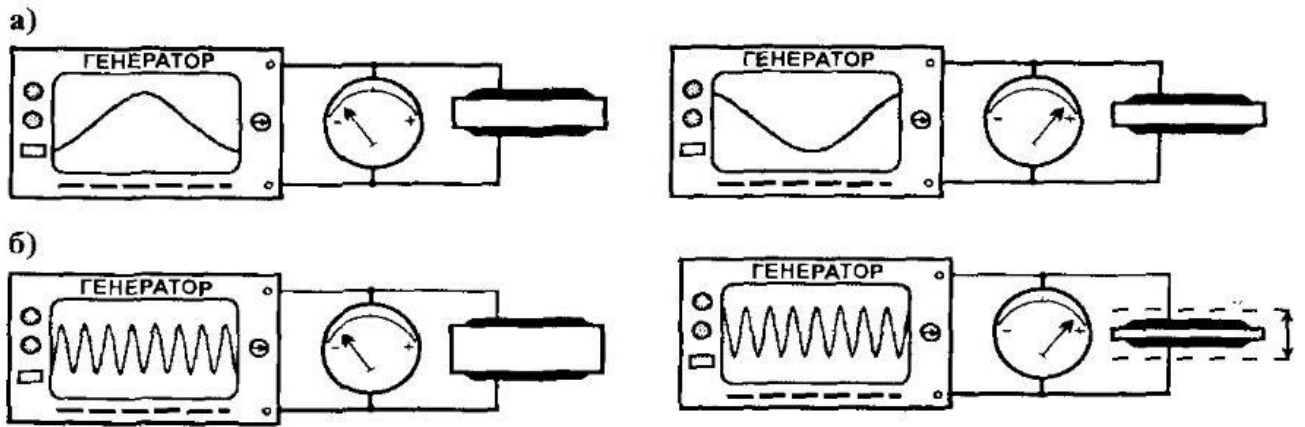


Рис. 24. К понятию о резонансе.

Наибольшая амплитуда колебаний пьезоэлемента достигается при **резонансе**, то есть когда собственная частота его колебаний совпадает с частотой возбуждающего переменного напряжения. Собственная частота f элемента зависит от его толщины b и скорости упругих волн c :

$$f = c/2b.$$

Для пьезокерамики ЦТС-19 скорость ультразвуковой волны $c = 3\,300$ м/с. Тогда толщина пьезопластины для частоты $f = 2,5$ МГц $= 2\,500\,000$ Гц

$$b = c/2f = 3\,300/5\,000\,000 = 0,0007\text{ м} = 0,7\text{ мм}.$$

Чем ниже требуемая частота генерируемых ультразвуковых колебаний, тем больше толщина резонансной пьезопластины. На рис. 25 показаны осциллограммы напряжений (прямой пьезоэффект), снимаемых с пьезопластин различной толщины (0,3 мм, 0,7 мм и 1,3 мм), при воздействии на них знакопеременного давления одинаковой величины, но различной частоты (650 кГц, 1,25 МГц, 2,5 МГц, 5 МГц и 10 МГц).

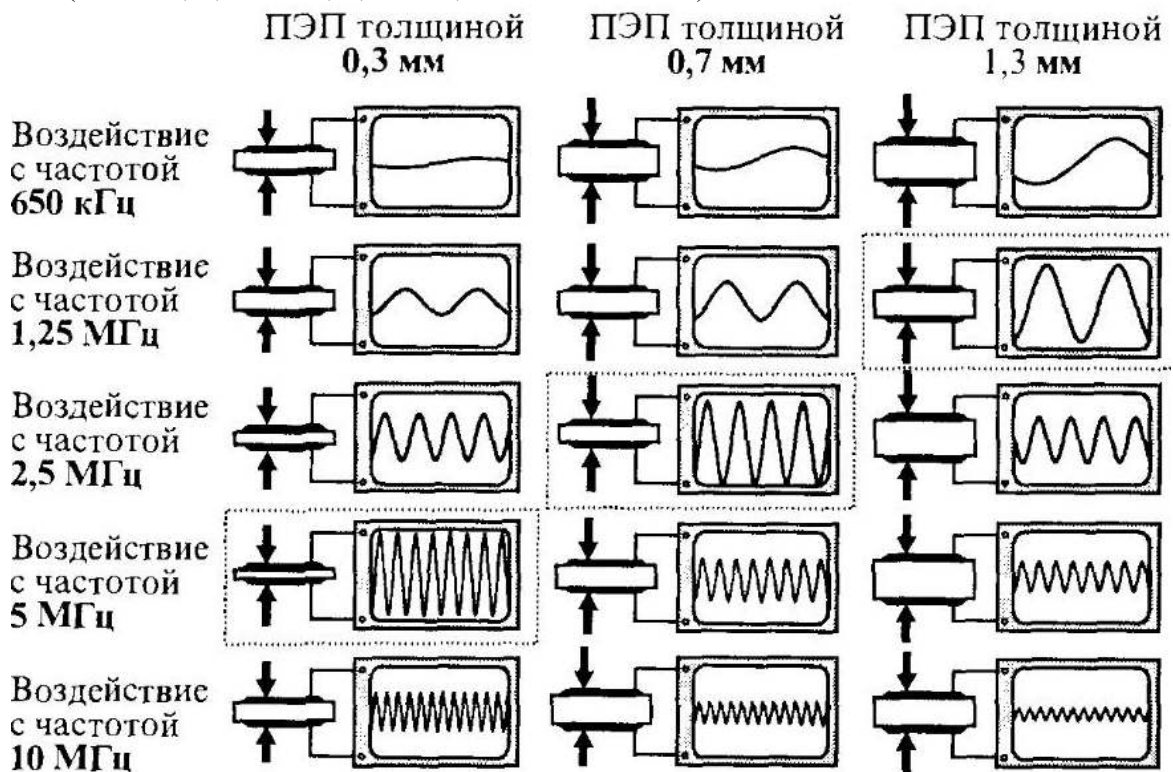


Рис. 25. Зависимость резонансной частоты ПЭП от его толщины при прямом пьезоэффекте (случай резонанса выделен фоном).

Как видно из рис. 25, резонансная частота зависит от толщины пьезопластины. Так, у пьезопластины толщиной **0,3 мм** максимальная амплитуда получается при частоте

воздействия на нее **5 МГц**, у пьезопластины толщиной **0,7 мм** – при частоте **2,5 МГц**, а у пьезопластины толщиной **1,3 мм** – при частоте **1,25 МГц**.

На рис. 26 показаны колебания пьезопластин тех же толщин, что и на рис. 25, при подаче на них переменного напряжения одинаковой амплитуды, но различной частоты (обратный пьезоэффект).

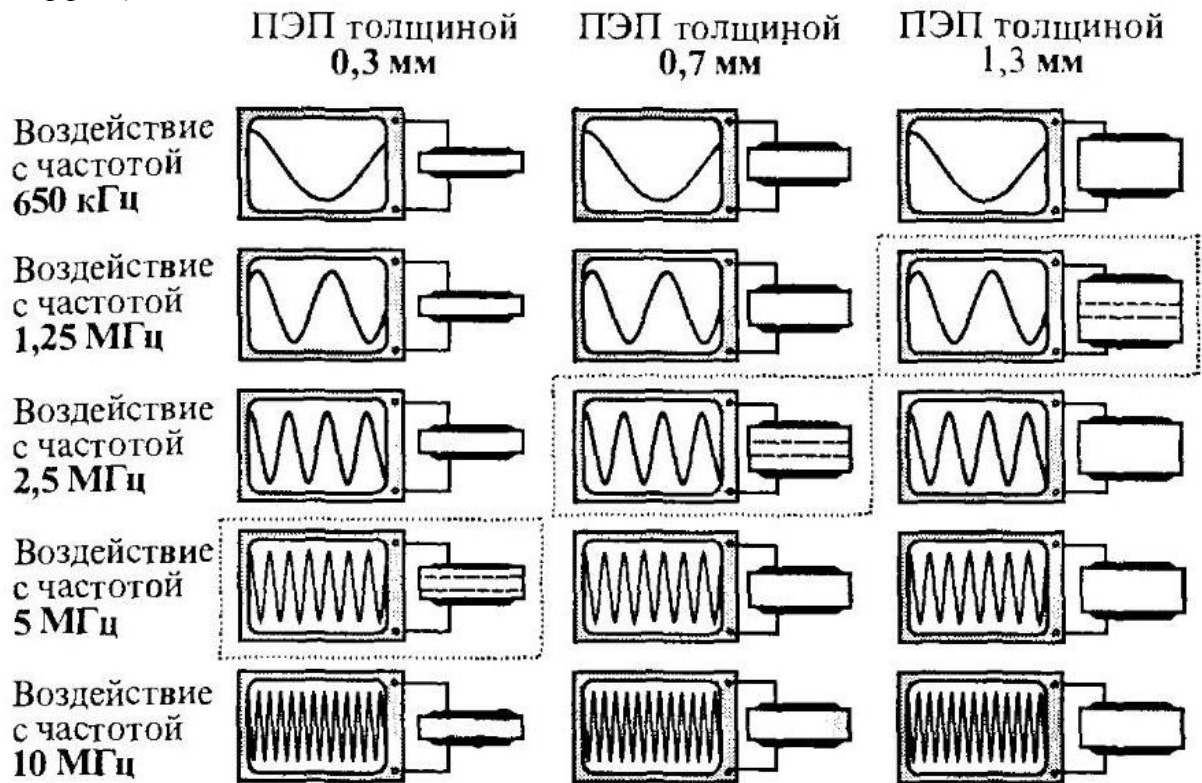


Рис.26. Зависимость резонансной частоты ПЭП от его толщины при обратном пьезоэффекте (случай резонанса выделен фоном).

Сопоставление рис. 25 и рис. 26 позволяет сделать вывод о том, что как при прямом, так и при обратном пьезоэффектах резонансные частоты пьезопластин совпадают и определяются их толщинами.

Как видно из приведенных рисунков, вынужденные колебания пьезоэлемента можно возбудить на любой частоте. В этом случае излучаемая энергия будет меньше, чем на резонансной частоте. Зависимость амплитуды возбуждаемых пьезоэлементом колебаний от частоты подаваемого на него переменного напряжения постоянной амплитуды называется его амплитудно-частотной характеристикой (АЧХ). На рис. 27 представлены АЧХ дисковых пьезоэлементов толщинами **1,3 мм**, **0,7 мм** и **0,3 мм**.

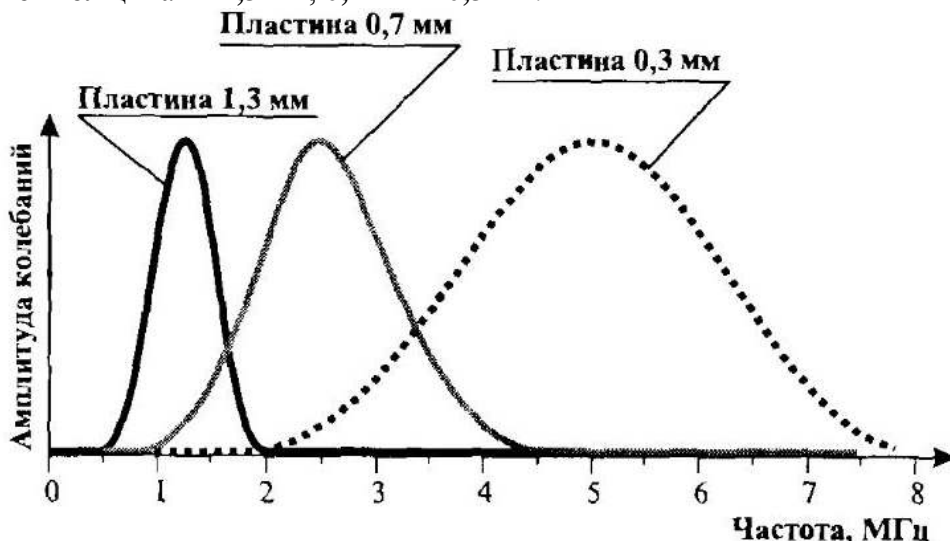


Рис. 27. Амплитудно-частотная характеристика пьезопластин различной толщины.

Основными характеристиками пьезоэлементов являются частотный спектр, излучаемая мощность звука, направленность излучения. При одночастотном излучении основными характеристиками пьезоэлементов являются рабочая частота и частотная полоса. Для **резонансных пьезоэлементов**, применяемых в рельсовых дефектоскопах, рабочей частотой является *собственная частота*, а ширина частотной полосы определяется ее **добротностью**.

1.4.4. Понятие о добротности.

Добротность – количественная характеристика резонансных свойств пьезоэлемента, показывающая, во сколько раз амплитуда вынужденных колебаний при резонансе превышает амплитуду вынужденных колебаний на частоте, намного ниже резонансной, при одинаковой амплитуде вынуждающей силы. Короткое импульсное воздействие на пьезоэлемент приводит к появлению на его обкладках серии затухающих по экспоненте гармонических колебаний на собственной частоте пьезоэлемента, что иллюстрирует рис. 28. Причем количество периодов этих затухающих колебаний численно равно добротности пьезоэлемента. Пьезоэлементы, используемые в ультразвуковой дефектоскопии, имеют обычно низкую добротность (в пределах от **1** до **10**).

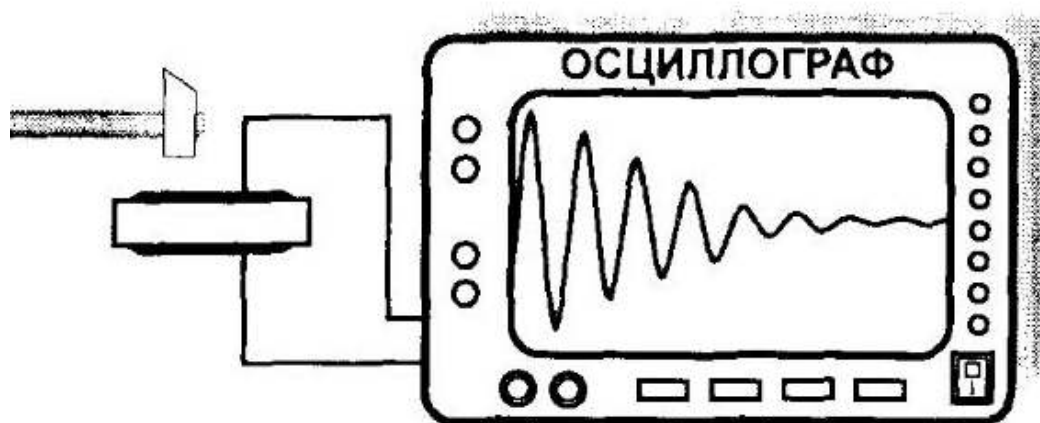


Рис. 28. Иллюстрация процесса ударного возбуждения пьезопреобразователя.

1.4.5. Классификация методов ультразвукового контроля.

Из большого многообразия методов акустического контроля для дефектоскопирования железнодорожных рельсов до недавнего времени применяли только два метода:

- эхо-метод;
- зеркально-теневой метод (ЗТМ).

В модернизированных дефектоскопах и в дефектоскопах нового поколения в сочетании с **эхо-методом** применен **зеркальный** метод ультразвукового контроля. В новой редакции ГОСТ Р 18576 для контроля рельсов разрешено также применение **теневого** и **дельта-методов**.

Далее рассматриваются основные характеристики этих методов.

МЕТОДЫ УЛЬТРАЗВУКОВОЙ ДЕФЕКТΟΣКОПИИ, используемые при контроле железнодорожных рельсов



1.4.6. Эхо-метод ультразвукового контроля.

Эхо-метод ультразвуковой дефектоскопии основан на излучении в контролируемое изделие коротких **зондирующих** импульсов (в современных дефектоскопах в основном используют импульсный режим излучения ультразвуковых колебаний. При этом периодически излучают кратковременные импульсы с высокочастотным заполнением. Импульсы ультразвуковых колебаний, излучаемые в контролируемое изделие, называются зондирующими) и регистрации эхо-сигнала, отраженного от дефекта. Временной интервал между зондирующим и эхо-импульсами пропорционален глубине залегания дефекта, а амплитуда, в определенных пределах, - отражающей способности (размеру) дефекта.

К преимуществам эхо – метода относится:

- односторонний доступ к изделию
- относительно большая чувствительность к внутренним дефектам;
- высокая точность определения координат дефекта.

К недостаткам эхо – метода относится:

- низкая помехоустойчивость к поверхностным отражателям;
- резкая зависимость амплитуды эхо сигнала от ориентации дефекта;
- невозможность контроля качества акустического контакта в процессе перемещения ПЭП, так как при отсутствии дефектов на выходе отсутствуют какие-либо сигналы.

Несмотря на указанные недостатки, эхо-метод является наиболее распространенным методом ультразвуковой дефектоскопии изделий. С помощью этого метода обнаруживают **более 90%** дефектов железнодорожных рельсов.

Отличительной особенностью метода является то, что при контроле изделий регистрируются и анализируются практически все сигналы, проходящие из изделия после излучения зондирующих колебаний.

Поэтому при контроле изделий с плоско параллельными поверхностями возможен одновременный прием эхо-сигнала как от дефекта, так и от противоположной поверхности (рис.29). Причем временное положение эхо-сигнала от дефекта относительно зондирующего импульса пропорционально глубине h его залегания

$$t=2h/c,$$

где c – скорость распространения ультразвуковых колебаний в изделии.

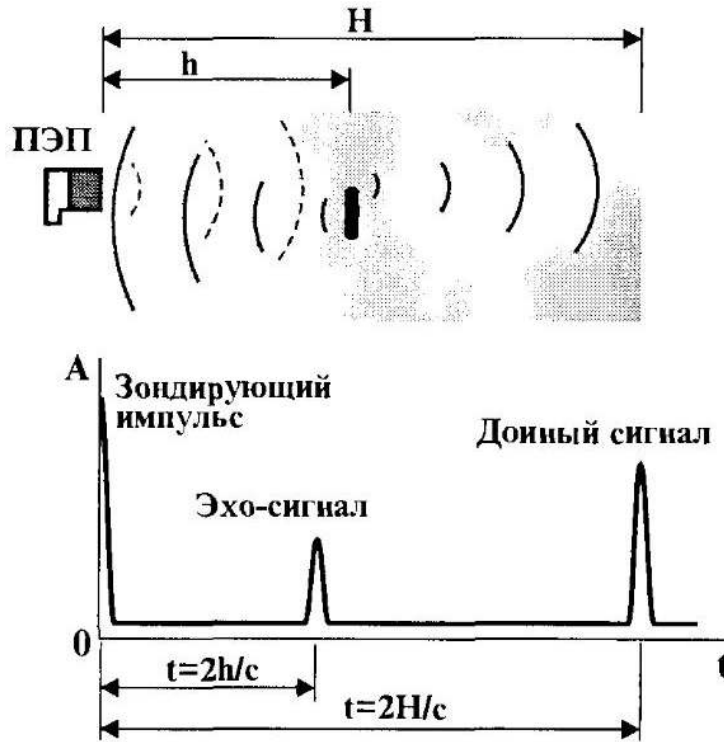


Рис. 29. Формирование эхо- и донного сигнала

Амплитуда эхо-импульса сложным образом зависит от величины отражателя (дефекта), свойств его поверхности и его ориентации, а также затухания ультразвуковой волны в изделии и расстояния до дефекта.

Естественно, интервал времени между зондирующим импульсом и эхо-сигналом от противоположной (донной) поверхности пропорционален высоте H изделия.

Сигнал от противоположной поверхности может отсутствовать при следующих ситуациях:

- донная поверхность не параллельна поверхности ввода ультразвуковых колебаний (рис.30).

- дефект имеет значительные размеры, полностью перекрывает ультразвуковой пучок (рис.31).

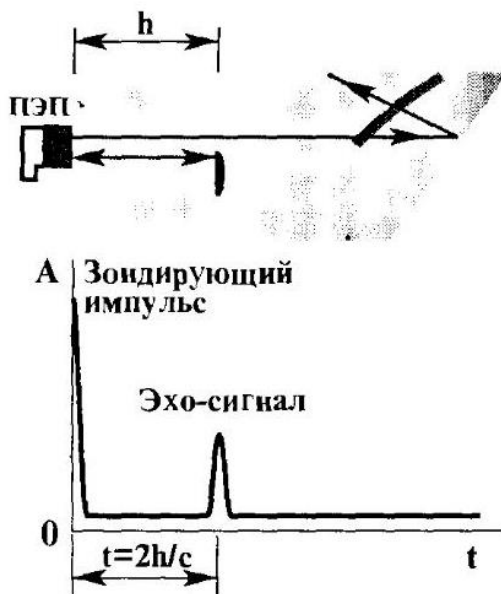


Рис. 30. При непараллельных поверхностях донный сигнал отсутствует.

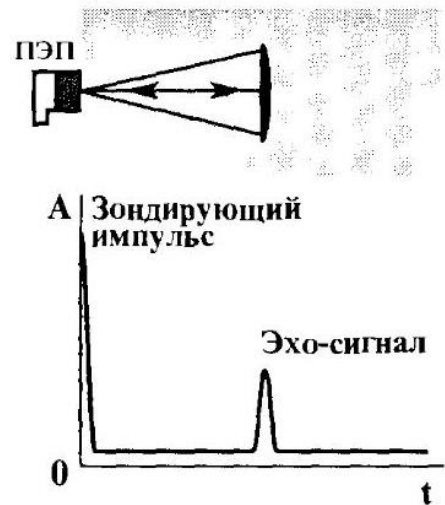


Рис. 31. Донный сигнал отсутствует, так как дефект полностью перекрывает ультразвуковой пучок

- высота (толщина) изделия настолько велика, что вследствие затухания ультразвуковых колебаний амплитуда эхо-сигнала от противоположной поверхности имеет очень малую величину (рис. 32).

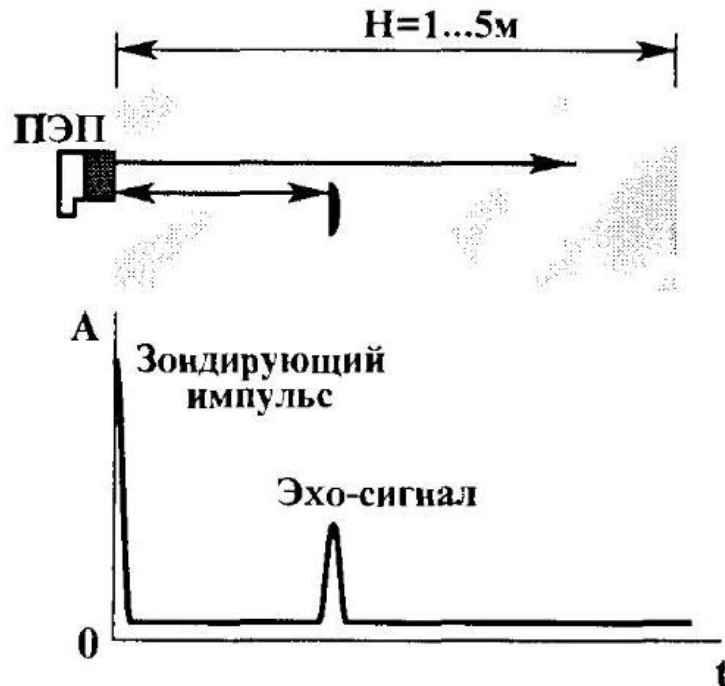


Рис.32. Расстояние до противоположной поверхности значительное. Донный сигнал отсутствует.

При контроле изделий небольшой толщины можно получить целую серию многократно переотраженных от плоскопараллельных стенок изделия эхо-сигналов (рис.33). Вследствие затухания ультразвуковых колебаний многократные отражения последовательно уменьшаются по амплитуде. Расстояние между отдельными отражениями – величина постоянная, зависящая от толщины изделия.

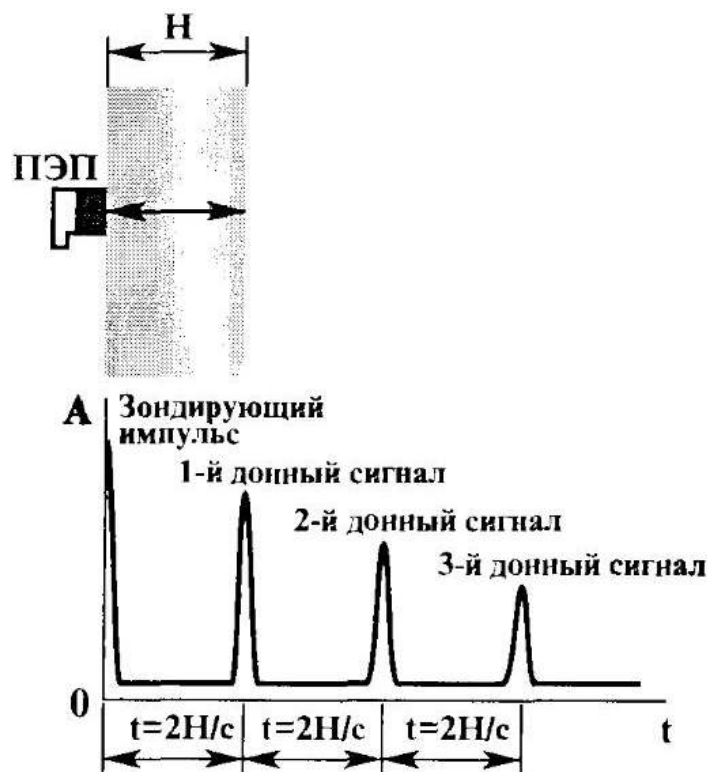


Рис.33. Многократные отражения ультразвуковых колебаний в тонком изделии.

При наклонном вводе ультразвуковых колебаний временной интервал между зондирующим импульсом и эхо-сигналом от дефекта выглядит следующим образом (рис.34):

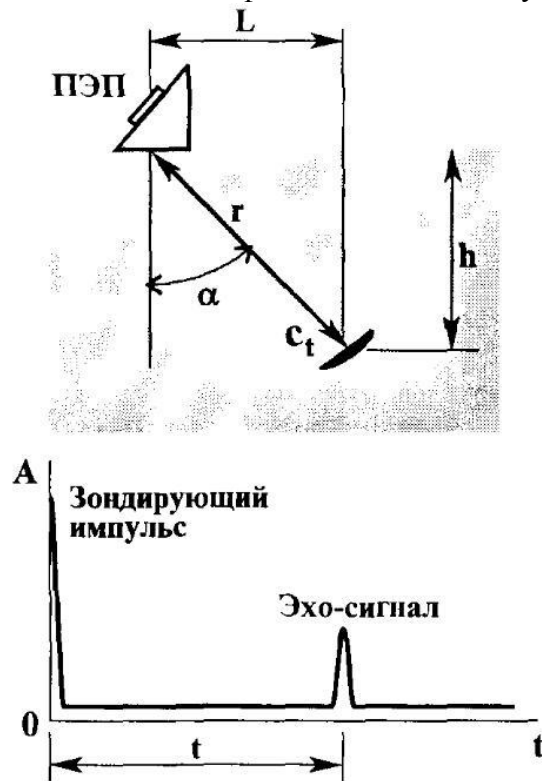


Рис. 34. Ввод ультразвуковых колебаний с помощью наклонных ПЭП.

$$t=2r/c_t=2h/c_t \cdot \cos\alpha,$$

где c_t – скорость поперечных ультразвуковых колебаний в изделии;
 α – угол ввода ультразвуковых колебаний;
 r – расстояние от точки ввода ультразвуковых колебаний до дефекта.

Угол ввода ультразвуковых колебаний в изделие всегда отсчитывается от нормали к поверхности сканирования.

Зная время t распространения ультразвуковых колебаний до дефекта и обратно и скорость c_t ультразвуковых колебаний в изделии, можно легко определить глубину h залегания дефекта

$$h= c_t t/2$$

при обнаружении дефекта прямым ($\alpha=0^\circ$) преобразователем и

$$h=(c_t \cdot t \cdot \cos\alpha)/2$$

при обнаружении его наклонным преобразователем.

В последнем случае бывает также полезным знание расстояния L между точкой ввода ультразвуковых колебаний и проекцией дефекта на поверхность сканирования (рис.34).

$$L=(c_t \cdot t \cdot \sin\alpha)/2$$

В приведенных выше выражениях время t – это время с момента излучения зондирующего импульса до момента прихода эхо-сигнала на пьезопластину ПЭП (пьезопреобразователя). В реальных устройствах пьезопреобразователь состоит из отдельных конструктивных элементов, и пьезопластина не соприкасается непосредственно с контролируемым изделием.

В прямых преобразователях ($\alpha=0^\circ$) между пьезоэлементом и поверхностью контролируемого изделия находится проектор (рис.35), выполняющий функции:

- защиты пьезоэлемента от износа;
- улучшения согласования пьезоэлемента с контролируемым изделием;

- улучшения акустического контакта.

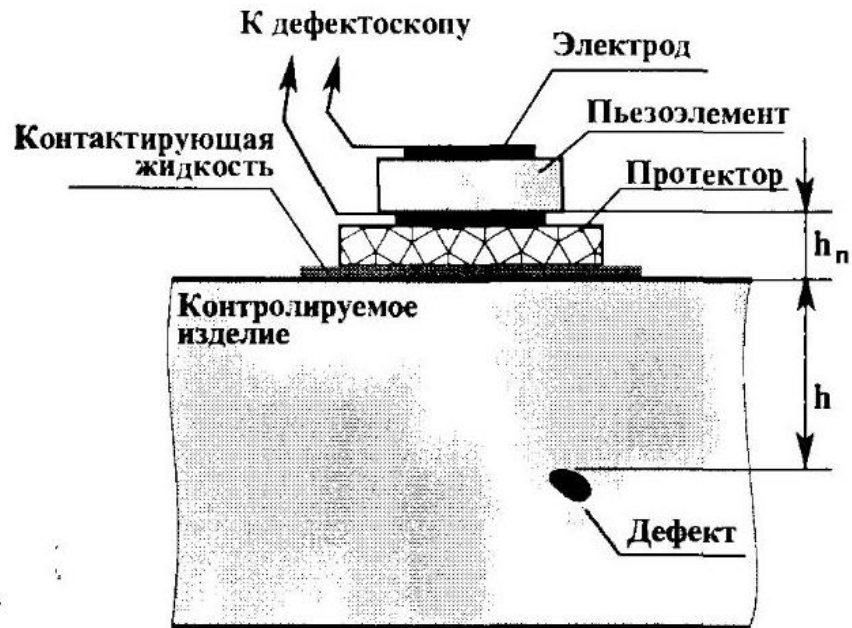


Рис. 35. Ввод ультразвуковых колебаний с помощью прямого ($\alpha=0^\circ$) преобразователя.

Естественно, при прохождении ультразвуковых колебаний через протектор толщиной h_n затрачивается определенное время t_n (время в протекторе), которое необходимо затратить при точном определении глубины залегания дефекта

$$h=c \cdot (t-2t_n)/2$$

Обычно толщина протектора в прямых ($\alpha=0^\circ$) преобразователях, работающих в совмещенном режиме, составляет **0,5-2,0** мм. При этом время t_n весьма мало (не превышает одной мкс) и во многих случаях может не учитываться.

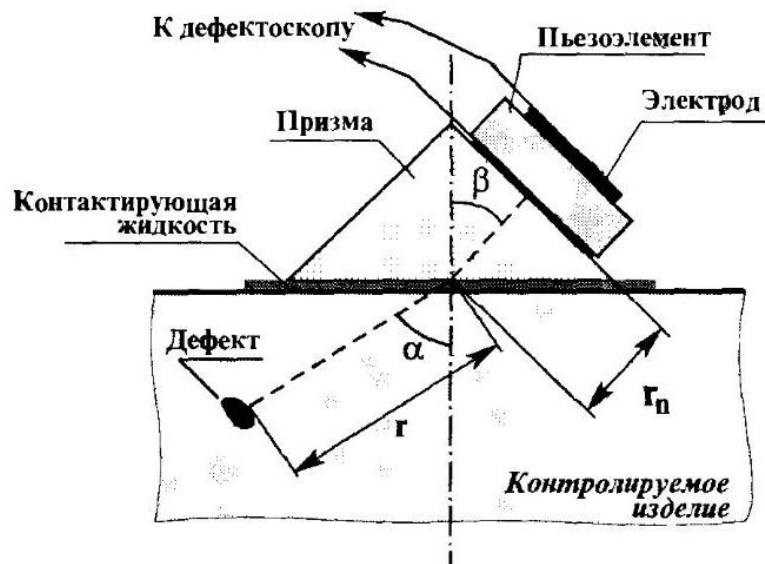


Рис. 36. Путь ультразвуковых колебаний при наклонном вводе.

При наклонном (рис. 36) вводе ультразвуковых колебаний пьезопластину в преобразователе помещают на специальную призму из органического стекла (или из другого звукопроводящего материала). В этом случае путь ультразвуковых колебаний складывается из пути в призме r_n и пути r в контролируемом изделии. Причем путь в призме искателя в зависимости от угла призмы β (что аналогично углу ввода колебаний α) составляет несколько (от **4** до **9**) мм, а двойное время пробега ультразвуковых колебаний по призме ПЭП $2t_n$ – от **3** до **8** мкс. При определении (расчете) координат дефектов пренебрежение этой величиной недопустимо. Поэтому точное выражение для расчета глубины залегания дефекта при

наклонном вводе ультразвуковых колебаний предусматривает вычитание из измеренного значения времени t величины задержки в призме $2t_n$

$$h = [c \cdot (t - 2t_n) \cdot \cos \alpha] / 2$$

Для упрощения процедуры измерения координат выявленных дефектов в рельсовых дефектоскопах предусматривается аппаратное вычитание времени $2t_n$, т. е. в дефектоскопе производится компенсация (вычитание) времени задержки ультразвука в призме электронными средствами.

Первичными измеряемыми характеристиками сигналов от дефектов при эхо-импульсном методе ультразвукового контроля являются:

- **максимальная амплитуда U_3 эхо-сигнала;**
- **временное положение t_3 эхо-сигнала относительно зондирующего импульса.**

Указанные параметры измеряют при расположении преобразователя в точке, где наблюдается наибольшая амплитуда эхо-сигнала от дефекта (рис. 37), т. е. тогда, когда дефект озвучивается центральным лучом (осью) диаграммы направленности ПЭП.

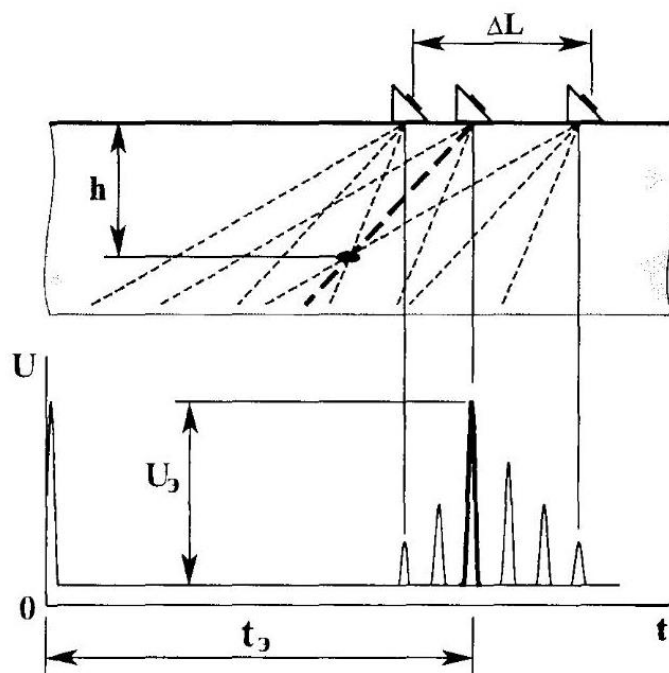


Рис. 37. К измерению характеристик эхо-сигналов.

Амплитуду эхо-импульса на экране дефектоскопа можно измерять в **вольтах** или **милливольтгах**. В дефектоскопии не применяют измерение абсолютного значения амплитуды. Обычно амплитуду сигнала от дефекта сравнивают с амплитудой эхо-сигнала от искусственного отражателя заданной геометрической формы, чаще всего - цилиндрического сверления в специальном (стандартном) образце. Для удобства это сравнение производится не в разгах U_1/U_2 , а в **децибелах**

$$N = 20 \cdot \lg \cdot (U_1/U_2)$$

Временное положение t_3 эхо-сигналов с помощью приведенных выше выражений для прямого и наклонного ПЭП пересчитывают в значения глубины h (или H) залегания дефекта в мм. Как правило, линию развертки на экране дефектоскопа калибруют в мм глубины залегания дефекта.

В процессе перемещения ПЭП над зоной локации дефекта, вследствие озвучивания его разными лучами диаграммы направленности, формируется определенная амплитудная огибающая пачки эхо-сигналов. Таким образом, при перемещении ПЭП над компактным (точечным) дефектом эхо-импульсы от него наблюдаются на некотором участке протяженностью ΔL .

Поскольку ширина пучка (ширина диаграммы направленности ПЭП) зависит от того, на каком уровне она определяется, то и ΔL изменяется в некоторых пределах при изменении усиления дефектоскопа.

Если дефект имеет протяженность, то его границы, определенные эхо-импульсным методом, также могут отличаться от истинных (рис. 38). В связи с этим в ультразвуковой дефектоскопии используют понятие условных размеров дефекта.

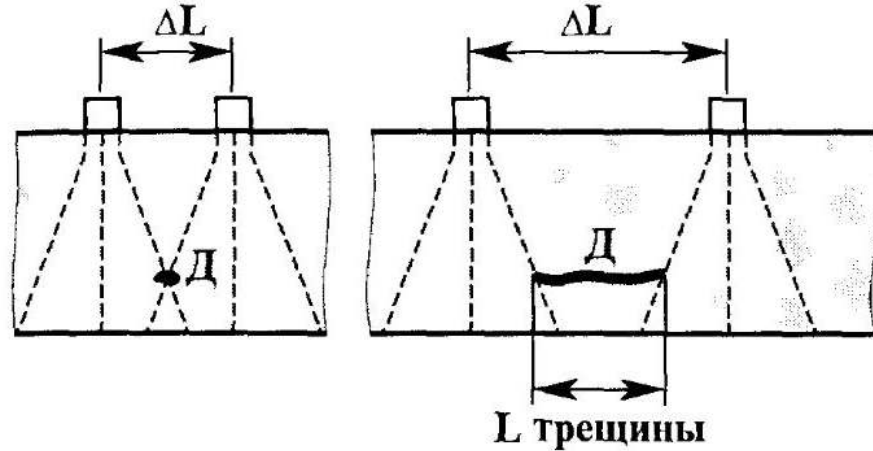


Рис. 38. Условные размеры точечного и протяженного дефектов.

Для обнаруженного эхо-импульсным методом дефекта можно измерить три условных размера:

- условную ширину ΔX ;
- условную высоту ΔH ;
- условный размер по длине рельса ΔL .

Условный размер ΔL по длине рельса характеризуется длиной зоны в миллиметрах перемещения ПЭП вдоль рельса, в пределах которого формируется сигнал от дефекта (рис.39) при заданной условной чувствительности дефектоскопа.

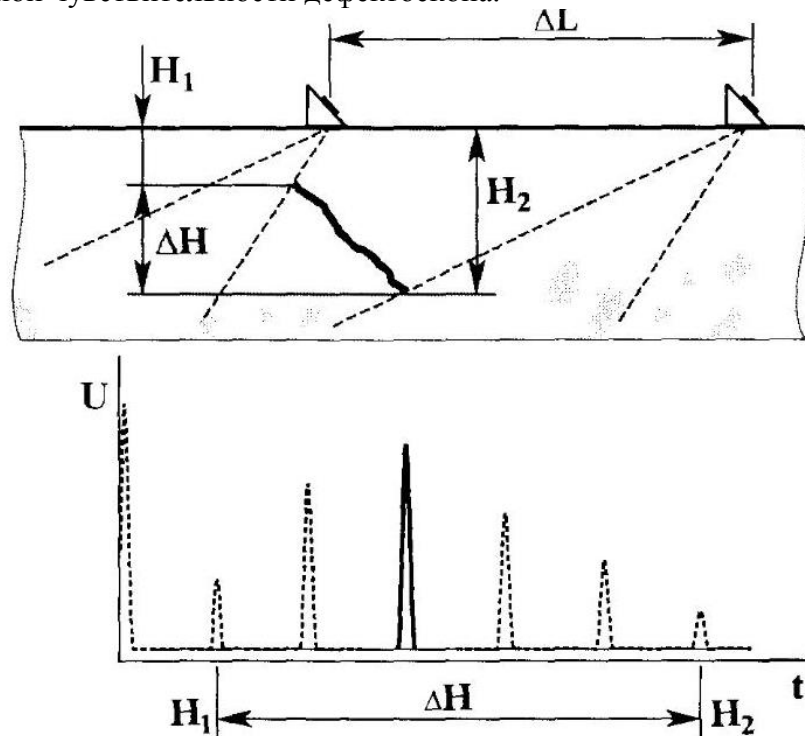


Рис. 39. Измерение условного размера ΔL и условной высоты ΔH дефекта.

Условная высота ΔH дефекта – это разность показаний дефектоскопа, снятых при тех же положениях ПЭП, при которых измерялся условный размер ΔL (рис.39).

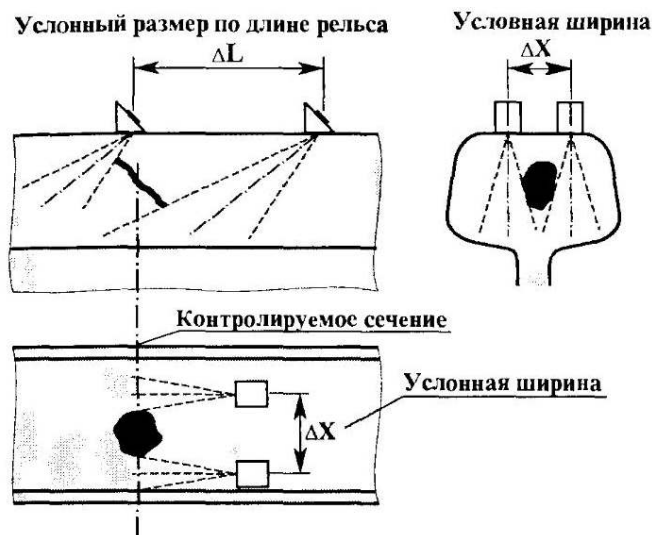


Рис. 40. Измерение условной ширины ΔX дефекта в головке рельса.

Условная ширина ΔX дефекта (мм) измеряется по длине зоны между крайними положениями ПЭП, перемещаемого вдоль контролируемого сечения (рис. 40).

Крайними положениями ПЭП при измерениях условных размеров ΔL , ΔH и ΔX считают положения, при которых амплитуда эхо-сигнала от выявленного дефекта уменьшается до уровня срабатывания автоматического сигнализатора дефектоскопа, настроенного и соответствии с требованиями нормативной документации на контроль конкретного изделия.

1.4.7. Теневой метод ультразвукового контроля.

Теневой метод одним из первых стал применяться для ультразвукового контроля металлоизделий. Излучатель ультразвуковых волн **И**, изделие и приемник **П** образуют «акустический тракт». Решение о состоянии проверяемого изделия выносится по уровню принятого сигнала **U** (на электродах приемного ПЭП **П**). Если на пути ультразвуковых волн от излучателя до приемника нет препятствий (несплошностей), отражающих или рассеивающих ультразвуковые волны, то уровень принятого сигнала максимален. Этот уровень резко уменьшается или падает до нуля, если в изделии есть несплошность **Д** (рис.41). Решение выносится при соблюдении требований к условиям обеспечения стабильного акустического контакта обоих искателей с контролируемым изделием.

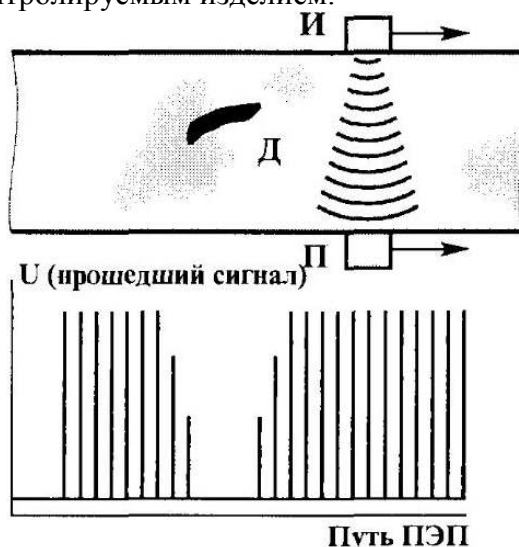


Рис.41. Теневой метод ультразвукового контроля.

В отличие от эхо-метода, теневой метод имеет высокую помехоустойчивость и слабую зависимость амплитуды от угла ориентации дефекта. Недостатком метода является

требование двухстороннего доступа к изделию. Естественно, это условие не может быть выполнено при контроле рельсов в пути. Кроме того, серьезным недостатком теневого метода является наличие значительных погрешностей показаний прибора, регистрирующего уровень прошедшего сигнала (из-за нестабильности акустического контакта обоих преобразователей с контролируемой деталью). Теневым методом не дает информации о расположении (координатах) обнаруженной несплошности. По этим причинам данный метод в дефектоскопии деталей железнодорожного транспорта имеет ограниченное применение.

1.4.8. Зеркально-теневой метод ультразвукового контроля.

Зеркально-теневой метод, как видно из рис.42 не требует двухстороннего доступа к изделию.

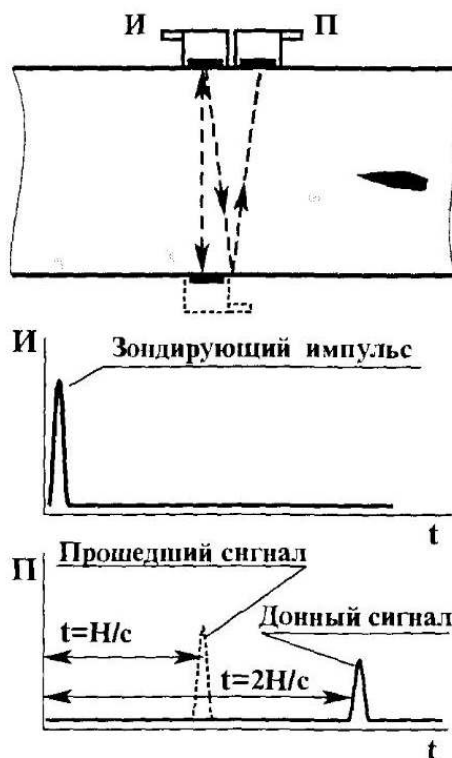


Рис.42. Переход от теневого метода ультразвукового контроля к зеркально-теневому.

При этом признаком обнаружения дефекта служит ослабление амплитуды сигнала, отраженного от противоположной поверхности. Ее обычно называют донной поверхностью, а эхо-сигнал, отраженный от этой поверхности - донным сигналом.

Как видно из рис.42 зеркально-теневой метод (ЗТМ) ультразвукового контроля реализуется, если перенести приемный пьезоэлектрический преобразователь, реализующий теневой метод, с донной поверхности на поверхность сканирования изделия и наблюдать за уровнем (амплитудой) дважды прошедшего через изделие сигнала (от поверхности ввода до донной поверхности и обратно).

Естественно, временное положение донного сигнала относительно зондирующего импульса в два раза превышает временное положение прошедшего сигнала при теневом методе.

Как и при реализации эхо-метода, для ЗТМ в качестве излучателя и приемника ультразвуковых колебаний могут использоваться:

- два рядом расположенных пьезопреобразователя в отдельных корпусах (как на рис. 42), при этом преобразователи работают в **раздельном режиме**;

- две пьезопластины размещены в одном корпусе, причем приемная и передающая пьезопластины обычно отделяются электроакустическим экраном. Такой пьезопреобразователь называют **раздельно-совмещенным (РС) ПЭП** (рис.43);

Реализация ЗТМ с помощью преобразователей, работающих в различных режимах:

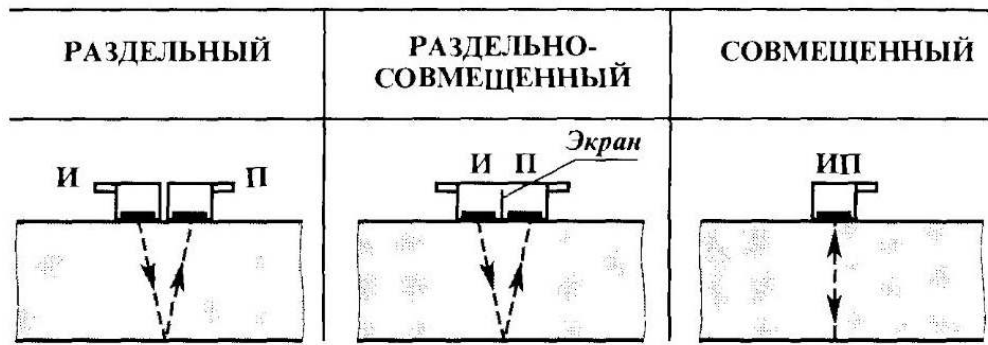


Рис. 43. Реализация зеркально-теневого метода.

- одна пьезопластина, осуществляющая поочередное излучение и прием ультразвуковых колебаний. Такой режим работы называют совмещенным, а пьезопреобразователь – совмещенным ПЭП.

В рельсовой дефектоскопии, ввиду простоты реализации, чаще всего применяют преобразователи, работающие в **совмещенном** режиме, реже – в **раздельно-совмещенном** (РС) и весьма редко – в **раздельном** режиме излучения-приема ультразвуковых колебаний.

Зеркально-теневой можно реализовывать как с помощью прямых (осуществляющих ввод ультразвуковых колебаний нормально к поверхности сканирования), так и наклонных ПЭП (рис.44).

Ввод акустических колебаний

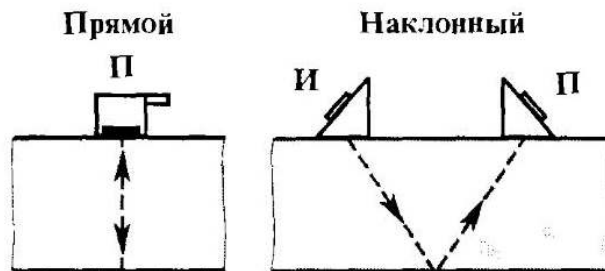


Рис.44. Способы ввода акустических колебаний при ЗТМ контроля изделий

В съемных дефектоскопах и при ручном контроле железнодорожных рельсов при реализации ЗТМ в основном применяют прямые ПЭП.

При любом способе контроля амплитуда донного эхо-импульса в процессе перемещения искателя несколько меняется из-за нарушений акустического контакта и падает при обнаружении дефекта (рис. 45).

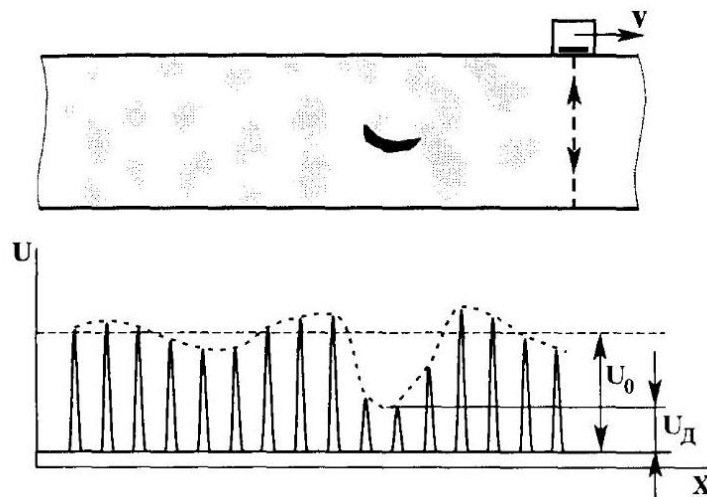


Рис. 45. Схема перемещения преобразователя и картина изменения амплитуды U донного эхо-сигнала при различных положениях X преобразователя

Поэтому при любом способе реализации зеркально-теневого метода контроля признаком обнаружения дефекта является уменьшение донного сигнала в определенное, наперед заданное число раз. Чем крупнее дефект, тем существеннее ослабление донного импульса, вызываемое этим дефектом.

Величина ослабления донного импульса может быть оценена коэффициентом ослабления K_c , равным

$$K_c = U_d / U_0$$

где U_0 – амплитуда донных импульсов при отсутствии дефекта;

U_d – амплитуда тех же донных импульсов при расположении дефекта в зоне ультразвукового пучка.

При достаточной мощности зондирующих колебаний ультразвуковой луч может пробегать по толщине рельса несколько раз. В результате принимается серия донных импульсов (до 12!), амплитуда которых уменьшается по экспоненциальному закону по мере увеличения порядкового номера отражений (рис.46).

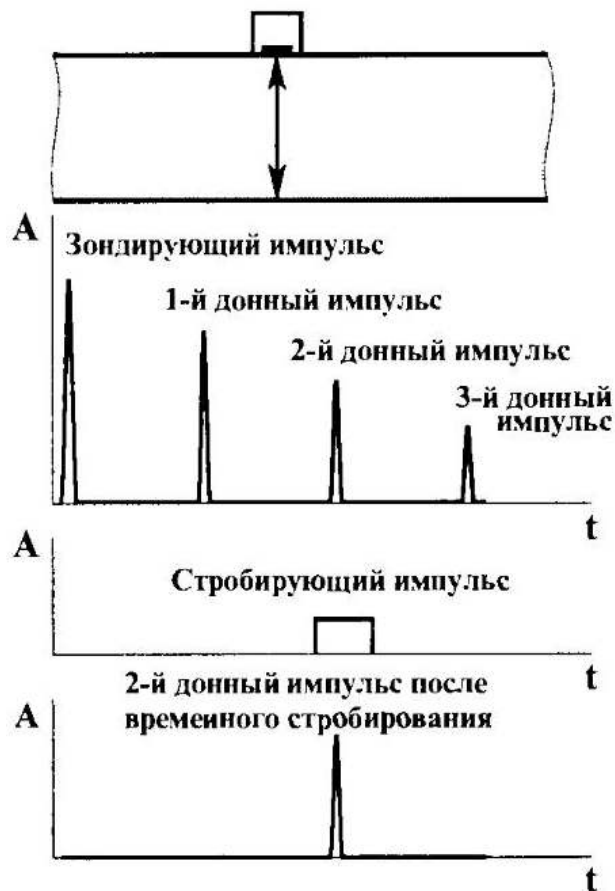


Рис. 46. Образование многократно отраженных донных сигналов.

При сплошном контроле рельсов с помощью дефектоскопных тележек производят анализ изменения амплитуд первого или второго донного сигналов. Выделение донного сигнала производят с помощью стробирующего импульса.

Величина ослабления K_c , вызываемого одним и тем же дефектом, будет различной при различных способах контроля. Для количественной оценки выявляемости дефектов используют обычно коэффициент ослабления при контроле по первому донному импульсу. Этот коэффициент называют коэффициентом выявляемости дефекта и обозначают K_d .

Величина коэффициента K_d изменяется в пределах от 0 до 1 и тем меньше, чем больше дефект. Для дефектов, размеры которых существенно меньше длины волны, $K_d = 1$; если дефект полностью перекрывает ультразвуковой пучок, то $K_d = 0$. Таким образом, по величине коэффициента выявляемости в некоторых случаях можно оценивать размеры дефекта (рис.47). Выявляемость дефекта тем лучше, то есть чувствительность тем больше, чем существеннее ослабление донного импульса, по которому ведется контроль.

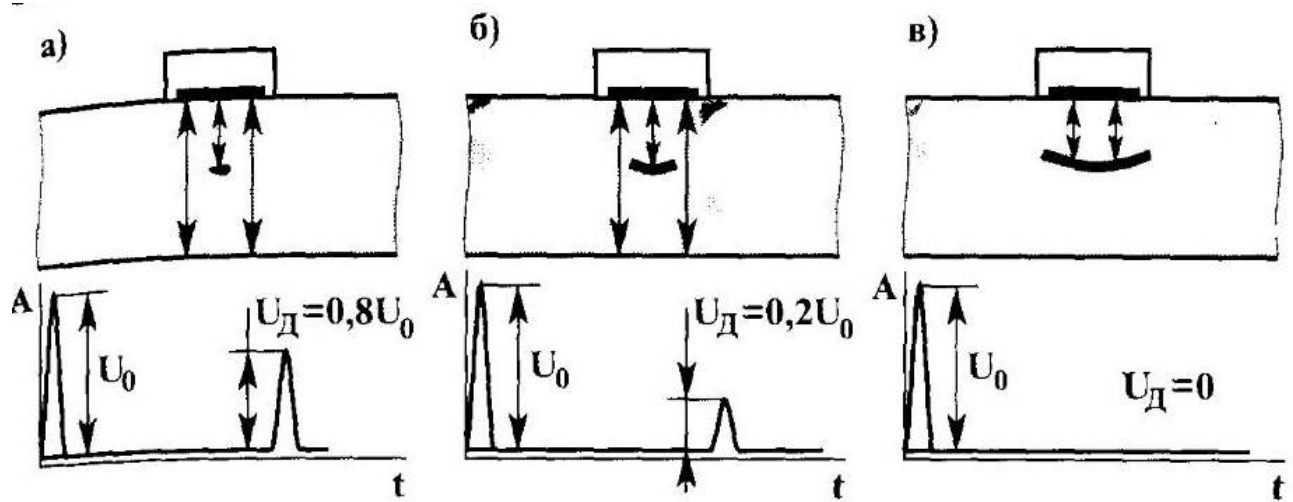


Рис.47. Влияние размера дефекта на коэффициент выявляемости K_d .

Таким образом, зеркально-теневой метод является одним из основных способов, применяемых для обнаружения дефектов в виде вертикальных расслоений в шейке и подошве рельса.

Как было отмечено выше ЗТМ не требует двухстороннего доступа к изделию, однако этим методом Можно контролировать только плоскопараллельные объекты.

При реализации зеркально-теневого метода анализируют только амплитуду (первого или второго) донного сигнала, выделяя его достаточно узким стробирующим импульсом (рис. 48).



Рис.48. Выделение донного сигнала.

При этом возможные эхо-сигналы от дефектов в толще изделия не рассматриваются.

1.4.9. Зеркальный метод ультразвукового контроля.

При поиске дефектов, ориентированных перпендикулярно к поверхности сканирования, например, некоторых контактно-усталостных трещин в головке рельсов (код дефекта 21.1-2), контроль одним наклонным преобразователем не всегда дает достаточно надежные показания. Это связано с тем, что ультразвуковой луч, падая на дефект, в основном зеркально отражается от его плоскости и практически не возвращается на излучаемый ПЭП (рис.49).

Для повышения эффективности обнаружения вертикально ориентированных поперечных трещин рекомендуется дополнить эхо-метод ультразвукового контроля **зеркальным** методом. Он реализуется при прозвучивании изделия двумя ПЭП, которые размещены на поверхности сканирования таким образом, чтобы фиксировать одним ПЭП сигнал, излучаемый другим ПЭП.

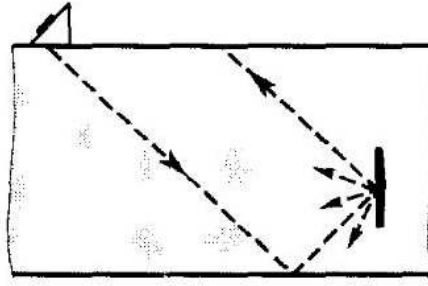


Рис.49. Отражение ультразвуковых колебаний от вертикально-ориентированной трещины.

Сигнал переотражаясь от противоположной поверхности изделия и от плоскости дефекта, поступает на приемную пьезопластину (рис.50).

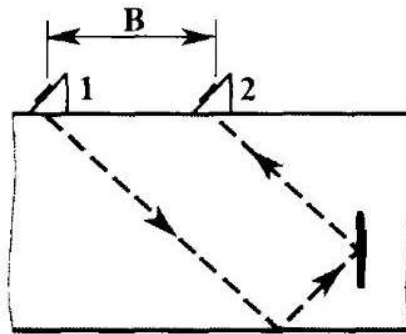


Рис.50. Иллюстрация зеркального метода контроля.

В простейшем случае в дополнение к первому ПЭП, работающему в обычном режиме излучения-приема, на определенном расстоянии B от него устанавливают второй ПЭП, который может работать только в режиме приема зеркально отраженных от плоскости дефекта сигналов (рис.50). В общем случае каждый из ПЭП может работать в режиме излучения и в режиме приема.

Расстояние B между двумя ПЭП выбирают, исходя из условия наилучшего озвучивания зоны вероятного образования дефектов. При контроле толстостенных изделий базовое расстояние B периодически меняют, озвучивая всю толщину изделия.

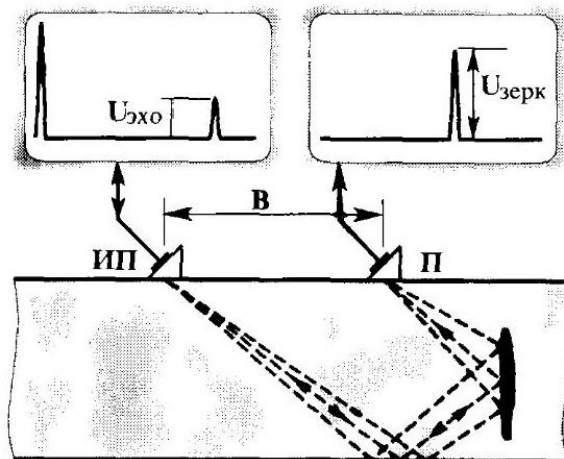


Рис.51. Процесс формирования сигналов при зеркальном методе ультразвукового контроля.

При контроле тонкостенных изделий допустимо размещение ПЭП на определенном фиксированном расстоянии друг от друга ($B=const$). При этом, благодаря раскрытию ультразвукового пучка (диаграммы направленности), общей зоной, охватываемой двумя взаимопересекающимися диаграммами направленности, озвучивался практически все сечение изделия.

1.4.10. Дельта-метод ультразвукового контроля.

Данный метод использует явление дифракции волн на дефекте. Излучающий пьезопреобразователь озвучивает дефект поперечной ультразвуковой волной (рис.52).

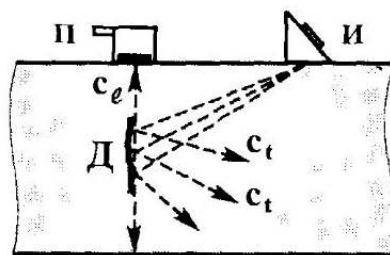


Рис. 52. Схема установки ПЭП при реализации дельта-метода ультразвукового контроля. Излучатель И, приемник П и дефект Д как бы образуют повернутую греческую букву Δ «дельта»

Часть падающего на плоскость дефекта ультразвукового пучка зеркально отражается от дефекта в виде поперечной волны c_t . Другая часть дифрагирует (рассеивается) в виде поперечной волны или трансформируется (преобразуется) в виде продольной волны c_l .

Наиболее интенсивно дифракция возникает на острых краях дефектов, например, на краях усталостных трещин.

Дифрагированная продольная волна может быть принята прямым ПЭП, размещенным над трещиной.

Признаком наличия дефекта является появление эхо-импульса на ПЭП П с амплитудой U_{il} .

Амплитуда U_{il} сигнала дифрагированной волны (при прочих равных условиях) зависит от угла θ (тета) между направлением падающей на плоскость дефекта поперечной волны c_t и направлением принимаемой продольной волны c_l .

В целях распознавания конфигурации дефекта по амплитуде U_{il} дифрагированной волны в изделиях с плоскопараллельными поверхностями применяют озвучивание под углом к поверхности изделия плоскости дефекта прямым ($m=0$) и однократно отраженным ($m=1$) лучом (рис.53).



Рис.53. Процедура реализации дельта-метода при измерениях амплитуд дифрагированной волны для распознавания конфигурации дефекта.

При озвучивании прямым лучом угол $\theta = \alpha$, а однократно отраженным лучом – $\theta = 180^\circ - \alpha$. Измеряя максимальные амплитуды сигналов дифрагированной волны при озвучивании

прямым U_{llo} и однократно-отраженным U_{lll} лучами по их соотношению χ (χ_i) = U_{llo}/U_{lll} делаются попытки распознавания конфигурации дефектов и разделения их на:

- **плоскостные** (трещины);
- **округлые** (поры, шлаковые включения);
- **полуплоскостные** (поры с трещиной).

В связи с тем, что реализация дельта-метода требует использования двух ПЭП (наклонного и прямого), а процедура измерения весьма трудоемка, метод используют только в экспертных ситуациях. Данный метод хотя и предусмотрен новым ГОСТом на ультразвуковой контроль рельсов, но практического применения в рельсовой дефектоскопии в настоящее время еще не нашел.

1.5. Стандартные образцы, используемые при неразрушающем контроле рельсов.

Стандартные образцы применяют для обеспечения единства измерений, проверки основных параметров при:

- аттестации и проверке работоспособности ПЭП;
- метрологической поверке ультразвуковых дефектоскопов;
- настройке ультразвукового дефектоскопа на заданный режим работы для контроля конкретного изделия.

На железнодорожном транспорте наибольшее распространение получили стандартные образцы СО-1 (СО-1Р), СО-2 и СО-3 (СО-3Р).

1.5.1. Стандартный образец СО-1.

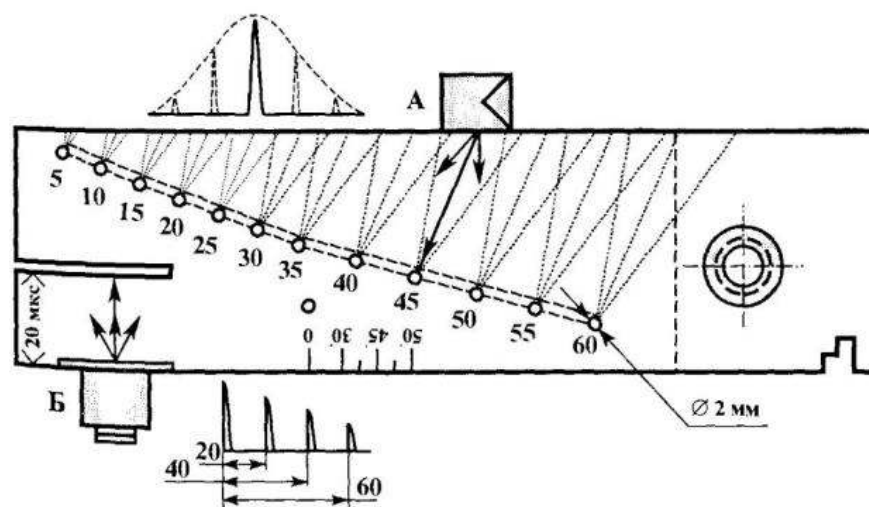


Рис.54. Стандартный образец СО-1: А – положение преобразователя при определении условной чувствительности; Б – то же при проверке глубиномера дефектоскопа.

Стандартный образец СО-1, изготовленный из органического стекла с заданными акустическими свойствами, используется для настройки дефектоскопов на заданную условную чувствительность, выражаемую в миллиметрах. Глубина расположения эталонных отражателей диаметром 2 мм для определения условной чувствительности указана в миллиметрах на образце около каждого отражателя. Исходящие от отражателей линии соответствуют углам падения волны (углу призмы пьезопреобразователя, выполненной из органического стекла), равным 30°, 40° и 50°.

Проверку глубиномера дефектоскопов осуществляют путем измерения интервалов времени между зондирующим и донными импульсами, отраженными от прорези длиной 70 мм, которая находится на расстоянии 27 мм от рабочей плоскости паза в образце. Интервал времени между зондирующим и первым донным импульсами, а также между любыми двумя

последующими донными импульсами должен составлять **20 мкс**.

Концентрические отверстия и ступенчатый выступ на образце **СО-1** позволяют оценить разрешающую способность по лучу (по дальности) при контроле наклонным и прямым Преобразователями, а шкала со стороны Б предназначена для определения угла призмы наклонных ПЭП с призмой из органического стекла.

1.5.2. Стандартный образец СО-1Р.

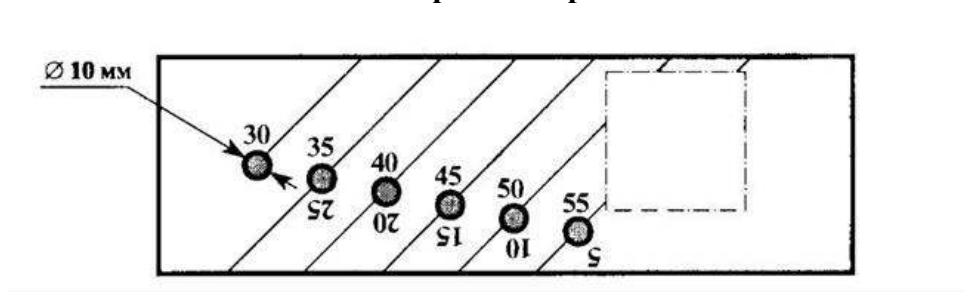


Рис.55. Стандартный образец СО-1Р.

Стандартный образец **СО-1Р**, изготовленный из органического стекла с заданными акустическими свойствами, используется для тех же целей, что и стандартный образец **СО-1**, но только при настройке рельсовых дефектоскопов на заданную условную чувствительность, выражаемую в миллиметрах.

СО-1Р отличается от **СО-1** тем, что в нем отверстия имеют диаметр в пять раз больше, чем в **СО-1** (**10 мм** вместо **2 мм**). Это сделано для строгого взаимного соответствия этих образцов, так как глубины залегания соответствующих отверстий в них различны. Кроме того, количество отверстий в **СО-1Р** в два раза меньше, чем в **СО-1**, так как одно и то же отверстие при озвучивании его с разных рабочих поверхностей может использоваться для настройки на две разные чувствительности, например, на условные чувствительности **20 мм** и **40 мм** или **15 мм** и **45 мм** и т. д.

1.5.3. Стандартный образец СО-2.

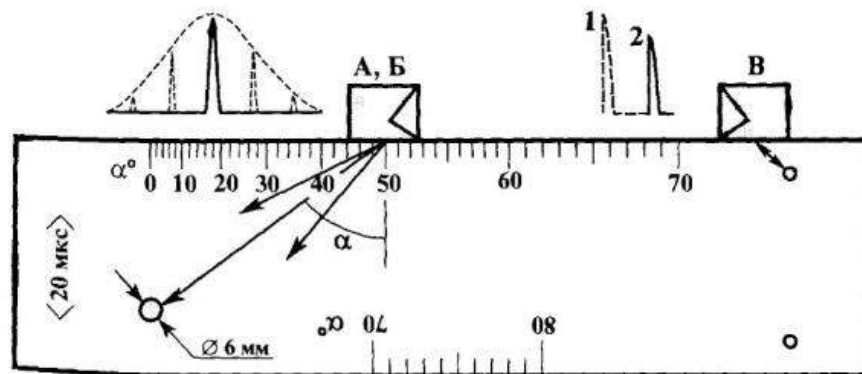


Рис.56. Стандартный образец СО-2:

А – положение преобразователя при определении угла ввода луча; Б – то же при определении условной чувствительности в децибелах; В – то же при определении «мертвой» зоны: 1 – зондирующий импульс; 2 – эхо-сигнал от отверстия диаметром 2 мм на глубине 8 мм.

Стандартный образец **СО-2**, изготовленный из стали **Ст20** или **Ст3**, используется:

- для измерения угла ввода луча;
- при проверке глубиномера дефектоскопов путем измерения интервалов времени между зондирующим и донным импульсами при расположении прямого преобразователя на

рабочей поверхности образца. Интервал времени между зондирующим и первым донным импульсами и между любыми двумя последующими донными импульсами должен составлять **20 мкс**;

– при проверке «мертвой» зоны дефектоскопа с преобразователем, настроенным на заданную условную чувствительность;

– для настройки дефектоскопов на заданную условную чувствительность, измеряемую в децибелах.

Измерение угла ввода луча и настройку дефектоскопа на заданную условную чувствительность выполняют по эхо-импульсам от отражателя диаметром **6 мм** на глубине **44 мм**. Для проверки «мертвой» зоны дефектоскопа с преобразователем в образце **СО-2** высверлены отверстия диаметром **2 мм** на глубинах **3,6** и **8 мм**.

1.5.4. Стандартный образец СО-3.

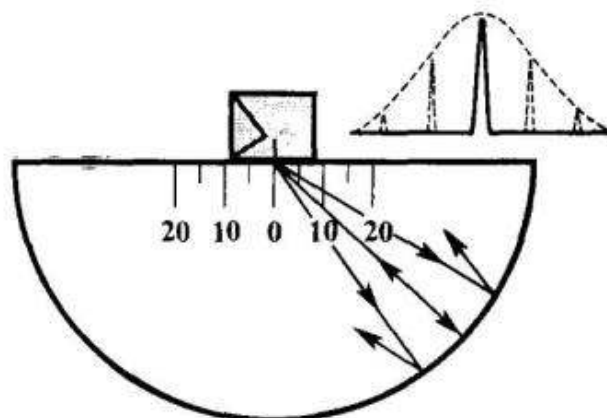


Рис.57. Стандартный образец СО-3.

Стандартный образец **СО-3**, изготовленный из стали **Ст20** или **Ст3**, используется для определения точки выхода луча и направления акустической оси наклонного преобразователя. Ноль шкалы на образце совпадает с геометрическим центром полуокружности образца.

1.5.5. Стандартный образец СО-3Р.

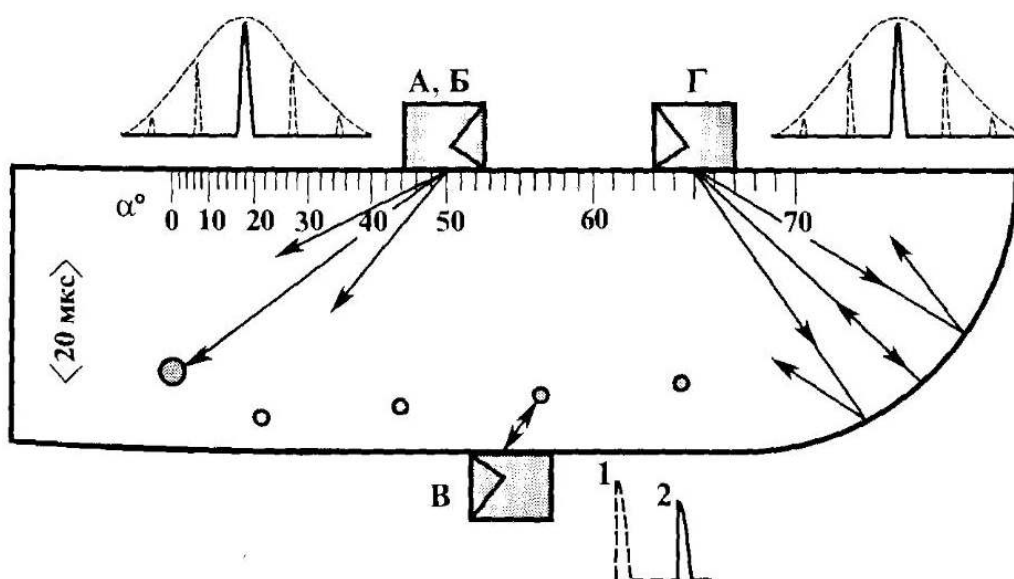


Рис.58. Стандартный образец **СО-3Р**: А, Б – положение преобразователя соответственно при определении угла ввода луча и условной чувствительности; В – то же при определении «мертвой» зоны: 1 – зондирующий импульс; 2 – эхо-сигнал от отверстия диаметром **2 мм** на глубине **8 мм**; Г – то же при определении точки выхода луча.

Стандартный образец **СО-3Р**, изготовленный из стали **Ст20** или **Ст3**, практически объединяет возможности **СО-2** и **СО-3** и используется:

- для определения точки выхода луча;
- для измерения угла ввода луча;
- при проверке глубиномера дефектоскопа путем измерения интервалов времени между зондирующим и донным импульсами при расположении прямого преобразователя на рабочей поверхности образца. Интервал времени между зондирующим и первым донным импульсами и между любыми двумя последующими донными импульсами должен составлять **20 мкс**;
- при проверке «мертвой» зоны дефектоскопа с преобразователем, настроенным на заданную условную чувствительность;
- для настройки дефектоскопов на заданную условную чувствительность, измеряемую в децибелах.

1.6. Настройка параметров контроля.

1.6.1. Определение точки выхода луча ПЭП.

Под **точкой выхода** луча понимают точку пересечения акустической оси ультразвукового луча с контактной поверхностью преобразователя (рис. 59, 60).

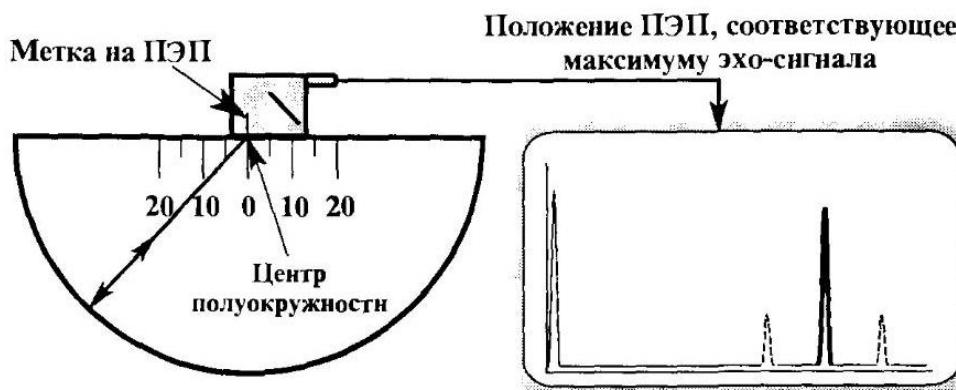


Рис.59. Определение точки выхода луча ПЭП на стандартном образце **СО-3**.

Положение точки выхода луча на призме (корпусе) преобразователя проверяют по стандартному образцу **СО-3** (рис.59) или стандартному образцу **СО-3Р** (рис.60) . Перемещая преобразователь по рабочей поверхности образца, выбирают такое его положение, при котором амплитуда эхо-сигнала от вогнутой цилиндрической поверхности наибольшая. В этом случае точка выхода луча совпадает с геометрическим центром полуокружности в образце **СО-3** или **СО-3Р**. Если метка, обозначающая точку выхода луча, не соответствует действительному положению последней (или отсутствует), то на призму (корпус) преобразователя следует нанести новую метку.

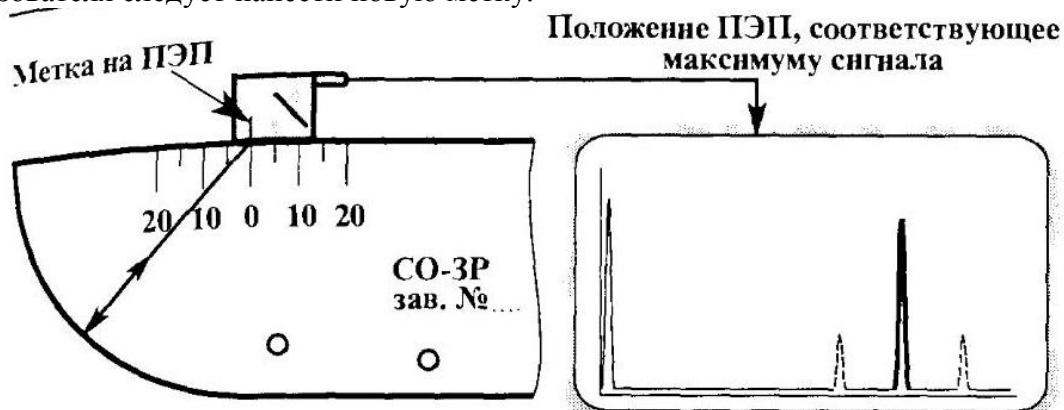


Рис.60. Определение точки выхода луча ПЭП на стандартном образце **СО-3Р**.

При определении точки выхода луча следует также убедиться, что максимальная амплитуда эхо-сигнала соответствует положению преобразователя, при котором его боковые грани (плоскости) параллельны боковым плоскостям стандартного образца СО-3 или СО-ЗР или риска на корпусе круглого резонатора (вставки) преобразователя совпадает с продольной осью образца.

Расстояние между точкой ввода луча и передней гранью корпуса наклонного ПЭП называется **стрелой преобразователя** и обозначается буквой n (рис.61).

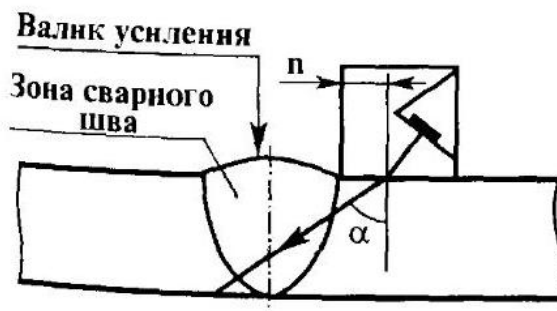


Рис. 61. Расположение ПЭП при контроле сварного шва.

Этот параметр весьма важен при ультразвуковом контроле сварных соединений с валиком усиления. Чем меньше стрела преобразователя, тем ближе при проверке качества сварки можно приблизить ПЭП к зоне сварного шва. Для используемых на практике ПЭП $n = 9-15$ мм.

1.6.2. Определение угла ввода луча ПЭП.

Под **углом ввода луча α** понимают угол между нормалью к поверхности, на которой установлен преобразователь, и линией, соединяющей центр цилиндрического отражателя с точкой выхода луча при установке преобразователя в положение, при котором амплитуда эхо-сигнала от отражателя наибольшая.

Угол ввода луча измеряют по стандартному образцу СО-2 или стандартному образцу СО-ЗР (рис.62).

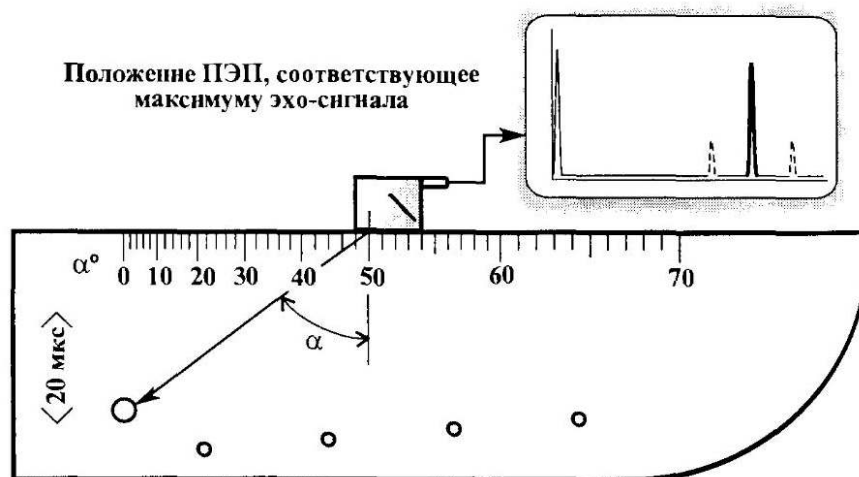


Рис.62. Определение угла α ввода луча на стандартном образце СО-ЗР.

Угол ввода отсчитывают по шкале стандартного образца против метки, обозначающей точку выхода луча, при установке преобразователя в положение, соответствующее максимальной амплитуде эхо-сигнала от отверстия диаметром **6 мм** на глубине **44 мм**. Например, измеренный угол ввода луча для преобразователя с углом призмы **40°** должен быть равен **50°±2°**.

Если измеренное значение угла ввода луча не соответствует требуемому, то преобразователь должен быть сдан в ремонт.

1.6.3. Определение «мертвой зоны».

Под «мертвой» зоной понимают область контролируемого изделия (рельса), прилегающую к контактной поверхности, дефекты в которой не выявляются при заданной условной чувствительности дефектоскопа с преобразователем.

«Мертвая» зона при контроле наклонным ПЭП обуславливается в основном:

- уровнем реверберационных шумов в призме ПЭП;
- согласованностью акустических сопротивлений материала призмы и контролируемого металла;
- длительностью зондирующего импульса;
- настройкой приемного тракта дефектоскопа.

Величину «мертвой» зоны определяют минимальной глубиной расположения цилиндрического отверстия диаметром 2 мм, выполненного в СО-2 или в СО-3Р.

Например, при контроле сварных стыков рельсов «мертвая» зона не должна превышать:

Для ПЭП с $\alpha = 65^\circ$ - 3 мм;

Для ПЭП с $\alpha = 50^\circ$ - 8 мм.

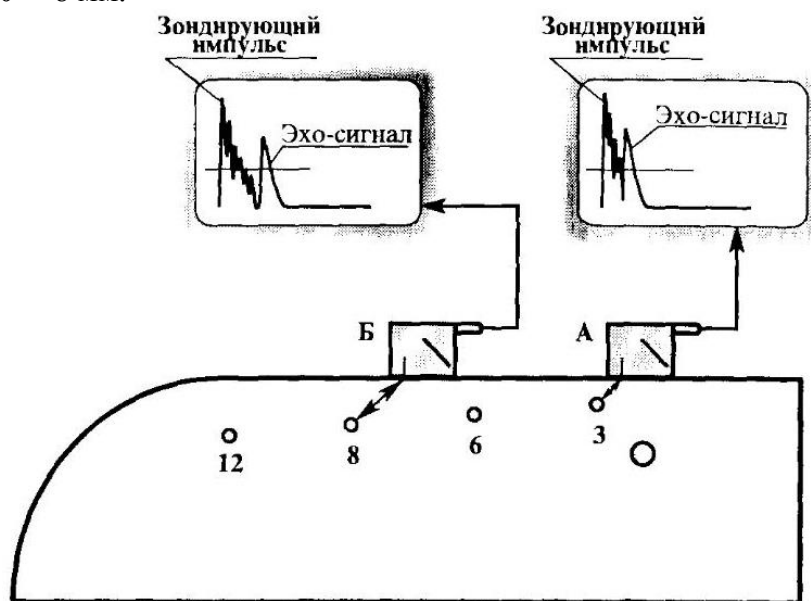


Рис.63. Проверка «мертвой» зоны на СО-3Р:

А – эхо-сигнал от отверстия на глубине 3 мм сливается с зондирующим импульсом, $M > 3$ мм;

Б – эхо-сигнал от отверстия на глубине 8 мм наблюдается отдельно от зондирующего импульса, $M < 8$ мм.

1.6.4. Определение точности работы глубиномера.

Точность работы глубиномера оценивается погрешностью измерения известного интервала времени между двумя донными эхо-сигналами.

Точность работы глубиномера дефектоскопа проверяют по стандартным образцам СО-1, СО-2 или СО-3Р измерением интервалов времени между донными эхо-сигналами при прозвучивании образца прямым преобразователем в направлении, указанном стрелкой «20 мкс». Точность работы глубиномера считают удовлетворительной, если измеренные при помощи глубиномера по шкале «мкс» интервалы между донными эхо-сигналами составляют 20 ± 2 (рис.64).

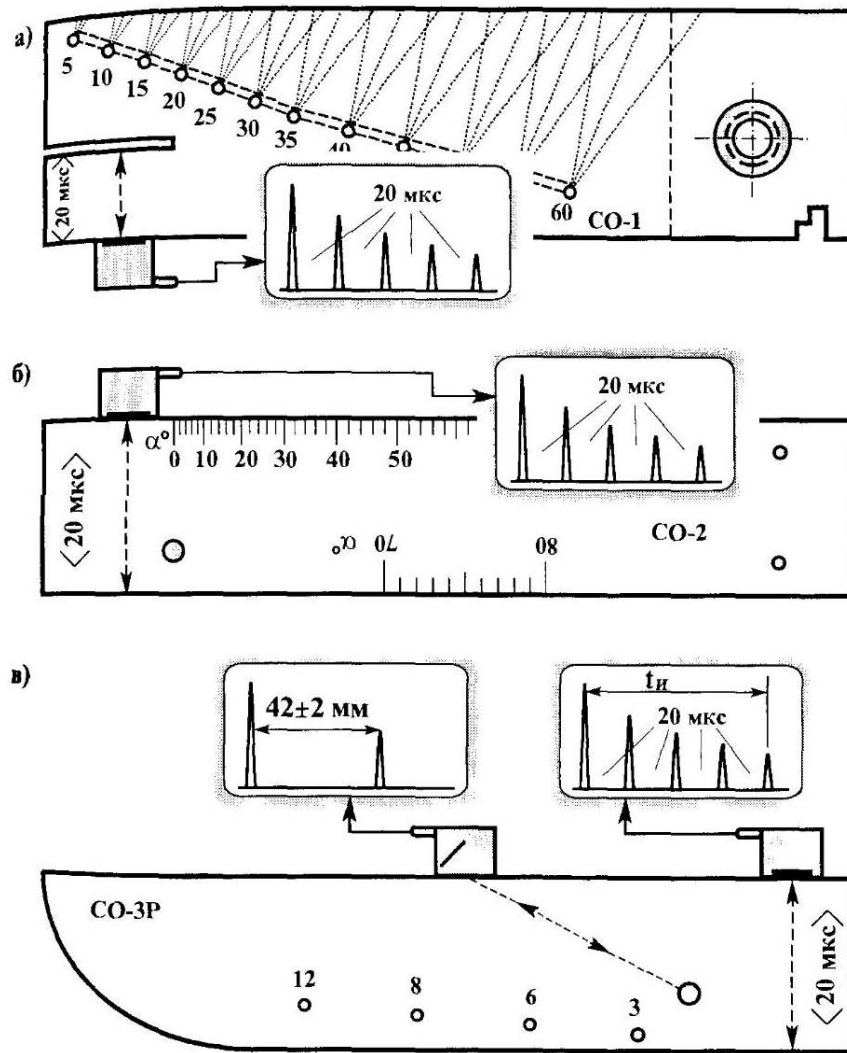


Рис.64. Проверка точности работы глубиномера дефектоскопа:
а и б – с помощью прямого ПЭП ($\alpha = 0^\circ$) на СО-1 (а) и на СО-2 (б); в – с помощью наклонного ПЭП ($\alpha = 40-70^\circ$) на СО-3Р. Изменения на СО-2 – аналогичны.

Обычно по СО-1 фиксируют не менее двух ($n = 2$) эхо-сигналов от прорези, а по СО-2(Р) или СО-3Р – не менее пяти ($n = 5$) эхо-сигналов.

Погрешность глубиномера (в процентах) вычисляется по формуле:

$$A_r = [(t_u - 20 \cdot n) / 20 \cdot n] \cdot 100$$

Точность работы глубиномера дефектоскопа с наклонным ПЭП проверяют по стандартному образцу СО-2 (или СО-3Р) путем выявления наклонным преобразователем отверстия диаметром 6 мм. Точность работы глубиномера считают удовлетворительной, если измеренное при помощи преобразователя ($\alpha = 40...65^\circ$) значение координаты глубины залегания составляет $H = 42 \pm 2$ мм (рис. 64, в).

1.6.5. Определение условной чувствительности.

Цель настройки чувствительности – установление такого усиления в акустическом тракте дефектоскопа, которое обеспечивает надежную регистрацию эхо-сигналов от дефектов минимально допустимого для данного изделия размера.

Под условной чувствительностью дефектоскопа с преобразователем понимают чувствительность, характеризуемую размерами и глубиной залегания выявляемых искусственных отражателей, выполненных в образце из материала с определенными акустическими свойствами.

Условную чувствительность K^l_y в миллиметрах дефектоскопа с преобразователем с

углом призмы β устанавливаются при помощи ручек (кнопок) «Ослабление, дБ» - такой, чтобы уверенно выявлялись индикатора дефектоскопа отверстия на глубине от 5 до 45 мм в стандартном образце СО-1 (исходном). При этом регулятор «ВРЧ» дефектоскопа должен находиться в положении, обеспечивающем требуемую «мертвую зону».

В зависимости от угла ввода ультразвуковых колебаний требуемая максимальная глубина залегания уверенно выявляемого отверстия в СО-1 может быть различной, например:

а) при сплошном контроле головки рельса с ПЭП с углом ввода ультразвуковых колебаний 60 (58)° условную чувствительность требуется устанавливать равной 35 мм, т. е. органы регулировки чувствительности дефектоскопа необходимо установить так, чтобы в СО-1(Р) уверенно выявлялись все отверстия, залегающие на глубине от 5 до 35 мм. В то же время эхо-сигналы от отверстий на глубине 40 мм и более не должны вызывать срабатывания индикаторов (звукового, светового) дефектоскопа (рис.65);

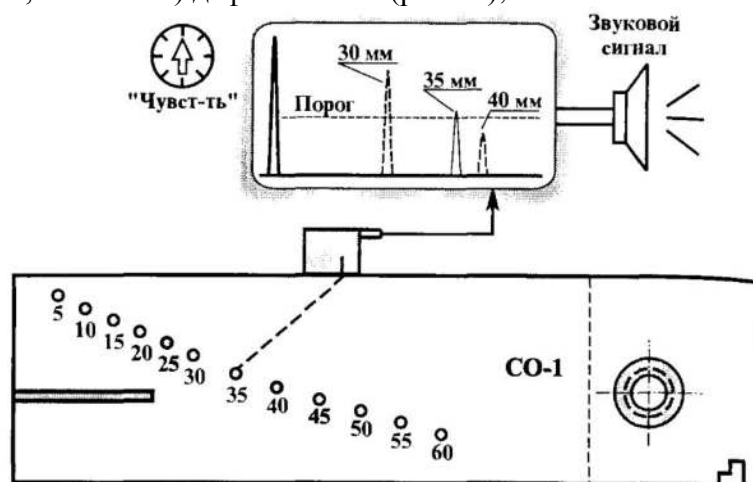


Рис.65. Пример настройки дефектоскопа на условную чувствительность $K_y^l = 35$ мм.

б) при контроле сварных стыков рельсов с ПЭП с углом ввода ультразвуковых колебаний 50 ° условная чувствительность должна быть равна 45 мм (рис.66).

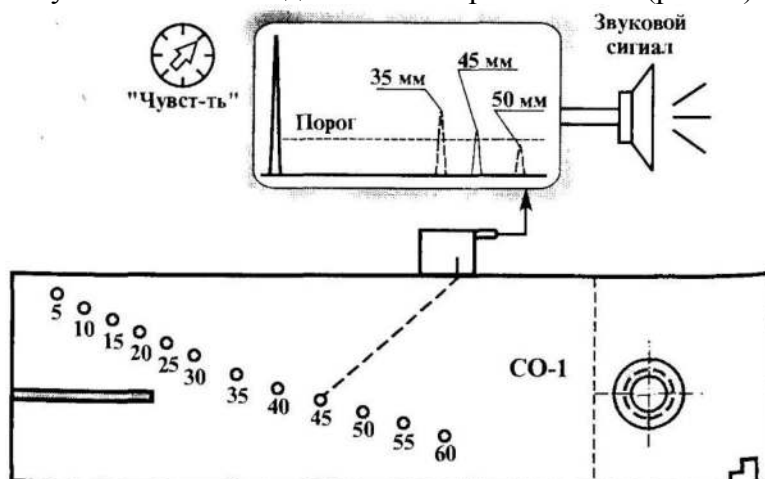


Рис.66. Пример настройки дефектоскопа на условную чувствительность $K_y^l = 45$ мм.

Уверенно выявляемыми отверстиями в стандартном образце СО-1 следует считать такие, амплитуда эхо-сигнала от которых обеспечивает четкое срабатывание звукового или светового индикаторов в соответствующих дефектоскопах. Ручка «Отсечка» независимо от типа дефектоскопа должна быть установлена в положение минимально возможной отсечки сигналов, при котором на экране дефектоскопа еще не наблюдаются искажения развертки и шумы из призмы преобразователя.

При контроле железнодорожных рельсов с помощью съемных дефектоскопных тележек анализ эхо-сигналов осуществляют в определенной временной зоне – в зоне селекции. Звуковой индикатор дефектоскопа будет срабатывать только тогда, когда эхо-сигнал попадает в зону селекции.

При использовании для настройки чувствительности такого дефектоскопа стандартного образца **СО-1** с цилиндрическими отверстиями диаметром **2 мм** эхо-сигналы от отверстий, по которым необходимо настроить дефектоскоп при контроле головки рельса (**35, 40 мм**), находятся вне зоны селекции (рис.67). Это затрудняет, а в линейных условиях - делает невозможным использование **СО-1** для настройки чувствительности дефектоскопа.

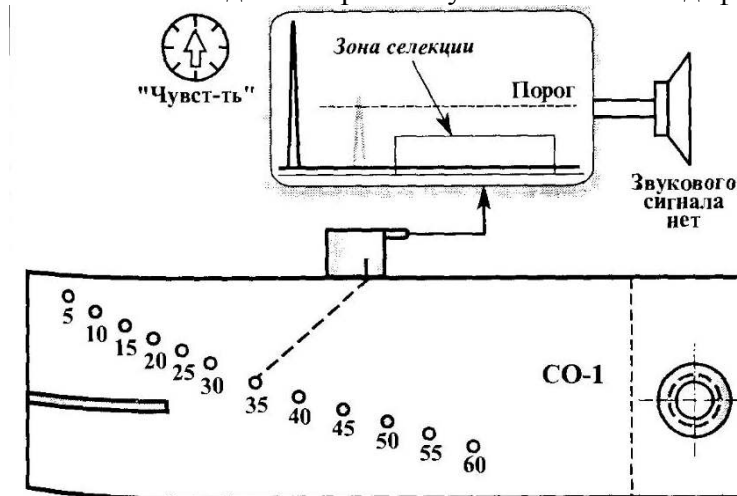


Рис.67. Иллюстрация невозможности настройки чувствительности рельсового дефектоскопа по стандартному образцу **СО-1**.

Поэтому специально для настройки рельсовых дефектоскопов разработан стандартный образец **СО-1Р** (рельсовый). Для эталонирования чувствительности при контроле рельсов эхо-методом следует применять именно этот специализированный стандартный образец **СО-1Р** (рис.68).

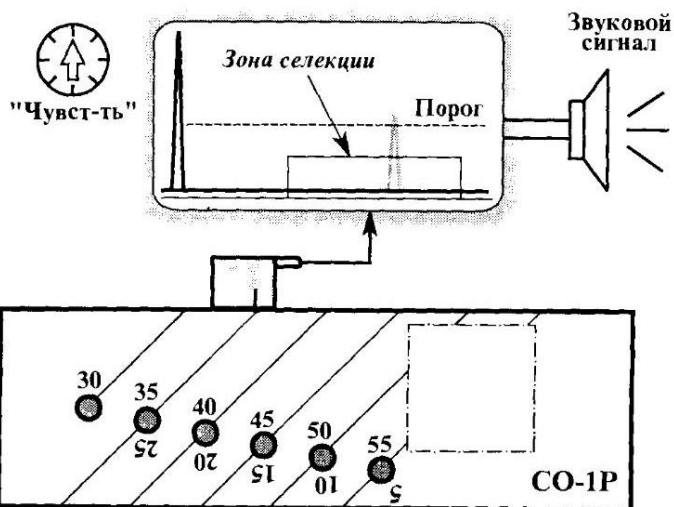


Рис.68. Настройка чувствительности рельсового дефектоскопа по стандартному образцу **СО-1Р**.

Условная чувствительность K^2 , в децибелах (дБ) по стандартному образцу **СО-2** или **СО-3Р** выражается разностью в дБ между показанием аттенюатора (устройство для ослабления электрических и электромагнитных колебаний) при данной настройке дефектоскопа и показанием, при котором цилиндрическое отверстие диаметром **6 мм** в стандартном образце **СО-2** или **СО-3Р** на глубине **44 мм** фиксируется индикаторами дефектоскопа.

При контроле дефектоскопом, имеющим калиброванный регулятор, т. е. аттенюатор, настройку чувствительности необходимо осуществлять с помощью **СО-2** или **СО-3Р**.

В виду важности операции настройки дефектоскопа на заданную условную чувствительность как одного из основных параметров контроля, непосредственно влияющего на его достоверность, рассмотрим последовательность выполнения настройки дефектоскопа на заданную условную чувствительность в децибелах.

1.6.6. Определение минимального условного размера дефекта, фиксируемый при заданной скорости контроля.

Минимальный условный размер дефекта ΔL_{min} фиксируется при заданной скорости сканирования.

Как при реализации эхо-, так и зеркально-теневого методов во многих дефектоскопах индикаторы дефектоскопа срабатывают не мгновенно после появления (или исчезновения — при ЗТМ) одного эхо-сигнала, а только после приема определенного, заранее заданного числа N эхо-сигналов (или пропадания N донных сигналов) (рис.69, 70).

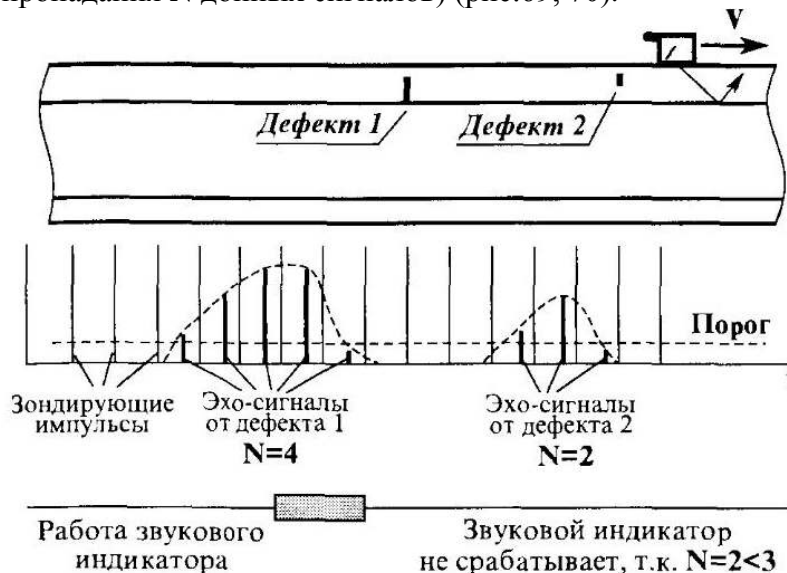


Рис.69. Влияние размера дефекта на его выявляемость при эхо-методе и при $N=3$.

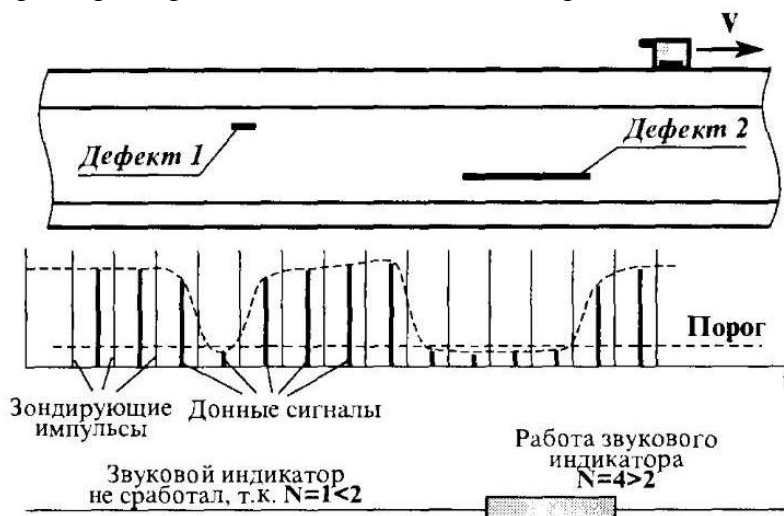


Рис.70. Влияние размера дефекта на его выявляемость при ЗТ методе и при $N=2$.

Это позволяет исключить ложные срабатывания индикаторов дефектоскопа от всякого рода кратковременных помех.

Число N характеризует инерционность индикатора. Скорость сканирования V не должна превышать значения, при котором за время озвучивания дефектов, подлежащих выявлению, на регистратор поступит не менее N сигналов от каждого дефекта.

При установленных:

- скорости сканирования V ,
- частоте посылок зондирующих импульсов F ,
- инерционности индикатора N

дефектоскопом будут фиксироваться только те дефекты, условная протяженность ΔL вдоль рельса которых будет равна или превышать

$$\Delta L_{min} = (N/F) \cdot V$$

Минимальный условный размер дефекта, фиксируемого индикатором дефектоскопа при заданной скорости сканирования, определяют экспериментально на образце рельса с моделью дефекта или специальной радиотехнической аппаратурой, имитирующей сигналы от дефектов с заданным условным размером.

При контроле рельсов дефектоскопными тележками считается достаточным, если при рабочей скорости (примерно 4 км/ч) в рельсе уверенно обнаруживаются отверстия от контактных соединителей диаметром 6-10 мм (рис.71).

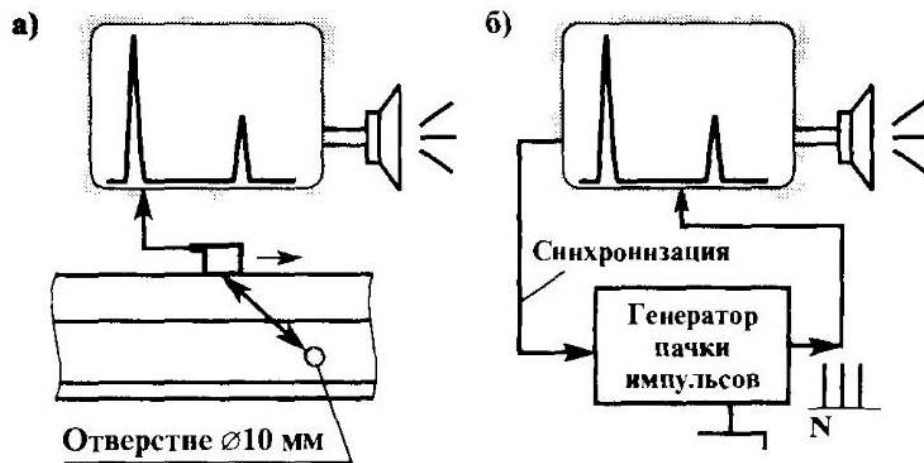


Рис.71. Экспериментальное определение минимального условного размера дефекта: а – на образце рельса; б – на имитирующей аппаратуре.

1.6.7. Определение частоты возбуждаемых ультразвуковых колебаний.

Частота f возбуждаемых ультразвуковых колебаний определяет длину ультразвуковой волны λ и является одним из основных параметров, обеспечивающих воспроизводимость результатов контроля. С другой стороны, требования к стабильности частоты f при ультразвуковом контроле рельсов достаточно мягкие (допускается отклонение от номинальной частоты $f_0 \pm 10\%$) и, как правило, на практике выполняются. В процессе контроля рельсов принятая частота ультразвуковых колебаний $f_0 = 2,5$ МГц остается неизменной.

В то же время процесс измерения частоты f ультразвуковых колебаний дефектоскопа требует использования радиоизмерительной аппаратуры – генератора задержки и осциллографа (рис.72).

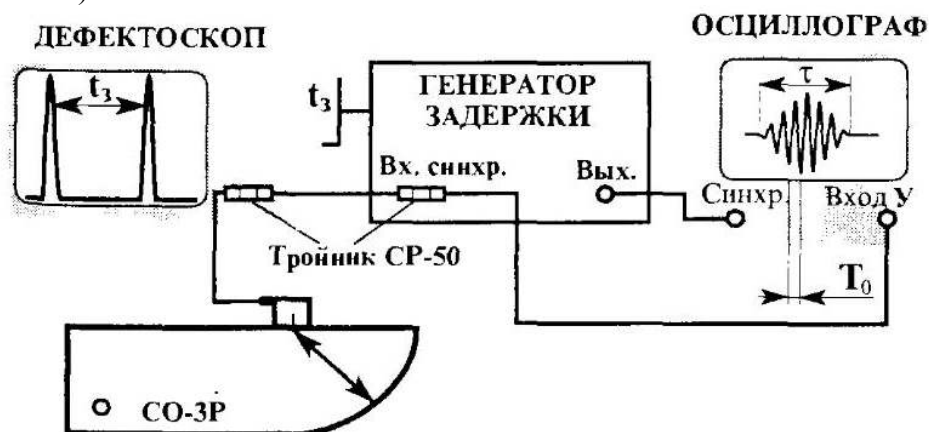


Рис.72. Схема измерения частоты f и длительности τ ультразвукового импульса дефектоскопа.

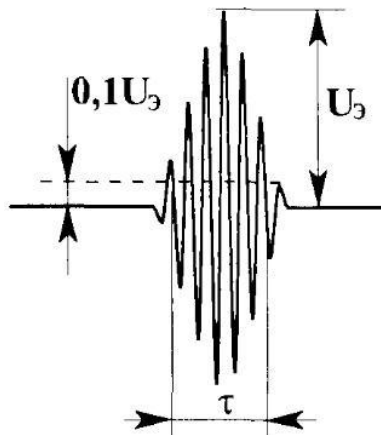
Измерив осциллографом среднее значение периода колебаний T_0 в эхо-сигнале, легко определить искомую рабочую частоту

$$f=1/T_0.$$

1.6.8. Определение длительности зондирующего импульса.

Длительность зондирующего импульса τ ($\tau_{\text{ау}}$) определяет длительность эхо-сигнала от дефекта и влияет на число интерферирующих между собой отдельных эхо-сигналов от отражателя с диффузной поверхностью. Естественно это сказывается на реальной чувствительности контроля. Длительность импульса измеряется на установке, предназначенной для определения частоты (рис.72).

Длительность эхо-сигнала измеряют на уровне **0,1** амплитуды импульса. В дефектоскопах для контроля рельсов значение длительности составляет **4 – 5 мкс**.



Чем больше длительность зондирующего импульса, тем больше «мертвая» зона и хуже разрешающая способность дефектоскопа. С другой стороны, при слишком коротком импульсе мощность излучаемых колебаний недостаточна и, как следствие, глубина прозвучивания изделия и чувствительность контроля – малы.

Также, как и частота f ультразвуковых колебаний, длительность зондирующего импульса τ в основном проверяется только в условиях дорожной лаборатории дефектоскопии через каждые 6 месяцев.

1.6.9. Контроль головки рельса.

Головка является наиболее нагруженной зоной рельса. Особенно большие нагрузки испытывает участок рельса со стороны рабочей грани, так как именно на этот участок передается силовое воздействие колес подвижного состава. Наиболее опасными из дефектов являются поперечные трещины в виде темных (21.1-2) и светлых (20.1-2) пятен, так как они могут привести к хрупкому излому рельса под проходящим поездом

Для выявления дефектов в головке рельсов во всех эксплуатируемых дефектоскопах используют эхо-импульсный метод ПЭП с углом ввода ультразвукового луча $\alpha = 60^\circ$ ($\alpha = 58^\circ$).

При этом для прицельного озвучивания зоны головки рельса со стороны рабочей грани ПЭП поворачивают относительно продольной оси на угол $\gamma = 32 - 34^\circ$, реализуя так называемую схему «змейка» (рис.73).

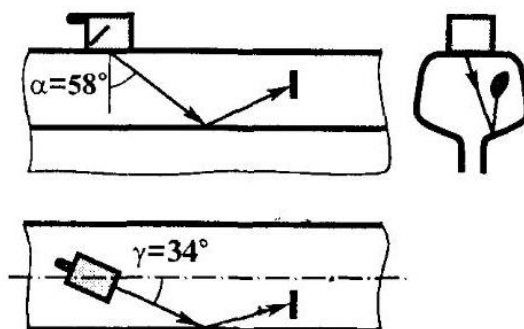


Рис.73. Углы ввода (α) и разворота (γ) ультразвуковых колебаний в головку рельса.

В зависимости от преимущественного направления движения поездов по данному участку пути поперечные трещины в головки рельса могут иметь отклонения от вертикальной ориентации на $15 - 18^\circ$. Для надежного обнаружения дефектов различной ориентации в съемных двухниточных дефектоскопах при контроле головки рельса используют два идентичных пьезопреобразователя, направленных по и против хода движения поездов (тележки) (рис.74).

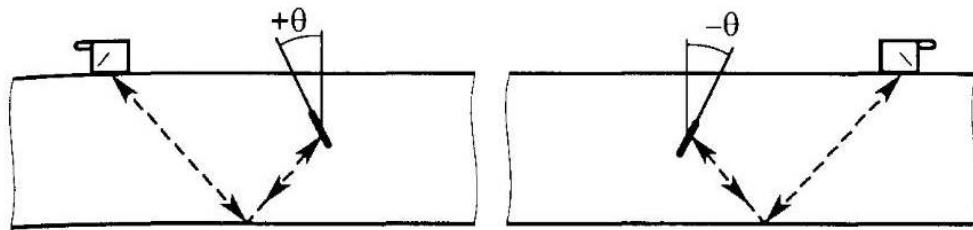


Рис.74. Обнаружение различно ориентированных дефектов в головке рельсов.

Таким образом, для обнаружения различно ориентированных поперечных трещин в головке рельса необходимо иметь два ПЭП, излучающих в противоположных направлениях. Поэтому искательные системы всех эксплуатируемых двухниточных содержат пару противоположно направленных наклонных ПЭП, излучающих ультразвуковые колебания в рельс под углом $\alpha = 58^\circ$ и развернутых в сторону рабочей грани на угол $\gamma = 34^\circ$ относительно продольной оси рельса (рис.75).

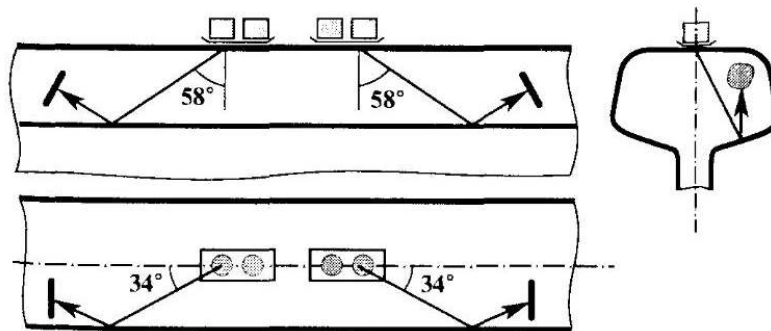


Рис.75. Искательная система двухниточного дефектоскопа с парой ПЭП $\alpha = 58^\circ$ для обнаружения различно ориентированных дефектов в головке рельса.

Для обнаружения **поперечных трещин в головке** рельса применяется наклонный преобразователь с углом ввода ультразвуковых колебаний в рельс $\alpha = 70^\circ$, направленных вдоль продольной оси ($\gamma = 0^\circ$) (рис.76).

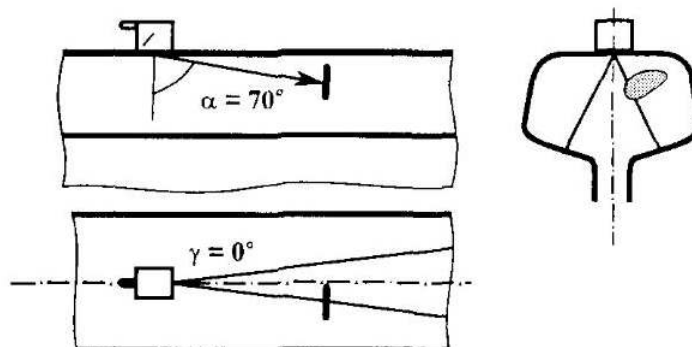


Рис.76. Озвучивание поперечной трещины в головке рельса с помощью ПЭП $\alpha = 70^\circ$.

По существу он реализует традиционную схему прозвучивания, без «ультразвукового калибра» (отсутствует второй ПЭП $\alpha = 0^\circ$), с заменой одного из наклонных ПЭП ($\alpha = 58^\circ$) на новый ПЭП с $\alpha = 70^\circ$, развернутый вдоль оси рельса ($\gamma = 0^\circ$) (рис.77).

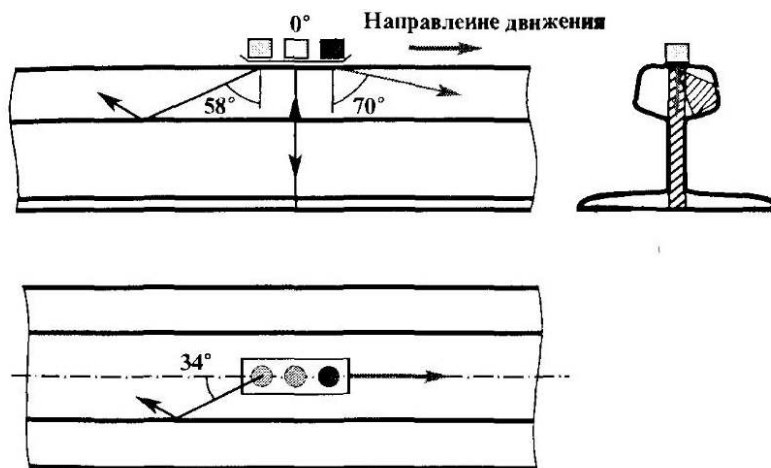


Рис.77. Искательная система с ПЭП $\alpha = 70^\circ$.

На некоторых участках пути дефекты в виде поперечных трещин в головке рельса могут развиваться со стороны **нерабочей грани**. Для этого первый (по ходу движения дефектоскопа) наклонный ПЭП в искательной системе разворачивают на 34° относительно продольной оси рельса в сторону рабочей грани (рис.78).

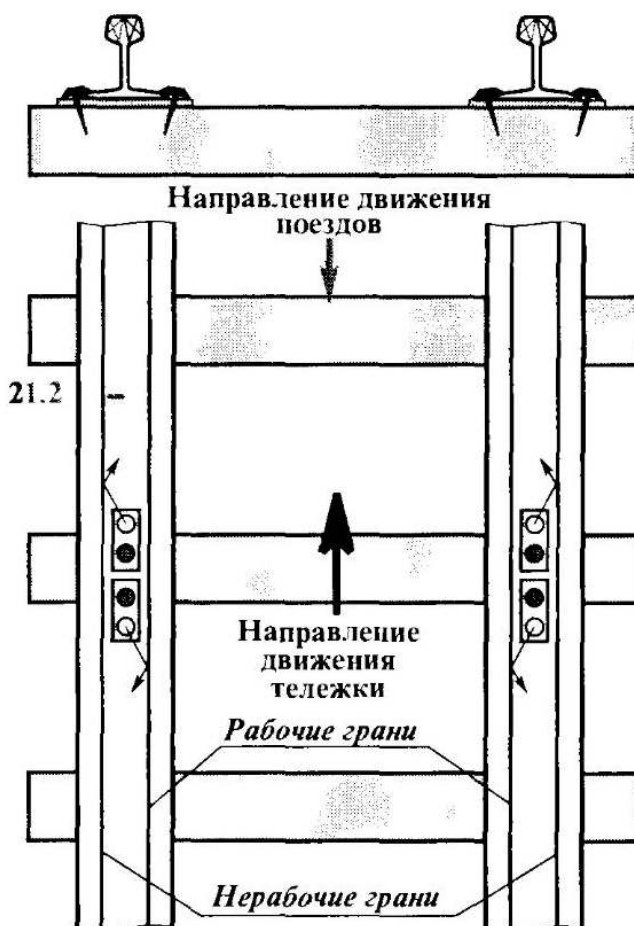


Рис.78. Схема прозвучивания для выявления дефектов второй группы у рабочей грани головки рельса.

Сечения головки рельса, неоднородности которых дают звуковые сигналы в эхо-каналах при проходе дефектоскопной тележкой, должны проверяться ручным ПЭП с измерением координат обнаруженных дефектов. Перед контролем необходимо настроить чувствительность ручного канала. Участок рельса, по которому будет перемещаться ручной ПЭП (в пределах **200 мм** по обе стороны от дефектного места), очищают от грязи, ржавчины или мазута и протирают ветошью. Затем выполняют тщательный визуальный осмотр с

помощью зеркала, фонаря и лупы с целью выявления поверхностных дефектов, повреждений или неровностей, которые могут служить очагами зарождения трещины. Для обеспечения надежного акустического контакта очищенную поверхность обильно смачивают контактирующей жидкостью (водой раствором спирта зимой, минеральным маслом). Ручной ПЭП устанавливают на подготовленную поверхность так, чтобы ультразвуковые колебания распространялись в направлении предполагаемого дефекта, по возможности перпендикулярно его плоскости. Поиск дефекта ведут путем возвратно-поступательного перемещения ПЭП вдоль контролируемой зоны, непрерывно поворачивая его на угол $10 - 30^\circ$ (рис.79).

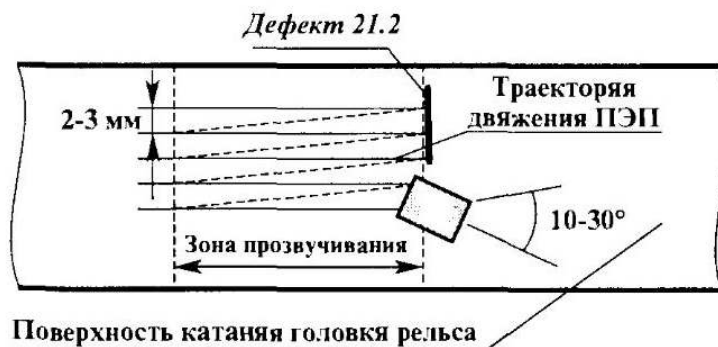


Рис.79. Схема сканирования при уточнении координат обнаруженного дефекта с помощью ручного ПЭП.

Перемещение ПЭП должно быть таким, чтобы обеспечивалось прозвучивание перпендикулярного сечения рельса центральным лучем ПЭП с шагом $2 - 3$ мм, а скорость перемещения не превышала бы 100 мм/с.

Для надежного обнаружения дефектов следует каждую контролируемую зону прозвучивать с двух сторон сечения, в котором предполагается дефект.

1.6.10. Контроль шейки и подошвы рельса.

Зона основного металла рельса – это зона между болтовыми и сварными стыками.

Наиболее характерными дефектами шейки рельса (рис.80) с ее продолжением в подошву рельса являются:

- 50.2 (расслоение шейки);
- 52.2 (трещина в зоне сопряжения головки с щеткой рельса);
- 55 (поперечная трещина в шейке);
- 60 (волосовины, выколы части подошвы);
- 69 (трещины и коррозия подошвы).

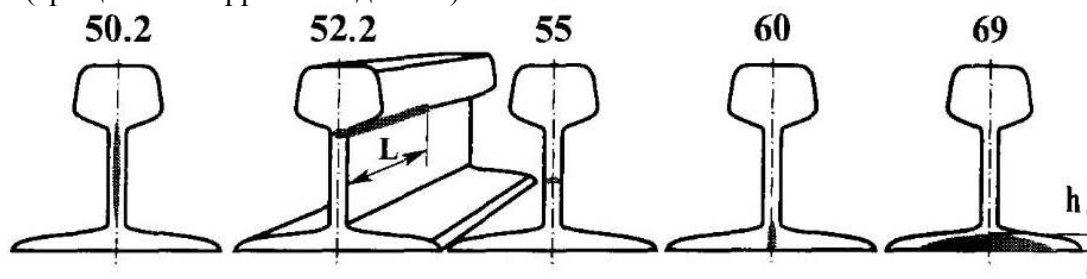


Рис.80. Наиболее характерные дефекты в шейке рельса.

Выявление дефектов в шейке и подошве рельса применяется зеркально-теневой метод контроля, реализуемый с помощью прямого ПЭП ($\alpha = 0^\circ$), работающего в совмещенном режиме (рис.81).

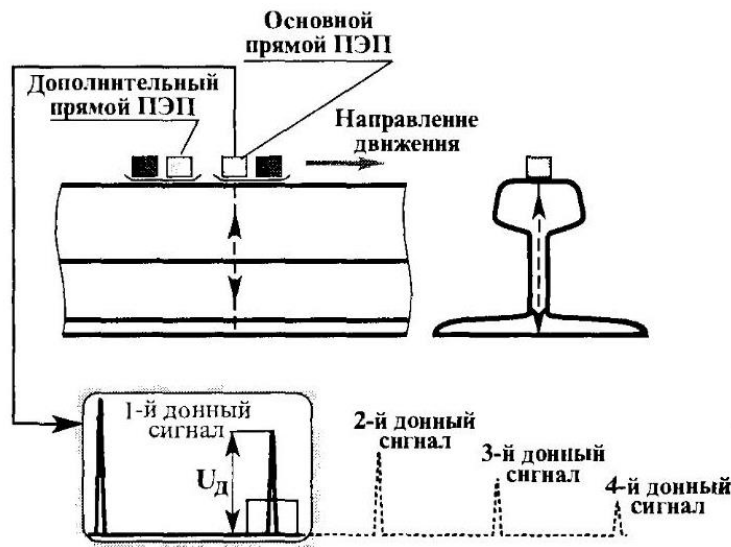


Рис. 81. Реализация зеркально-теневого метода при сплошном контроле рельсов: первый по ходу движения дефектоскопа прямой ПЭП – основной, служит для сплошного контроля рельсов, второй (дополнительный) – подключается кнопкой и образует с основным «ультразвуковой калибр».

При этом, как было отмечено выше, анализируется амплитуда донного сигнала, находящегося по времени в заранее выставленном стробирующем импульсе. О наличии дефекта судят по уменьшению амплитуды донного сигнала ниже заданного порога.

Для работы по зеркально-теневого методу необходимо ручкой «Тип рельса» дефектоскопа добиться совмещения строб-импульса с донным сигналом (рис.82).

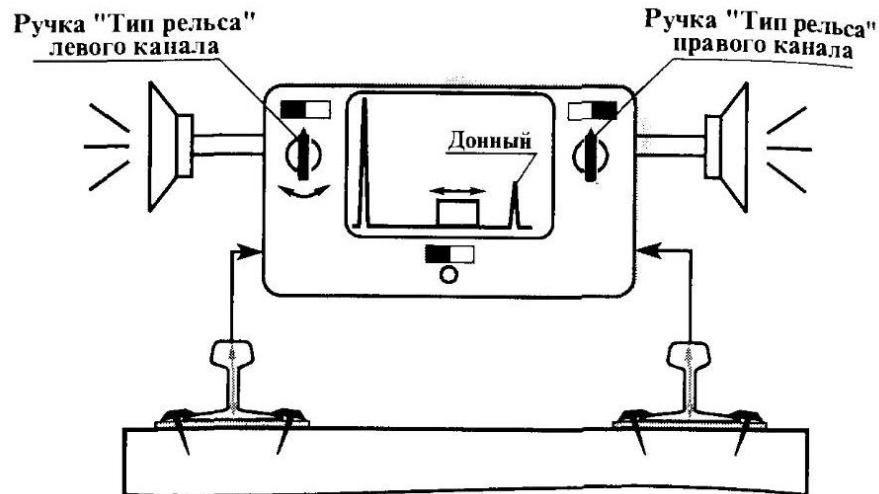


Рис.82. Корректировка положения строб-импульса при настройке на определенный тип рельса. При совпадении по времени строба и донного сигнала звук в телефонных наушниках исчезнет.

Коэффициент выявляемости реальных дефектов в рельсах, определяемый как отношение амплитуды донного сигнала над дефектом U_{δ} к амплитуде донного сигнала на бездефектном участке рельса в зависимости от ориентации и размеров дефекта, может иметь значения от 0 (при полном перекрытии ультразвукового пучка дефектом) до 0,6 (при частичном перекрытии пучка или рассеянии ультразвуковых колебаний).

$$K_{\delta} = U_{\delta} / U_0$$

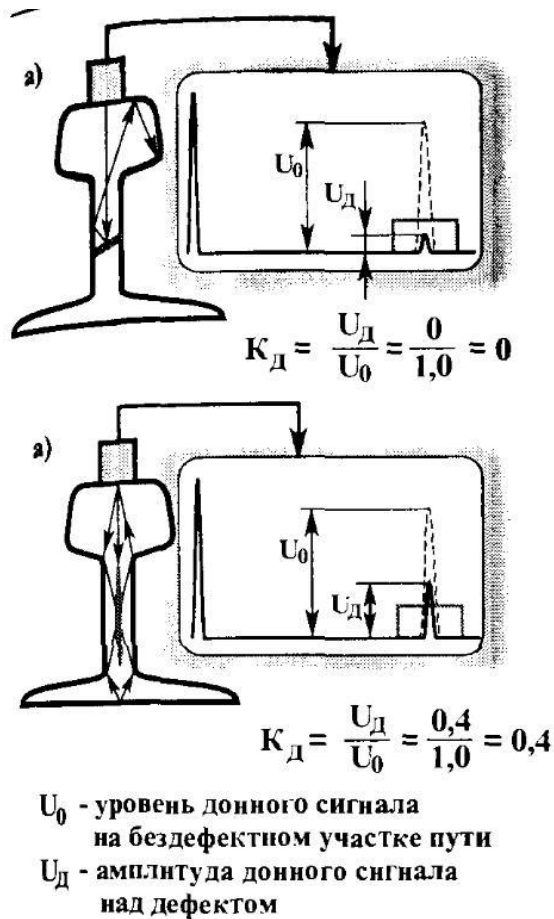


Рис.83. Коэффициент выявляемости дефектов: а – код 55; б – код 50.

Этот метод является единственным, позволяющим обнаруживать дефекты кодов **50** и **60** в виде вертикальных продольных расслоений, существенно рассеивающих ультразвуковые колебания, но практически не отражающих волну в направлении к ПЭП (рис.83).

Уменьшение донного сигнала может произойти не только из-за наличия трещины в рельсе, но и из-за других факторов, по существу являющихся помехами для зеркально – теневого метода ультразвукового контроля (рис.84).

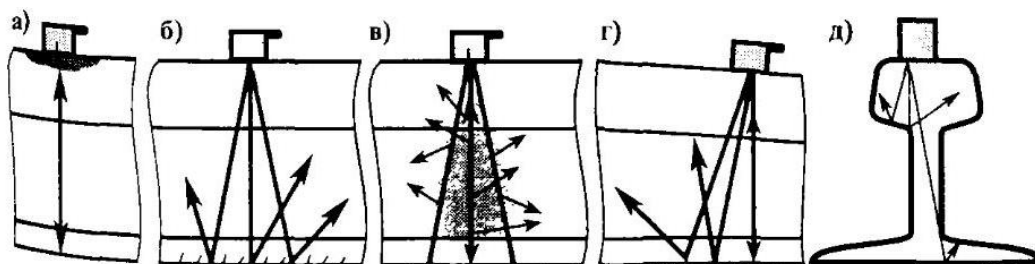


Рис.84. Иллюстрация причин, вызывающих помехи при зеркально-теневом методе: а – нарушение акустического контакта; б – изменение отражающих свойств донной поверхности; в – локальное изменение структуры (например, сварной стык); г – непараллельность поверхности; д – поперечное смещение ПЭП.

Поэтому при срабатывании звукового индикатора прямого канала в первую очередь необходимо проверить центровку искательной системы. Если центровка блоков ПЭП нарушена (это часто бывает на кривых участках пути), необходимо отрегулировать положение ПЭП относительно продольной оси рельса. Эту операцию целесообразно производить при включенном экране ЭЛТ, визуально контролируя нахождение блоков ПЭП и устанавливая их в положение, соответствующее максимум донного сигнала (рис.85).

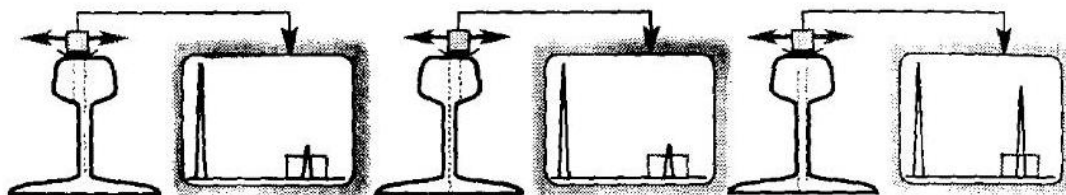


Рис.85. Центровка акустических блоков дефектоскопа относительно продольной оси рельса.

Для повышения достоверности контроля в некоторых случаях применяют анализ не первого, а второго донного сигнала, более чувствительного к внутренним дефектам в рельсах и менее чувствительного к помехам (рис.86).

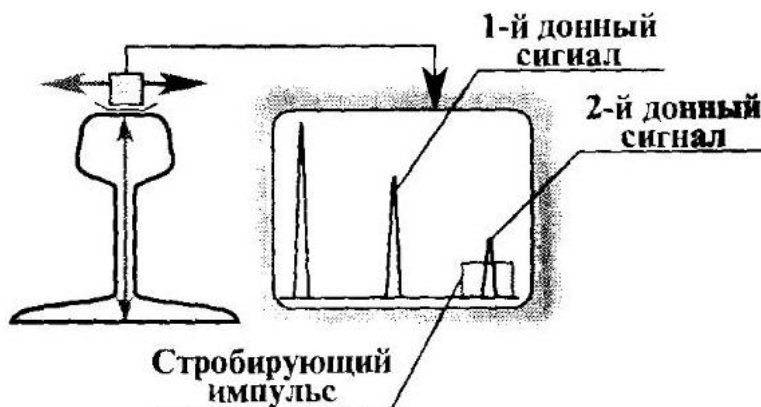


Рис.86. Выделение второго донного сигнала с помощью стробирующего импульса; звуковой индикатор будет срабатывать только при уменьшении второго донного сигнала ниже заданного порога.

При контроле зеркально-теневым методом необходимо иметь в виду, что возможны случаи, когда в контролируемом сечении имеется весьма крупный дефект, но звуковой индикатор дефектоскопа не срабатывает. Это может произойти из-за того, что ультразвуковой луч, многократно переотражаясь от дефекта и поверхности катания рельса, попадает в зону стробирования сигнала (рис.87).

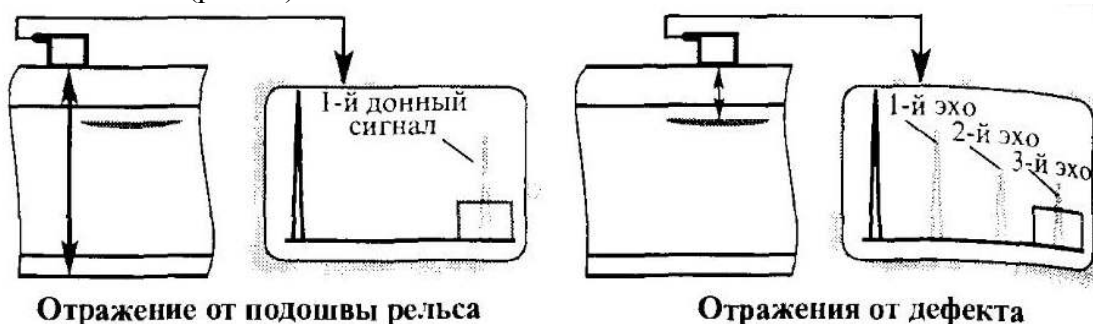


Рис.87. Пропуск дефекта из-за попадания многократно (3-хкратно) переотраженного от дефекта и поверхности катания эхо-сигнала в зону апробироваия донного сигнала.

В целом, при отсутствии помех, контроль рельсов в зоне основного металла (вне стыков) осуществляется достаточно легко, так как отсутствуют мешающие отражения от конструктивных элементов (торцов, болтовых отверстий и т. д.) рельса. Срабатывание индикатора дефектоскопа происходит только над дефектом. При правильно выбранной и установленной чувствительности, в процессе движения дефектоскопа на участке пути большой протяженности, звуковые сигналы в телефонах практически отсутствуют.

Появление звукового сигнала в канале с прямым ПЭП может быть вызвано (рис.88):

- попаданием грязи или песка под скользящую поверхность блока ПЭП;
- смещением преобразователя с продольной оси рельса;

- вмятиной на поверхности рельса (от удара инструментом);
- одиночным отверстием в шейке рельса;
- поверхностными дефектами и микротрещинами или трещинами по кодам **10, 11, 14, 41, 43**;
- опасными трещинами и другими дефектами.



Рис.88. Причины срабатывания звукового индикатора канала с прямым ПЭП на перегоне и действия оператора.

Для уточнения истинной причины появления звукового сигнала в телефонах необходимо (рис. 89):

- при наличии грязи – очистить поверхность катания головки и протереть поверхность скольжения блоков ПЭП;
- повторить проезд дефектоскопа по регистрируемому участку, определить и отметить мелом границы возникновения и пропадания сигнала;
- внимательно осмотреть это место по всему периметру рельса;
- измерить минимальную условную чувствительность, при которой сигнал в телефонных наушниках еще появляется;

- произвести контроль подозреваемого участка ручным ПЭП с целью определения условных размеров и координат расположения дефекта;
- в зависимости от причины срабатывания звукового индикатора записать результаты в записную книжку или в журнал учета работы с выпиской соответствующего уведомления сопровождающему дорожному мастеру;
- выполнить маркировку дефектного рельса несмываемой светлой краской.

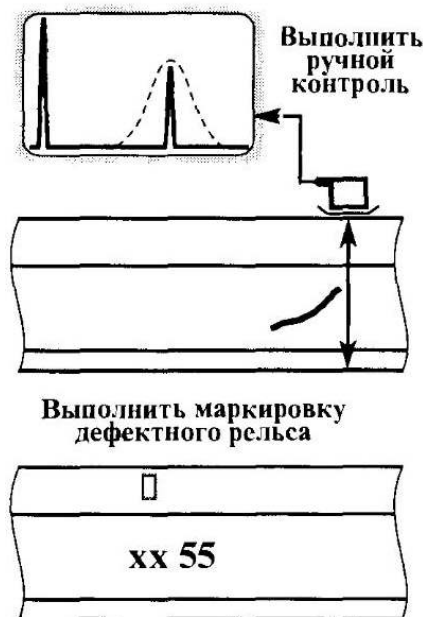


Рис.89. Последовательность выполнения операций при обнаружении дефекта.

Таким образом **зеркально-теневой метод**, реализуемый с помощью **прямого ($\alpha = 0^\circ$) ПЭП** и являющийся в съемных дефектоскопах основным методом для обнаружения дефектов в зоне шейки и подошвы в пределах толщины шейки, обладает рядом **преимуществ**:

- позволяет обнаруживать дефекты кодов **50** и **60**, не выявляемые эхо-методом;
- сигнализирует оператору о нарушении акустического контакта и центровки искательной системы.

В то же время принятый способ контроля рассматриваемой зоны рельса имеет определенные **недостатки**:

- не позволяет надежно обнаруживать поперечные трещины в подошве рельса (код **69**);
- вызывает ложные срабатывания индикаторов дефектоскопа при проходе зон сварных стыков рельсов и участков с незначительной коррозией подошвы;
- обладает малой информативностью и не позволяет определить глубину залегания обнаруженного дефекта;
- приводит к пропуску отдельных дефектов, расположенных на определенной глубине, из-за попадания многократно-отраженных эхо-сигналов в зону выделения (стробирования) донного сигнала.

В связи с этим в ультразвуковых вагонах-дефектоскопах и автотрисах дефектоскопных для контроля зоны шейки и подошвы в пределах толщины шейки кроме зеркально-теневого метода с прямым ПЭП дополнительно используют:

- эхо-метод с прямым ($\alpha = 0^\circ$) ПЭП;
- эхо-метод с двумя наклонными ($\alpha = 38^\circ$ или $\alpha = 45^\circ$) ПЭП.

Это существенно повышает надежность и информативность контроля.

1.6.11. Контроль болтового стыка.

Болтовой стык подвергается значительным воздействиям, вызываемым ударами колес при проходе стыковых зазоров. Особенно высокие напряжения возникают на кромках

болтовых отверстий. Надрывы, вызванные сверлением, и коррозия ускоряют процесс трещинообразования. Трещины, проходящие через болтовые отверстия, всегда начинаются у поверхности отверстия и идут по шейке под углом около 45° к продольной оси рельса.

В результате развития такой трещины с торца выкалывается кусок головки рельса длиной, примерно равной высоте рельса, что может привести к сходу подвижного состава (рис.90).

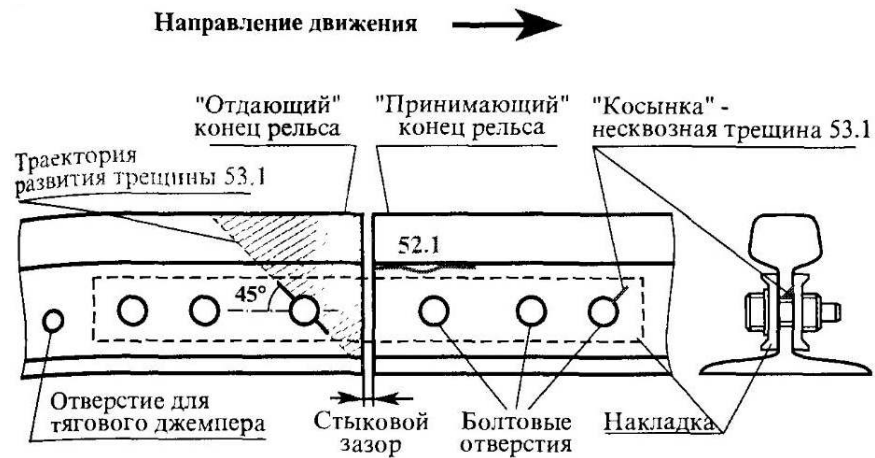


Рис.90. Основные элементы болтового стыка рельса и характерные дефекты в зоне стыка.

При наезде на дефектное сечение происходит уменьшение амплитуды донного сигнала ниже заданного уровня и срабатывание звукового индикатора дефектоскопа.

Контроль зоны болтового стыка с помощью прямых ПЭП весьма сложен, так как даже в бездефектном стыке происходит срабатывание звукового индикатора при прохождении над каждым болтовым отверстием и стыковым зазором. В отдельных случаях при контроле одним прямым ПЭП оператор только по увеличению длительности звукового сигнала над дефектным болтовым отверстием может обнаружить дефект **53.1** (рис.91).

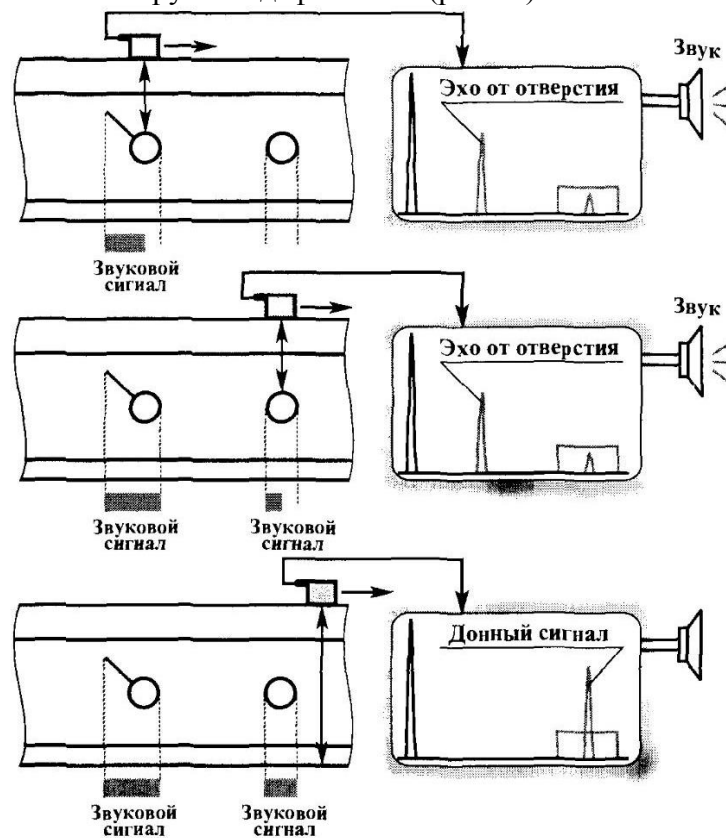


Рис. 91. Звуковой сигнал над дефектным отверстием длиннее, чем над отверстием без трещины.

Для упрощения контроля зоны болтового стыка А. К. Гурвичем еще в 1961 году была предложена схема «ультразвуковой калибр», реализуемая с помощью одновременно включаемых в один дефектоскопический канал двух прямых ПЭП. При проходе болтового стыка с помощью кнопки «КАНАЛ-2» прямых ПЭП к основному ПЭП подключается дополнительный. Расстояние между преобразователями выбрано несколько больше диаметра бездефектного болтового отверстия. При этом бездефектное отверстие не перекрывает одновременно оба ультразвуковых луча и над таким болтовым отверстием всегда будет регистрироваться донный импульс. При наличии трещины полностью или частично перекрываются оба луча. Это приводит к резкому уменьшению или полному исчезновению донного импульса, а, следовательно, к срабатыванию индикатора (рис.92).

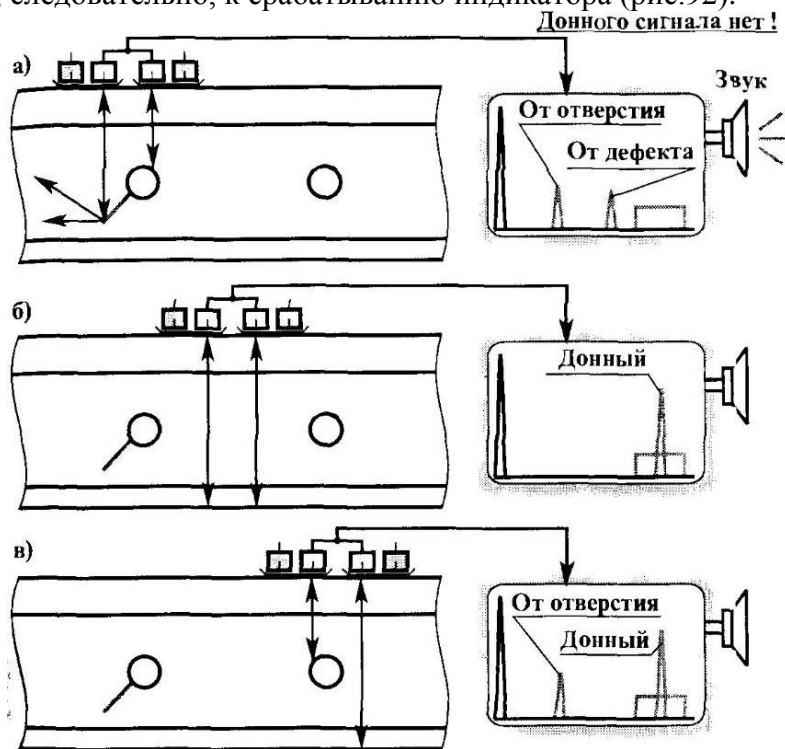


Рис.92. Работа схемы «ультразвуковой калибр» при озвучивании: а – болтового отверстия с трещиной 53.1; б – зоны основного металла; в – бездефектного отверстия.

Схема «ультразвуковой калибр» внедрена на всех съемных дефектоскопах. Ее необходимо включать при проходе болтового стыка путем нажатия кнопки «**БОЛТОВОЙ СТЫК**». При проходе болтового стыка и отсутствии в нем дефектных отверстий звуковой сигнал от каналов **прямых** ПЭП отсутствует. Срабатывают только каналы наклонных ПЭП при приеме сигналов от торцов головки рельса.

На участках пути, где в стыках имеются «разбитые» болтовые отверстия с овальным профилем, происходят ложные срабатывания звукового индикатора из-за одновременного перекрытия ультразвуковых лучей обоих ПЭП «ультразвукового калибра» (рис.93).

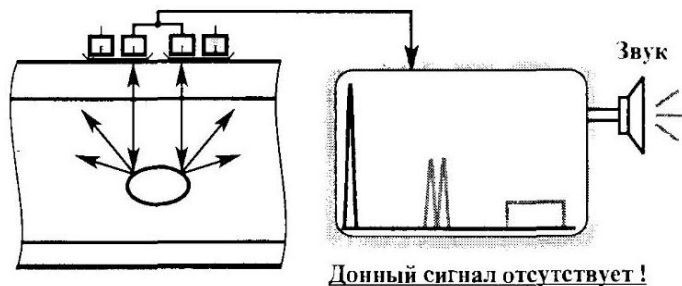


Рис.93. Ложное срабатывание дефектоскопа, реализующего схему «ультразвуковой калибр», при озвучивании бездефектного болтового отверстия с овальным профилем.

Кроме указанного недостатка принятая схема прозвучивания эксплуатируемых двухниточных дефектоскопов имеет еще одну особенность, не удовлетворяющую современ-

ным требованиям. Прямые ПЭП, озвучивающие зону болтового стыка, обеспечивают обнаружение только тех дефектов кода **53.1**, размер проекции трещины которых на поверхность катания выходит за проекцию болтового отверстия более, чем на **10 мм** (рис.94)..

При этом реальная длина трещины может превышать **30 мм!**

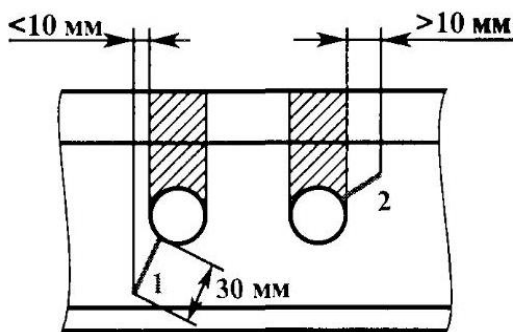


Рис.94. Дефект 1 не будет обнаружен т.к. гарантируется обнаружение только тех дефектов 53.1, у которых проекция на поверхность катания выходит за проекцию болтового отверстия более чем на **10 мм**.

В то же время по требованиям рельсы с трещинами от отверстий (**53.1**), также как с трещинами **50** и **55**, в зоне болтовых стыков независимо от их размеров являются **остродефектными** и подлежат **немедленной** замене!

Из-за недостатка схемы прозвучивания операторы дефектоскопных тележек подвергаются необоснованным обвинениям, так как после их прохода на этих же участках пути вагоны-дефектоскопы и дефектоскопные автомотрисы (АМД) весьма часто обнаруживают радиальные трещины **53.1** на ранней стадии развития (с реальным размером трещины от 5 мм и более). Объясняется это тем, что в скоростных средствах дефектоскопии предусмотрена более совершенная схема прозвучивания, реализующая с помощью наклонных ПЭП ($\alpha = 38^\circ, \gamma = 0^\circ$) эхо-метод контроля рельса.

В настоящее время в современных съемных средствах дефектоскопии реализован аналогичный метод прозвучивания зоны болтовых стыков. Электронно-лучевая трубка (ЭЛТ) дефектоскопа является дополнительным индикатором. Длительность развертки устанавливается таким образом, чтобы имелась возможность одновременно наблюдать на экране дефектоскопа эхо-сигнал от подошвы рельса (от углового отражателя, образованного торцом и подошвой рельсового стыка) и от болтового отверстия. Для этого включают режим «По слоям», выбирая параметры контролируемого слоя таким образом, чтобы эхо-сигналы от стенки болтового отверстия появлялись в начальной зоне экрана (рис. 95).

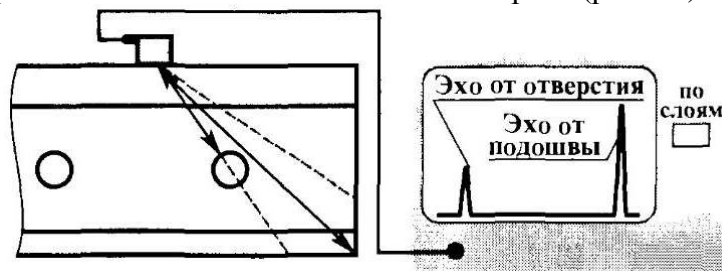


Рис.95. Озвучивание зоны болтового стыка дефектоскопом.

В качестве ПЭП использовалась передняя наклонная вставка (резонатор) искательной системы двухниточного дефектоскопа с углом ввода у.з. луча $\alpha = 58^\circ$, развернутая по оси рельса.

По мере перемещения тележки над стыком последовательно появляются эхо-сигналы от болтовых отверстий, вызывая срабатывание звукового индикатора дефектоскопа.. При озвучивании первого от стыка отверстия (при направлении движения ПЭП, противоположном направлению излучения ультразвуковых колебаний) сигнал от подошвы появляется в правом конце экрана, а после его исчезновения в левом конце (в начале экрана) появляется эхо-сигнал от болтового отверстия. Причем чувствительность дефектоскопа настраивают таким образом,

чтобы эхо-сигнал от подошвы исчезал при появлении эхо-сигнала от отверстия.

Если и болтовом отверстии есть трещина, развивающаяся **вверх** и **вправо**, а излучение ПЭП направлено **вниз** и **вправо**, то на ЭЛТ с правой стороны от сигнала от стенки отверстия (ближе к концу развертки экрана) появляется эхо-сигнал от трещины (рис.96).

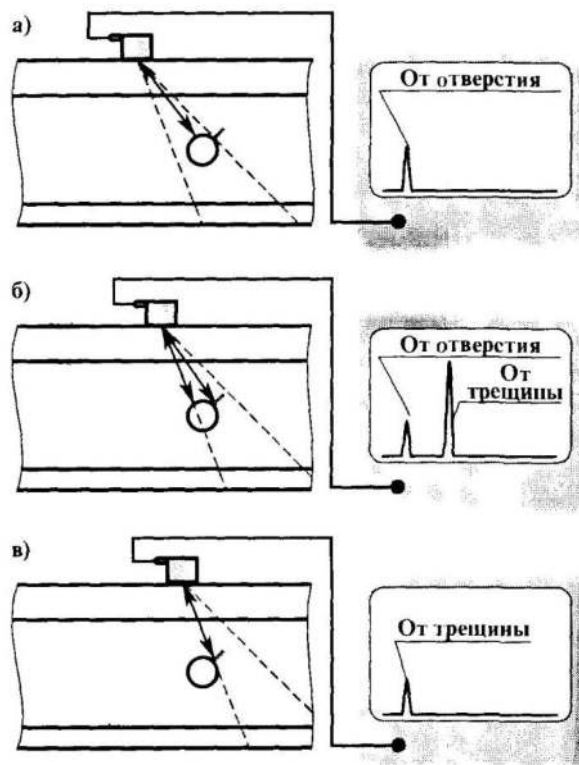


Рис.96. Эхо-сигналы от стенки болтового отверстия и от трещины, развивающейся вверх и вправо.

Если же трещина развивается **вниз** и **влево**, а излучение ПЭП, как и прежде, направлено **вниз** и **вправо**, то на ЭЛТ с правой стороны от эхо-сигнала от отверстия появляется эхо-сигнал от трещины. По мере перемещения ПЭП формируются взаимно накладывающиеся амплитудные огибающие эхо-сигналов от трещины и болтового отверстия (рис.97).

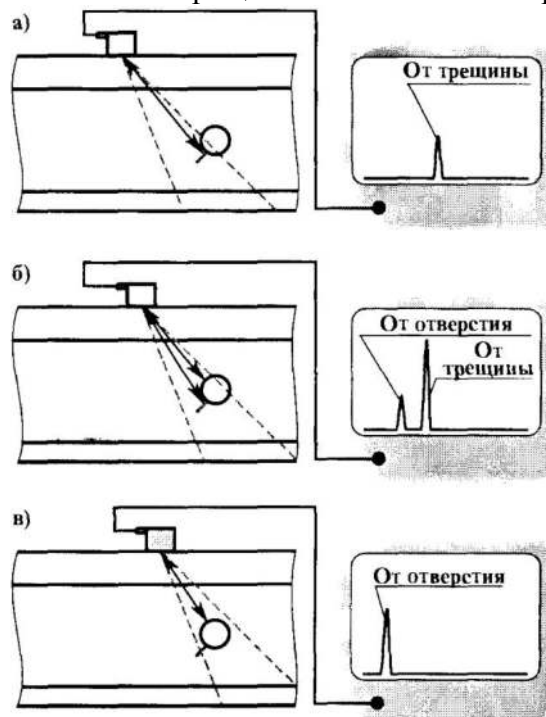


Рис.97. Эхо-сигналы от стенки болтового отверстия и от трещины, развивающейся вниз и влево.

Такое представление эхо-сигналов на экране дефектоскопа позволяет **как бы «увидеть»** трещину, а не только надеяться на звуковой индикатор. Кроме того, эхо-метод позволяет **«заглянуть» под отверстие** и обнаружить трещины, частично проходящие через стенку шейки рельса (так называемые трещины в виде «косынки»).

Этот способ обладает определенными **недостатками**:

- угол ввода луча $\alpha = 58^\circ$ не оптимален для обнаружения дефектов кода **53.1**, которые преимущественно распространяются под углом около 45° относительно горизонтальной оси рельса;
- диаграмма направленности (точнее, ширина ультразвукового луча на глубине нахождения отверстия) имеет недостаточный угол раскрытия, чтобы обеспечить надежное одновременное озвучивание стенки отверстия и любой трещины кода **53.1**.

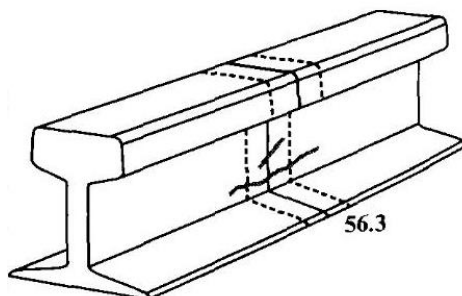
Последний фактор приводит к тому, что эхо-сигналы от отверстия и трещины на экране появляются последовательно (не одновременно), что требует тщательного визуального анализа сигналов на экране ЭЛТ дефектоскопа и препятствует внедрению автоматического контроля.

1.6.12. Контроль сварного стыка.

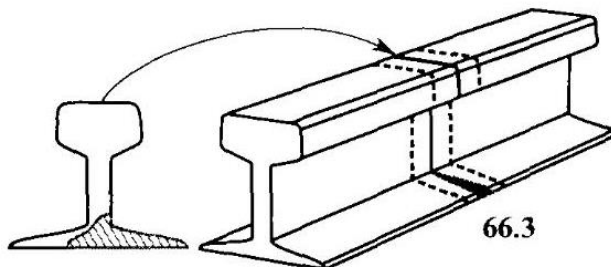
Электроконтактная или алюмотермитная методы сварки находят широкое применение при ремонте эксплуатируемых (старогодных) рельсовых плетей и при сварке новых плетей для бесстыкового пути длиной до 800 м (и более... до 3000 м).

Ультразвуковой контроль применяют для выявления в сварных стыках:

- поперечных трещин в головке из-за дефектов в технологии контактной сварки рельсов (код 26.3, 4);
- косых или продольных трещин в шейке в месте сварного шва вследствие дефектов сварки и обработки сварного шва (код 56.3, 4);



- трещин в подошве из-за дефектов технологии сварки рельсов (код 66.3, 4);



- дефектов, возникших при сварке рельсов (по всему сечению рельса):
 - горячих трещин;
 - рыхлостей (пережогов);
 - пузырей (свищей);
 - кратерных усадок;
 - непроваров;
 - силикатных скоплений.

Применение для контроля зоны сварки традиционного для контроля шейки и подошвы

рельса зеркально-теневого метода невозможно, так как в зоне сварного стыка протяженностью 50 – 60 мм (в зоне термического влияния) наблюдается сильное ослабление донного сигнала, аналогичное ослаблению, вызываемому дефектами видов 30.1, 31.1, 33.1, 50.1, 53.1 и 55.1.

Поэтому ультразвуковой контроль зоны сварки осуществляют эхо-импульсным методом при наклонном вводе ультразвуковых колебаний под углом 50° (угол призмы 40°) на частоте 2,5 МГц.

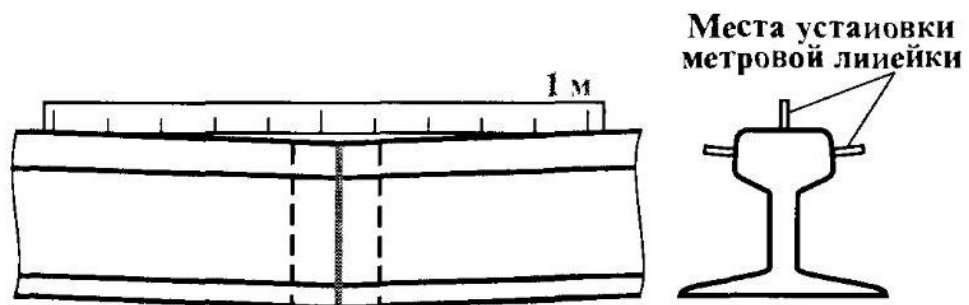
В связи с этим участок рельса по 200 мм от сварки должен быть очищен от грязи и подготовлен для сканирования с помощью ручных ПЭП (рис. 98).



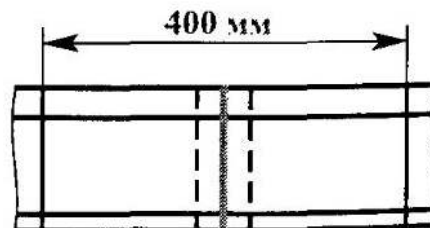
Рис.98. Зоны осмотра и ультразвукового контроля сварных стыков рельсов.

В обязанности дефектоскописта входит:

1. Проверка прямолинейности рельсов к местам сварки по поверхности катания и боковым поверхностям.



2. Внешний осмотр поверхности рельса по всему периметру в пределах до 200 мм по обе стороны от сварного стыка.

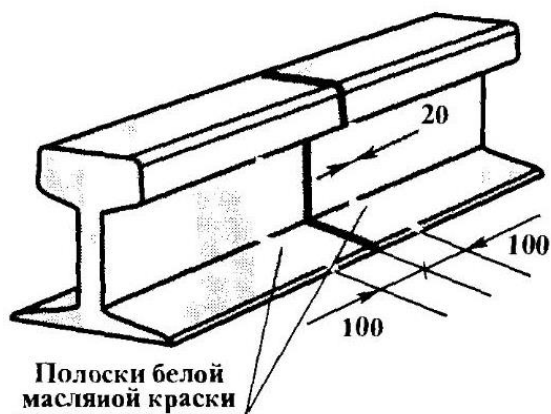


Раковины, заусенцы и местные неровности отсутствуют!

3. Подготовка к ультразвуковому контролю:

- настройка аппаратуры;

- нанесение контактирующей жидкости на зону сканирования.
- 4. Проведение контроля.
- 5. Маркировка сварного стыка путем нанесения несмываемой белой краской полос шириной **20 мм** по шейке и верхней части подошвы на расстоянии **100 мм** с обеих сторон шва.



- 6. Ведение журнала контроля.

После предварительной подготовки поверхности шва (очистки и нанесения контактирующей жидкости, например, масла) производят проверку и настройку дефектоскопа с преобразователем с лучом призмы 40° ($\alpha = 50^\circ$) на заданные параметры (M , n , Δt , α) и необходимую чувствительность.

Контроль сварного стыка проводят в следующей последовательности:

- 1) прозвучивание перьев подошвы сверху и снизу (рис. 99);

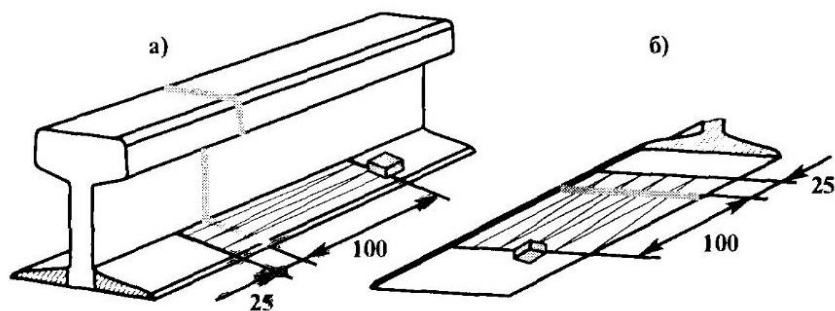


Рис.99. Схема прозвучивания перьев подошвы: а – сверху и б – снизу в зоне сварного стыка.

- 2) прозвучивание шейки сбоку (рис.100);
- 3) прозвучивание головки сверху и с боковых поверхностей (рис.101);

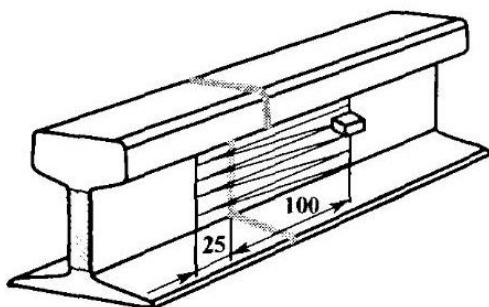


Рис.100. Схема прозвучивания шейки рельса сбоку в зоне сварного стыка.

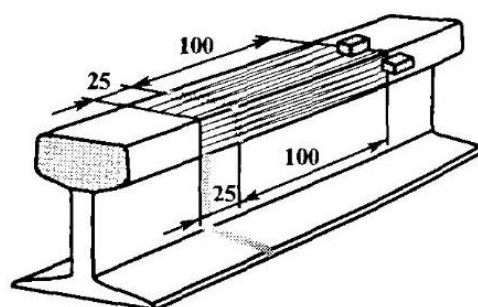


Рис.101. Схема прозвучивания головки сверху и с боковых поверхностей в сварного стыка.

- 4) прозвучивание шейки и участка подошвы под шейкой с поверхности катания головки рельса (рис.102).

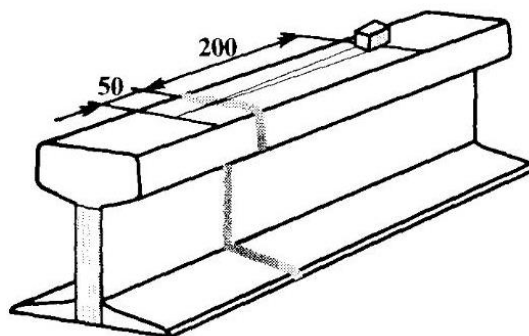


Рис.102. Схема прозвучивания шейки и участка подошвы под шейкой с поверхности катания головки рельса

Для надежного обнаружения дефектов каждую зону рельса в области сварного стыка следует прозвучивать с двух (в плане) сторон сварного шва. Контроль переходного стыка в зоне подошвы осуществляют, перемещая преобразователь по подошве рельса более легкого типа.

При прозвучивании любой зоны сварного стыка преобразователь располагают перпендикулярно к стыку и, систематически поворачивая его в обе стороны на $15^\circ - 25^\circ$, перемещают вдоль линии стыка, совершая возвратно-поступательное движение. Шаг перемещения вдоль стыка не должен превышать 3 мм (что соответствует приблизительно $1/4$ диаметра пьезоэлектрического преобразователя), а скорость – 100 мм/с (рис.103).

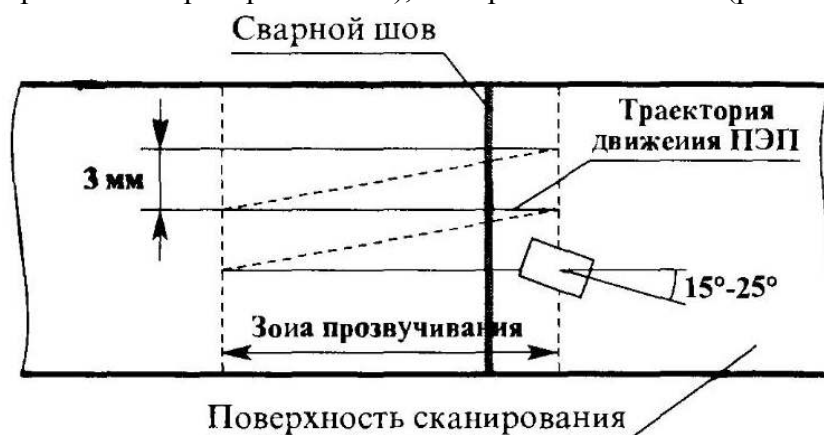


Рис.103. Схема движения преобразователя по поверхности сканирования в пределах зоны прозвучивания при контроле сварного стыка

При перемещении преобразователя необходимо следить за плотным прилеганием его к поверхности рельса, осуществляя это без особого нажима. Чрезмерный нажим, не способствуя улучшению акустического контакта, приводит к быстрому истиранию (износу) преобразователя и утомлению руки дефектоскописта.

Допускается с целью повышения надежности контроля подошвы снизу применять устройства для механизации процедуры перемещения преобразователя по нижней поверхности подошвы рельса.

ТЕМА 2. ПРИБОРЫ И СРЕДСТВА НЕРАЗРУШАЮЩЕГО КОНТРОЛЯ

2.1. Ультразвуковые односторонние дефектоскопы.

Односторонние ультразвуковые являются односторонними приборами и выявляют дефекты по всей длине и сечению рельса и элементов стрелочных переводов за исключением зон шейки над и под болтовыми отверстиями и определяет координаты с использованием звуковых и цифровых индикаторов. Односторонние дефектоскопы используются различных марок.

1. Дефектоскоп-штанга АВИКОН-15.



Рис.104. Общий вид дефектоскопа АВИКОН-15.

Предназначен для контроля:

- локальных участков (до 200м);
- вторичного контроля по показаниям съемных и мобильных средств;
- стрелочных переводов;
- рельсов станционных путей;
- мостов, тоннелей;
- рельсов километрового запаса.

Основные характеристики:

- 11-канальная схема прозвучивания всего сечения рельса (0° , 42° , 58° , 70°).
- Оригинальная конструкция центрирующей системы (прижим к рабочей или нерабочей граням головки рельса).
- Сигналы контроля рельсов отображаются на цветном экране дефектоскопа в виде В-развертки по всем 11 каналам в режиме реального времени (аналогично двухсторонним дефектоскопам).

Преимущества перед аналогами:

- 3 метода контроля (эхо-, зеркальный, зеркально-теневой);
- одновременный контроль рабочей и нерабочей граней головки рельса по эхо- и зеркальному методам;
- представление результатов контроля как в двухниточных дефектоскопах;
- отображение В-развертки по всем 11 каналам или по одному каналу;
- отображение А+В-развертки по выбранному каналу;
- обнаружение дефектов на ранней стадии развития путем анализа сигналов на повышенной чувствительности (на уровне минус 6 дБ);
- возможность сравнения сигналов с результатами предыдущего контроля;
- 7 преобразователей для ручного контроля (0°, 42°, 50°, 58°, 65°, 70°);
- малый вес (8 кг) и габариты;
- быстрая полуавтоматическая настройка.

2. Однониточный ультразвуковой дефектоскоп АВИКОН-12.



Рис.105. Общий вид и схема прозвучивания дефектоскопа АВИКОН-12.

Идеально подходит для:

- путей промышленных предприятий;
- стрелочных переводов;
- тупиков;
- станционных путей;
- опасных мест (мосты, тоннели);
- крановых путей.

Основные отличия дефектоскопа:

- 12-канальная схема прозвучивания рельсов;
- одновременный контроль обеих граней головки рельса;
- регистрация сигналов на уровне чувствительности в 2 раза выше уровня срабатывания звукового индикатора;
- отображение сигналов контроля в виде А-, В-, А+В развертки;
- широкие возможности по анализу сигналов контроля в программе отображения;
- малые массы и габариты;
- подробный протокол контроля;
- рабочий диапазон температур: от -40 до +50 С.

3. Одноточный дефектоскоп USK-004R с функцией обнаружения микротрещин.



Рис.106. Общий вид и схема прозвучивания дефектоскопа USK-004R.

Основные характеристики:

- эффективен для выявления дефектов рельсов, в том числе, микротрещин типа «НС», развивающихся на высокоскоростных железных дорогах;
- 10-канальная схема прозвучивания рельса (0°, 45°, 70°, спецдатчики «НС»), эхо- и ЗТМ;
- специальный алгоритм обработки и отображения сигналов от дефектов «НС» отдельно в рабочей и нерабочей гранях головки рельса;
- сплошная регистрация и многоуровневое отображение сигналов;
- документирование результатов контроля в энергонезависимой памяти в виде непрерывной В-развертки с фиксацией координаты по пути;
- большой (10”) цветной сенсорный дисплей;
- режимы отображения: А-развертка, В-развертка с возможностью выявления дефектов на фоне помех и конструктивных отражателей;
- просмотр дефектограммы на повышенной чувствительности для обнаружения дефектов на ранней стадии развития;
- автоматическое определение местонахождения дефектоскопа на линии (GPS).

4. Ультразвуковой дефектоскоп УДС1-РДМ-1.

Предназначен для контроля рельсов в одной нити железнодорожного пути и элементов стрелочных переводов (остряков, рамных рельсов и рельсов соединительных путей).

Многоканальный дефектоскоп РДМ-1 использует три канала, ЭМ и ЗТМ, масса не более 4,5кг, рабочая температура -30⁰ до +50⁰ время непрерывной работы без подзарядки аккумулятора не менее 8час.



Рис.107. Общий вид дефектоскопа УДС1-РДМ-1.

5. Ультразвуковой дефектоскоп УДС2-РДМ-12.



Рис.108. Общий вид дефектоскопа УДС2-РДМ-12.

Съемный однониточный ультразвуковой дефектоскоп УДС2-РДМ-12 предназначен для обнаружения и регистрации сигналов от дефектов в рельсах железнодорожных путей на участках, проверка которых одновременно по двум нитям затруднена или небезопасна (рельсы, расположенные в тоннелях, на мостах, рядом с пассажирскими платформами); в рельсах километрового запаса; в рельсах стрелочного перевода; в старогодных рельсах на РСП.

Дефектоскоп комплектуется специализированным координатным устройством для проведения уточняющего контроля ручным пьезоэлектрическим преобразователем с возможностью получения протокола контроля в виде проекции на плоскость сканирования дефектограммы проконтролированного участка рельса, автоматического определения условных размеров и просмотра протокола на экране дефектоскопа и на ПК.

В дефектоскопе при сплошном контроле рельса, реализована возможность вывести на экран электронного блока вместе с мнемосхемой канала или развертку типа А активизированного канала, или развертку типа Б всех каналов в реальном масштабе времени. Предусмотрено использование при сплошном контроле, усовершенствованной схемы прозвучивания с применением 14-ти канальной последовательно-параллельной системы возбуждения и приема ультразвуковых колебаний, обеспечивающей обнаружение различно ориентированных дефектов за один проход контролируемого участка, а также контроль наличия акустического контакта в каждом канале.

2.1.1. Ультразвуковой дефектоскоп РДМ – 1.

Дефектоскоп является переносным однониточным прибором и выявляет дефекты по всей длине и сечению рельса и элементов стрелочных переводов за исключением перьев подошвы и зон шейки над и под болтовыми отверстиями и определяет координаты обнаруженных дефектов с использованием звуковых и цифровых индикаторов. Контролю подлежат рельсы Р 43, Р50, Р65, Р75 и с выявлением дефектов 2;3;5;6;7 групп при скорости перемещения 0,5 м/сек.

Устройство и работа дефектоскопа.

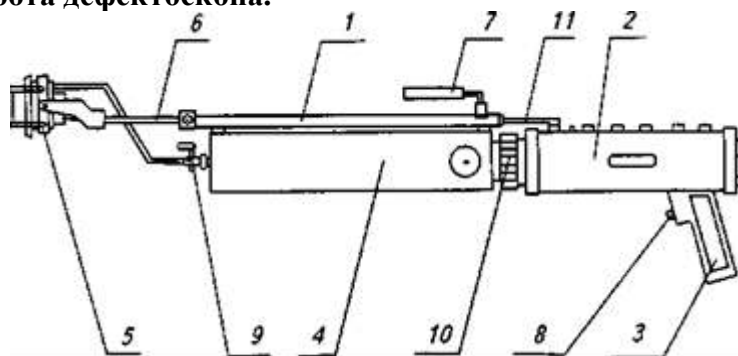


Рис.109. Конструкция дефектоскопа

1 – штанга; 2 – электронный блок; 3 – рукоятка; 4 – бак для жидкости; 5 – блок преобразователя; 6 – кронштейн; 7 – дополнительная рукоятка; 8 – кнопка отключения; 9 – кран подачи жидкости; 10 – накидная гайка; 11 – кабель.





Рис. 110. Общий вид дефектоскопа УДС1-РДМ-1.

Для перемещения дефектоскопа по рельсу используется штанга 1, на которую монтируется электронный блок 2 с рукояткой 3, в которой размещены аккумуляторы, бак с контактирующей жидкостью 4 и блок преобразователей 5, который закрепляется на вилке. Выдвижением кронштейна 6 и фиксацией его винтом на штанге производится установка удобной для оператора высоты дефектоскопа. Рукоятка 7 предназначена для поддержки штанги при контроле элементов стрелочных переводов и изношенных рельсов. Кнопка 8 предназначена для отключения звуковой индикации каналов. При нажатии кнопки сохраняется звуковой сигнал только того канала, индикация которого выведена на табло. Электронный блок крепится к баку с помощью накидной гайки 10. Блок преобразователей подключается к разъему ПРЕОБР электронного блока кабелем 11, который проходит через трубу штанги.

Дефектоскоп использует 3 канала, эхо-импульсный и зеркально-теневой методы контроля при контактном способе ввода УЗК. Время установления рабочего режима не более 15 с, масса не более 4 кг, расход жидкости не более 1,5 л на 1 км пути, рабочая температура от -30о до +50о, время непрерывной работы от аккумуляторов 8 час.

Для контроля рельсов в дефектоскопе реализованы два метода ультразвуковой дефектоскопии.

Контроль головки рельса проводится эхометодом с использованием наклонных резонаторов. Ультразвук при этом вводится под углом 58° на направлении движения и в обратном. Резонаторы развернуты относительно оси рельса на 34° в рабочую грань головки и расположены в одном корпусе диаметром 20 мм.

Сигнал, отраженный от дефекта, принимается этими же резонаторами, усиливается и подается на головной телефон.

Контроль шейки рельса, а также ее продолжения в головку и подошву осуществляется ЗТМ и использованием РС резонатора. При этом признаком наличия дефекта в рельсе является уменьшение с определенным коэффициентом сигнала, отраженного от подошвы рельса (донного сигнала). Уменьшение амплитуды донного сигнала ниже установленного порогового уровня вызывает срабатывание звукового индикатора.

Устройство и работа составных частей дефектоскопа.

Электронный блок дефектоскопа (рис.105) предназначен для управления всеми тремя каналами цифровой и звуковой индикации одновременно и для цифровой индикации глубины залегания отражателя (дефекта) и установленного усиления приемника в каждом канале.



Рис.111. Вид передней панели электронного блока дефектоскопа.

На передней панели электронного блока расположены:

- тумблер ОТКЛ, предназначенный для включения дефектоскопа;
- кнопка РЕЖ, предназначенная для подключения режимов индикации на цифровом индикаторе;



Рис.112. Вид передней панели электронного блока дефектоскопа с включенными режимами.

- разъем ТЛФ для подключения головных телефонов;
- цифровой индикатор, предназначенный для индикации либо величины установленного усиления приемника соответствующего канала в децибелах, либо глубины залегания дефекта в мм.

На корпусе блока расположены:

- регуляторы 1, 2 РС, предназначенные для регулировки усиления приемников первого и второго каналов, работающие с наклонными резонаторами, излучающими УЗК в направлении, обратном направлению перемещения дефектоскопа третьего канала, работающего с раздельно-совмещенным резонатором;
- регулятор ТР, предназначенный для настройки на тип рельса канала, работающего по ЗТМ;
- тумблер РН/НС, предназначенный для переключения дефектоскопа в режим работы с ручным ПЭП. В положении РН цифровое табло иницирует отражатель (d 1) или глубину (H 1) первого канала. В положении РС следует подключиться к третьему каналу нажатием кнопки РЕЖ;
- гнездо РН для подключения ручного наклонного ПЭП;
- гнездо ПРЕОБР для подключения блока преобразователя для ручного ПЭП РС;
- гнездо КОНТР (под крышкой), в него выведены импульсы синхронизации каждого канала, строб-импульсы и вход +5В подключения внешнего источника питания (для зарядки аккумуляторов).



Рис.113. Вид кожуха электронного блока сверху.

Настройка работы дефектоскопа.

1. Настройка канала РС:

Установить все регуляторы усиления в крайнее левое положение. Тумблер РН/РС - в

положение РС, удерживая кнопку РЕЖ добиваемся индикации на табло положения d3 после этого отпускаем кнопку РЕЖ. Регулятор РС устанавливаем усиление канала РС в пределах 25 – 30 дБ.

Нажать кнопку РЕЖ, получить индикацию на табло РС, опускаем кнопку.

Плавное вращение регулятора ТР добиться прекращения звука низкого тона в головных телефонах (на цифровом индикаторе высвечивается высота рельса в миллиметрах).

Нажать кнопку РЕЖ, получить индикацию d3 и произвести уменьшение усиления канала РС до появления звука в телефоне и прекращения индикации высоты рельса.

Зафиксировать при этом цифровое значение усиления Nном.

Устанавливать условную чувствительность канала ЗТМ в соответствии с инструкцией по контролю.

2. Настройка канала эхометода:

Нажать кнопку РЕЖ, получить индикацию d1 и отпустить кнопку. Регулятором установить на табло значение усиления 42 дБ.

Снять блок преобразователей, подключить его к электронному блоку запасным кабелем, установить на стандартный образец СО-3Р для прозвучивания передним наклонным преобразователем.

Выявить максимум эхо-сигнала от отверстий диаметром 6 мм на глубине 44 мм (в головных телефонах появится сигнал высокого тона), регулятором уменьшаем усиление до порога срабатывания звукового индикатора, при этом индикация при установке на табло режима Н1 составляет 44 +2 мм;

Зафиксировать пороговое значение усиления канала d1пор. Установить условную чувствительность эхо-метода на канале 1 в дБ путем вращения ручки 1 по часовой стрелке, руководствуясь инструкцией по контролю.

Вывести на табло индикации d2 и произвести настройку второго эхо-канала.

2.2. Двухниточные ультразвуковые дефектоскопы для сплошного контроля.

До недавнего времени на сети железных дорог России и стран СНГ находились в эксплуатации более десяти наименований. Наиболее распространёнными из них являлись: РЕЛЬС-5; ПОИСК-2; ПОИСК-10Э.

В настоящее время введены в эксплуатацию многоканальные двухниточные дефектоскопы нового поколения АВИКОН-01, АВИКОН- 11, АВИКОН-31, АВИКОН-14, РДМ-2, РДМ-22.

1. Дефектоскоп ультразвуковой АВИКОН-01.



Рис.114. Общий вид и скользящей искательной системы дефектоскопа АВИКОН-01.

Дефектоскоп ультразвуковой АВИКОН-01 предназначен для обнаружения дефектов в обоих нитях железнодорожного пути по всей длине и сечению рельсов за исключением перьев

подошвы при сплошном контроле со скоростью движения до 4 км/ч, а также выборочного ручного контроля сварных стыков и отдельных сечений рельсов ручными ПЭП и определения координат обнаруженных дефектов, а также амплитуд сигналов от них. Контролю подлежат рельсы типа Р43, Р50, Р65, Р75.

Дефектоскоп АВИКОН-01 является переносной механизированной системой ультразвукового контроля с использованием зеркально-теневого, эхо и эхо-зеркального методов при контактном способе ввода УЗК.

Коды выявляемых дефектов по классификатору дефектов и повреждений групп 2, 3,5,6,7.

Основные характеристики:

- три метода ультразвукового контроля: эхо, зеркального и зеркально-теневого;
- возможность одновременного контроля рабочей и нерабочей граней головки рельса;
- принципиально новая схема прозвучивания с 6-ю (в том числе специализированными для контроля болтовых стыков рельсов и для контроля головки рельса) преобразователями ультразвуковых колебаний для контроля каждой рельсовой нити;
- возможность сплошного контроля рельсов по одному из двух подготовленных вариантов настройки;
- гарантия обнаружения дефектов, не выявляемых эксплуатируемыми дефектоскопами при сплошном контроле рельсов, а именно:
 1. сильно развитых поперечных трещин с зеркальной поверхностью в головке рельса (коды дефектов 20.1-2 и 21.1-2);
 2. трещин от болтовых отверстий (код дефекта 53.1-2) на ранней стадии;
 3. продольных горизонтальных трещин (коды дефектов 31, 33, 52.2 и 55), если в своем развитии они не достигли оси рельса;
 4. продольных горизонтальных трещин (код дефекта 55), расположенных посередине высоты рельса;
 5. коррозионных поперечных трещин в подошве (код дефекта 69);
- специальные каналы для ручного контроля сварных стыков и отдельных сечений рельсов;
- жидкокристаллический экран с индикацией трех видов информации: типовой развертки, мнемонической схемы прозвучивания и цифровых параметров дефекта.
- система сплошной регистрации сигналов контроля – регистратором РИ-01.

2. Двухниточный ультразвуковой дефектоскоп АВИКОН-11.



Рис.115. Общий вид и панель блока управления дефектоскопа АВИКОН-11.

Основные характеристики:

- надежная 24-канальная схема прозвучивания (0°, 42°, 58°, 70°);

- контроль обеих граней головки рельсов по эхо- и зеркальному методам (схема «РОМБ+»);
- уменьшенные габариты и масса (42 кг без контактирующей жидкости);
- полуавтоматическая настройка дефектоскопических каналов;
- 13-уровневая регистрация амплитуды эхо-сигналов (от -6 дБ до +18 дБ);
- регистрация сигналов через 2 мм по длине пути и через 1 мм по высоте рельса;
- отображение сигналов в виде В-развертки на экране в реальном времени;
- 3 режима представления сигналов: «Мнемоника», «В-развертка» (для всех каналов), «А+В-развертка» (для каждого канала);
- регистрация результатов контроля на USB-flash карту памяти;
- широкий набор отметок оператора о дефектных сечениях и для привязки;
- 6 каналов ручного контроля;
- удобная программа отображения с фильтрацией шумов.

3. Двухниточный дефектоскоп АВИКОН-14.

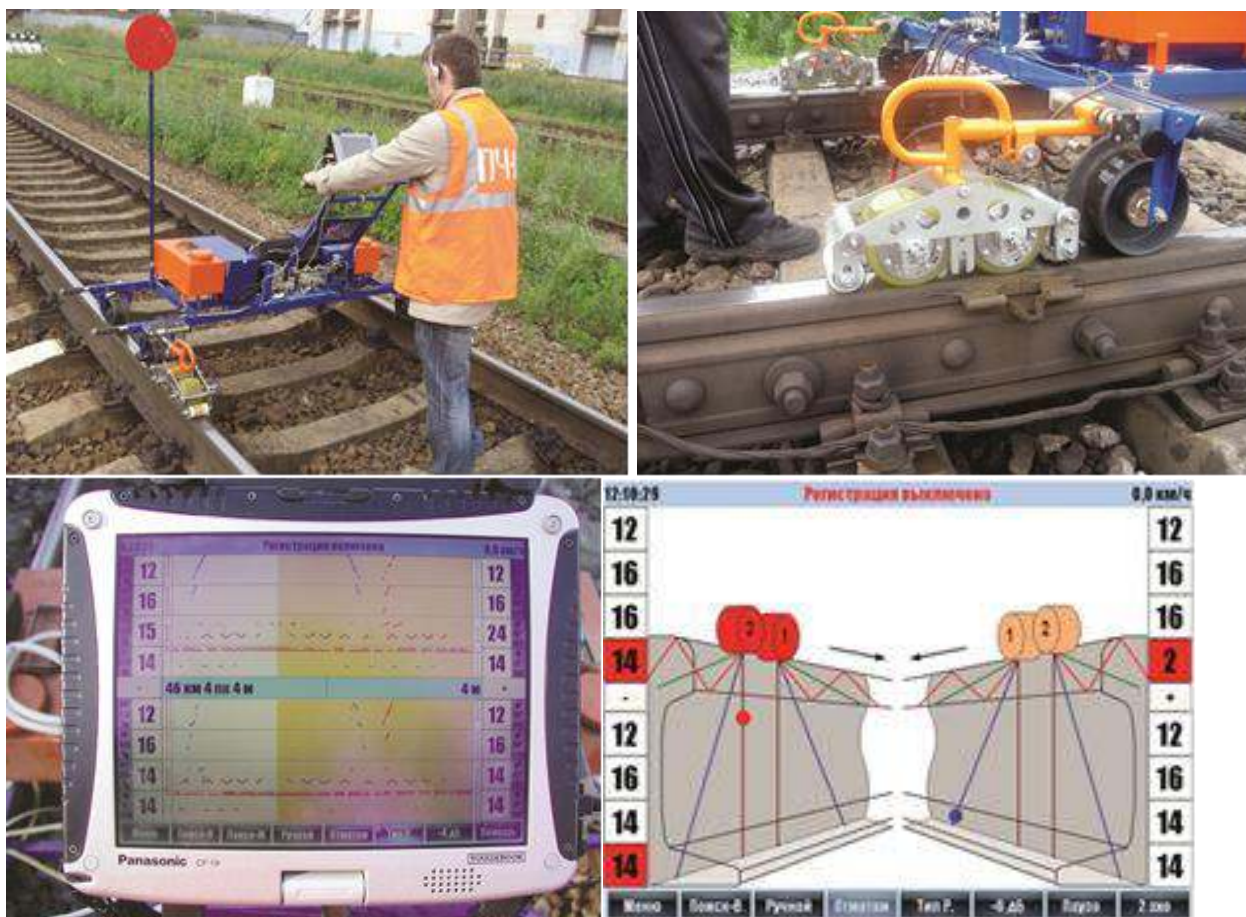


Рис.116. Общий вид, панель блока управления, колесная искательная система и режим контроля «Мнемоника» дефектоскопа АВИКОН-14.

Основные характеристики:

- 28-канальная схема прозвучивания (0°, 42°, 58°, 65°);
- возможность подключения колесных преобразователей (в летний период) или традиционных блоков резонаторов (в зимний период);
- большой яркий сенсорный экран;
- сплошной контроль рельсов в режиме «Расшифровка дефектограмм» на повышенной чувствительности или в обычном режиме «Мнемоника»;
- режим контроля «Мнемоника» – интуитивно понятное изображение дефекта на сечении рельса.

- 7 каналов ручного контроля (с комплектом ручных ПЭП);
- режимы отображения: В-развертка по всем каналам, А + В развертки по каналу, дефект на сечении рельса (мнемоника), А-развертка;
- использованы технические решения, защищенные 7 патентами на изобретение;
- поставляется с двумя типами искательных систем (скольжения и качения), двумя аккумуляторами, комплектом принадлежностей и запасных частей, образцом для настройки.

Преимущества ультразвуковых колесных преобразователей:

- плотное прилегание колеса к поверхности катания и значительное пятно контакта за счет эластичной полиуретановой оболочки;
- равномерная смачиваемость оболочки колеса;
- уменьшенный расход контактирующей жидкости (на 30%);
- стабильный акустический контакт на любых рельсах (неровности, поверхностные повреждения, износ головки, коррозия, ступеньки в стыках);
- надежный контроль зоны болтовых стыков (обнаружение трещин в болтовых отверстиях, недоступных для других дефектоскопов);
- отсутствие механического износа преобразователей внутри колеса: стабильные параметры контроля, не требуют частой калибровки, длительный срок службы;
- высокая повторяемость результатов контроля;
- минимум непроконтролированных участков.

4. Ультразвуковой дефектоскоп АВИКОН-31.



Рис.117. Общий вид и панель блока управления дефектоскопа АВИКОН-31.



Рис.118. Скользящая искательная система.



Рис.119. Колесная искательная система.



Рис.120. Сканер для контроля с получением 3D-изображения.

Основные характеристики:

- обнаружение дефектов на ранней стадии развития благодаря современным схемам прозвучивания;
- возможность работы с блоками резонаторов и колесными искательными системами;
- интуитивно понятное отображение информации о дефекте на представлении в виде сечения рельса;
- возможность работы с типовыми скользящими датчиками и ультразвуковыми колесными системами;
- полуавтоматическая настройка каналов с минимизацией ошибок оператора;
- фотоизображение области контролируемого сечения рельса;
- голосовое оповещение о приближении к дефектному месту рельсовой плети;
- возможность подключения двух типов сканеров (для контроля стыков алюминотермитной сварки и для проверки участков с поверхностными повреждениями головки);
- передача фрагментов дефектограмм в Центр диагностики по беспроводным каналам связи.
- цветной дисплей с сенсорным управлением.

5. Ультразвуковой дефектоскоп УДС2-РДМ-2.

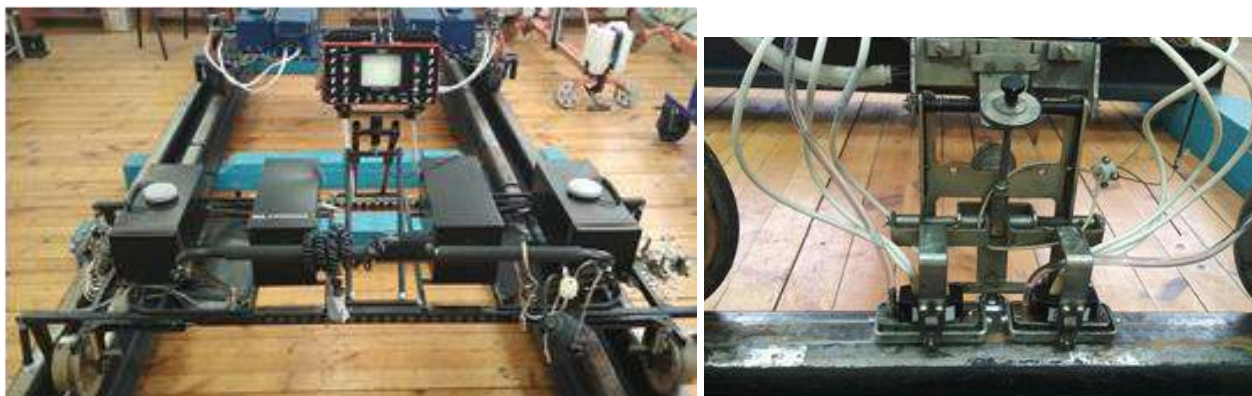


Рис.121. Общий вид и скользящая искательная система дефектоскопа УДС2-РДМ-2.

Дефектоскоп предназначен для сплошного ультразвукового контроля эхо-импульсным и зеркально-теневым методами обеих нитей железнодорожного пути.

Содержит по пять независимых дефектоскопических канала на каждую сторону, два из которых работают с наклонными преобразователями (углы ввода 55° и 70°) для выявления эхометодом внутренних дефектов в головке рельса, два - с наклонными преобразователями (углы ввода 45°) для выявления эхометодом внутренних дефектов в шейке рельса, и один - с раздельно-совмещенным для обнаружения дефектов в шейке рельса эхо- и зеркально-теневым методами.

Рабочий диапазон температур от -40 до $+50^\circ\text{C}$, масса не более 45 кг без контактирующей жидкости.

Предназначен для замены эксплуатируемого на сети дорог дефектоскопа типа ПОИСК-10Э, по сравнению с которым обладает **следующими преимуществами**:

- повышена чувствительность эхометода и улучшена ее стабильность в интервале рабочих температур;
- улучшена выявляемость дефектов вида 53 и 69;
- введена нормированная регулировка усиления приемников;
- введена возможность определения коэффициентов выявляемости дефектов как в эхо-, так и в зеркально-теновом методе;
- уменьшена погрешность измерения координат дефектов;
- повышены производительность и достоверность контроля за счет увеличения числа независимых каналов и применения специальных программ настройки режимов контроля и представления информации, управляемых микропроцессором.

6. Ультразвуковой дефектоскоп УДС2-РДМ-22.





Рис.122. Общий вид и панель блока управления дефектоскопа УДС2-РДМ-22.

Ультразвуковой дефектоскоп УДС2-РДМ-22 предназначен для обнаружения дефектов в обоих нитях железнодорожного пути по всей длине и сечению рельса, за исключением перьев подошвы, при сплошном контроле со скоростью движения до 4 км/ч, а также для выборочного ручного контроля сварных стыков, отдельных сечений и участков рельса, определения координат обнаруженных дефектов и их условной протяженности.

Объектами контроля являются рельсы типа Р43, Р50, Р65, Р75, а также рельсы соединительных путей, рельсы крестовины, усовики крестовины, остряки и рамные рельсы стрелочных переводов.

Коды выявляемых дефектов по классификатору дефектов рельсов групп 2, 3, 5, 6, 7.

Дефектоскоп является переносной механизированной системой ультразвукового контроля с использованием эхо-метода (ЭМ) и зеркально-теневого метода (ЗТМ) при контактном способе ввода ультразвуковых колебаний (УЗК).

Особенности дефектоскопа:

- сигнализация о наличии дефектов – звуковая и цветовая по экрану матричного индикатора, индикация установленных значений условной чувствительности контроля каналов (дБ), коэффициента выявляемости дефекта (дБ), координат дефектов (мм), текущей путевой координаты контролируемого участка пути (км и м) – цифровая на экране матричного индикатора;
- наличие системы непрерывного контроля за состоянием акустического контакта с индикацией на экране электронного блока дефектоскопа;
- непрерывное документирование результатов контроля в виде дефектограмм проконтролированных участков в формате развертки типа В;
- возможность оперативного просмотра зарегистрированных дефектограмм на матричном индикаторе дефектоскопа;
- возможность ввода в протокол сплошного контроля протокола уточняющего контроля ручными ПЭП, а также различных служебных отметок;
- отображение и регистрация скорости движения дефектоскопной тележки во время сплошного контроля участка пути. Вывод дефектограмм с сопроводительной информацией на персональный компьютер (ПК) для дальнейшей расшифровки;
- передача информации на персональный компьютер с помощью внешних носителей памяти: SD-карта, Flash-диск;
- непосредственный вывод информации с электронного блока на персональный компьютер через USB-порт.

7. Ультразвуковой дефектоскоп УДС2-РДМ-23.

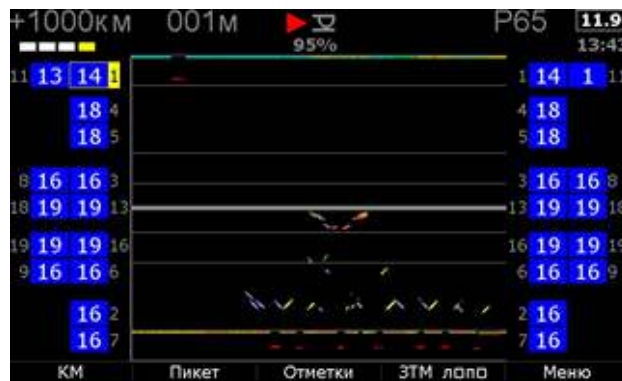


Рис.123. Общий вид и панель блока управления дефектоскопа УДС2-РДМ-23.

Двухниточный съемный дефектоскоп УДС2-РДМ-23 предназначен для обнаружения, регистрации и расшифровки сигналов от дефектов в рельсах железнодорожных путей с шириной колеи от 990 до 1550 мм, а также для выборочного ручного контроля сварных стыков, отдельных сечений и участков рельсов.

В дефектоскопе при сплошном контроле рельса, реализована возможность вывести на экран электронного блока вместе с мнемосхемой канала развертку типа А активизированного канала или развертку типа Б всех каналов в реальном масштабе времени. При сплошном контроле предусмотрено использование усовершенствованной схемы прозвучивания с применением 28-канальной последовательно-параллельной системы возбуждения и приема ультразвуковых колебаний, обеспечивающей обнаружение различно-ориентированных дефектов за один проход контролируемого участка, а также контроль наличия акустического контакта в каждом канале.

Дефектоскоп комплектуется специализированным координатным устройством для проведения уточняющего контроля ручным пьезоэлектрическим преобразователем с возможностью получения протокола контроля в виде проекции на плоскость сканирования дефектограммы проконтролированного участка рельса, автоматического определения условных размеров и просмотра протокола на экране дефектоскопа и на ПК.

Использование в дефектоскопе системы глобального позиционирования ГЛОНАСС/GPS позволяет определить и фиксировать координаты местоположения дефектоскопа в пути. Дефектоскоп позволяет использовать функцию передачи данных посредством системы GPRS с поддержкой любого оператора мобильной связи.

2.2.1. Ультразвуковой дефектоскоп РДМ – 2.

Дефектоскоп УДС2-РДМ-2 предназначен для обнаружения дефектов в обеих нитях железнодорожного пути по всей длине и сечению рельса, за исключением перьев подошвы и зон шейки под болтовыми отверстиями, при сплошном контроле со скоростью движения до 4

км/ч, а также для выборочного ручного контроля сварных стыков, отдельных сечений и участков рельса, определения координат обнаруженных дефектов и их условных размеров.

Контроль рельсов выполняют путем перемещения дефектоскопа по контролируемому пути, при этом по каждой нити пути скользит два акустических блока, в каждом из которых находятся по два ПЭП. Дефектоскоп содержит по пять независимых дефектоскопических каналов на каждую нить пути, реализующих эхо-импульсный и зеркально-теневой методы контроля.

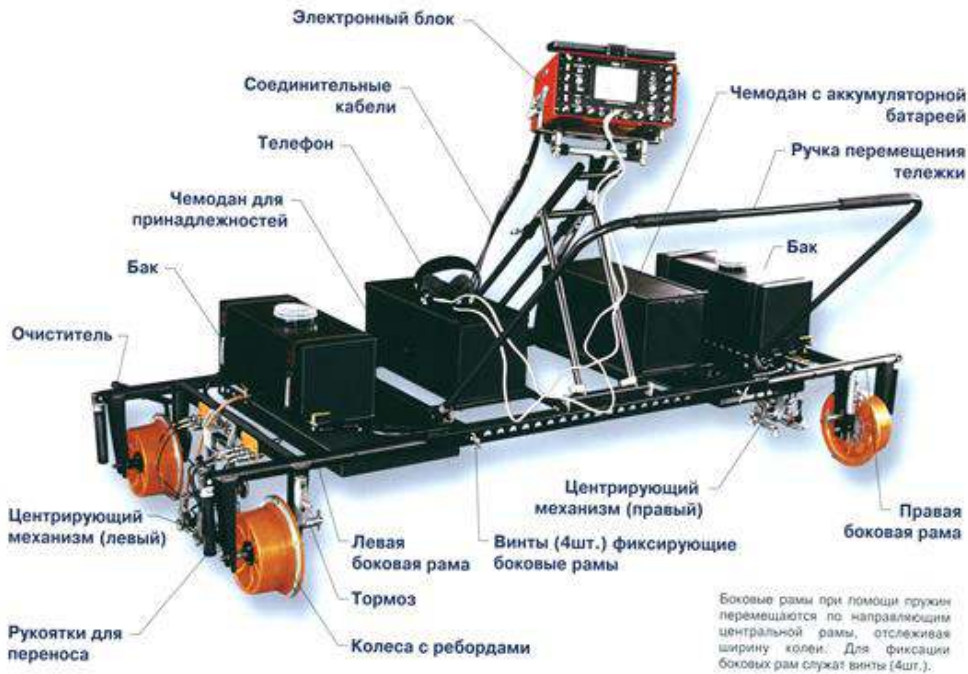


Рис.124. Общий вид дефектоскопа РДМ-2.

Конструкция акустических блоков обеспечивает возможность применения основной схемы прозвучивания, изображенной на рис.125.

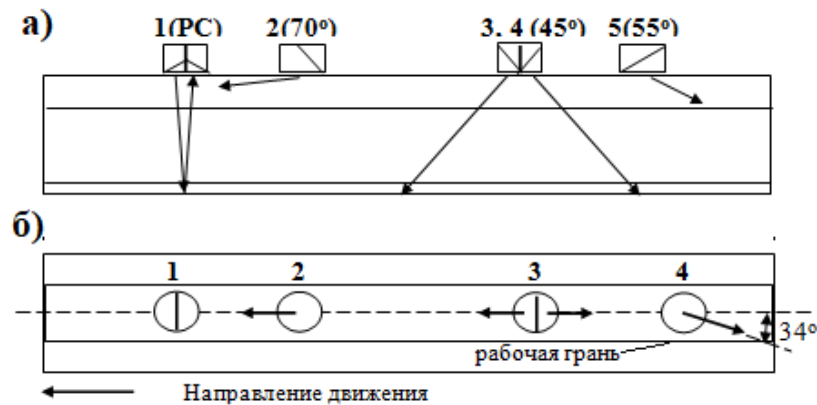


Рис.125. Основная схема прозвучивания дефектоскопа
а) – вид сбоку; б) – вид сверху

Контроль головки рельса осуществляют эхо-методом наклонными ПЭП с углами ввода 70° и 55° .

ПЭП с углом ввода 70° , акустическая ось которого направлена в сторону движения дефектоскопа, предназначен для выявления дефектов в средней части головки рельса, развитых дефектов кода 21.1-2 (22.1-2) с «зеркальной» отражающей поверхностью и вертикальных поперечных трещин, развивающихся под горизонтальными расслоениями.

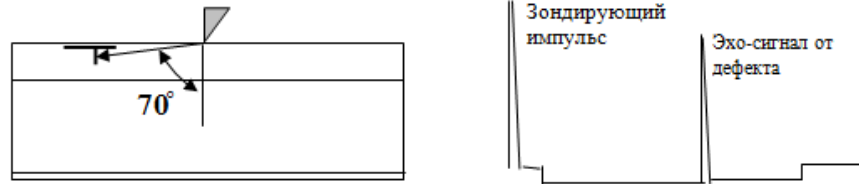


Рис.126. Схема прозвучивания головки рельса ПЭП с углом ввода 70° и развертка типа А.

ПЭП с углом ввода 55° , акустическая ось которого направлена в сторону, противоположную движению дефектоскопа и развернута под углом 34° относительно продольной оси рельса, предназначен для выявления эхо-методом вертикальных поперечных трещин в рабочей грани головки рельса.

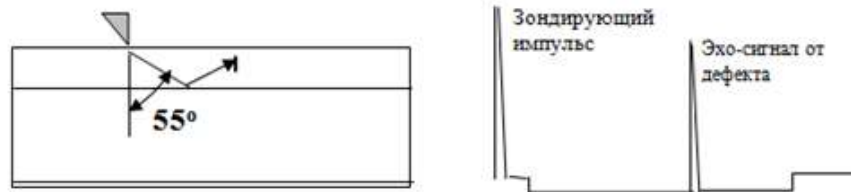


Рис.127. Схема прозвучивания головки рельса ПЭП с углом ввода 55° и развертка типа А.

Контроль шейки рельса и ее продолжения в головку и подошву осуществляется ЗТМ и эхо-методом прямым РС ПЭП, а также эхо-методом двумя наклонными ПЭП с углом ввода 45° .

Контроль болтовых отверстий для обнаружения трещин в их стенках осуществляется эхо-методом прямым РС ПЭП (рис.128 б) и наклонными ПЭП с углом ввода 45° .

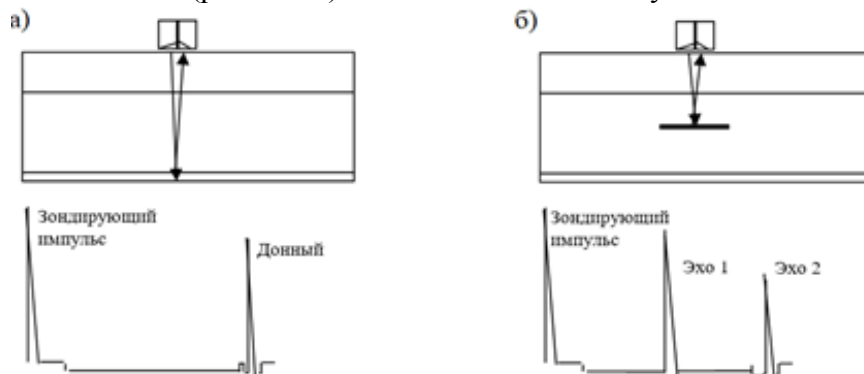


Рис.128. Схема прозвучивания головки рельса РС ПЭП с углом ввода 0° и развертка типа А.
а) – ЗТМ; б) - эхо-метод.



Рис.129. Схема прозвучивания рельса ПЭП с углом ввода 45° и развертка типа А.
а) – контроль шейки рельса и ее продолжения в головку и подошву;
б) - контроль болтовых отверстий.

Дефектоскоп предназначен для выявления следующих кодов дефектов

11.1-2, 12.1-2, 20.1-2, 21.1-2, 22.1-2, 24.1-2, 25.1-2, 26.3, 27.3, 31.1-2, 30.1-2, 38.1, 33.1, 50.1-2, 53.1, 55.1-2, 56.3, 57.3, 60.1-2, 66.3, 67.3

Изломы рельсов (дефекты кода 70.1/20.1, 70.1/60.1, 71.1/21.1, 71.1/31.1, 72.1/22.1, 73.1/33.1, 73.1/53.1, 74.1/24.1, 74.1/64.1, 75.1/25.1, 75.1/55.1, 75.1/65.1, 79.1/69.1).

Изломы рельсов (дефекты кода 70.2/20.2, 70.2/60.2, 71.2/21.2, 71.2/31.2, 72.2/22.2, 74.2/24.2, 74.2/64.2, 75.2/25.2, 75.2/55.2, 75.2/65.2, 76.3-4/26.3-4, 76.3-4/56.3-4, 76.3-4/66.3-4, 77.3-4/27.3-4, 77.3-4/57.3-4, 77.3-4/67.3-4, 79.2/69.2).

Устройство и работа составных частей дефектоскопа.

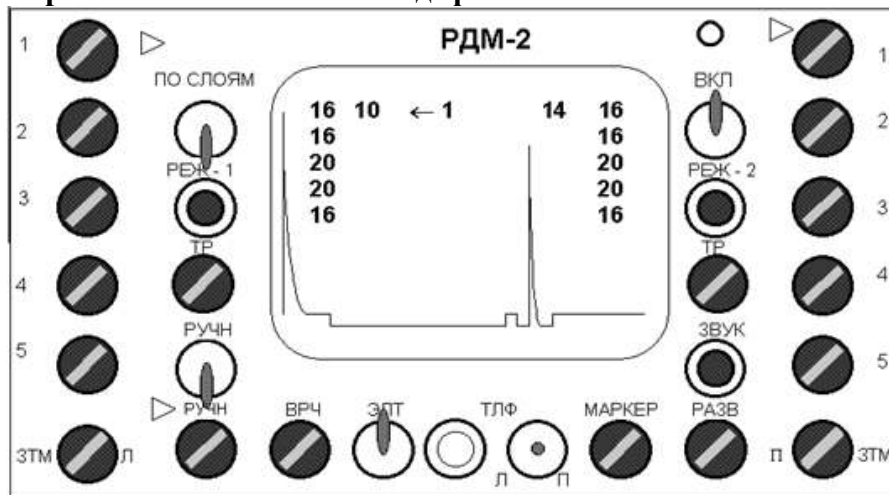


Рис.130. Вид передней панели электронного блока дефектоскопа.

Таблица 3

Обозначение	Назначение	Положение перед началом работы
ВКЛ	Тумблер включения дефектоскопа	Выключен - вниз
▷ 1, 2, 3, 4, 5, ЗТМ, РУЧН	Регуляторы усиления соответствующих каналов (отградуированы в «dB»)	Крайнее левое
ТР	Регуляторы задержки строба «донного» сигнала соответственно для правой и левой нити пути	Крайнее правое
БРЧ	Регулятор временной регулировки чувствительности (используется в режиме работы с ручным наклонным ПЭП для подавления шумов в начале развертки)	Крайнее левое
РУЧН	Тумблер включения дефектоскопа в режим «ручной контроль»	Выключен - вниз
ПО СЛОЯМ	Тумблер включения дефектоскопа в режим «по слоям» (используется при работе в одноканальном режиме)	Выключен - вниз
ЭЛТ	Тумблер включения индикации на электронно-лучевой трубке	Включен - вверх
П/Л	Тумблер отключения звуковой индикации правой или левой рельсовой нити	Среднее
ТЛФ	Разъем для подключения телефонов	Подключить телефоны
МАРКЕР	Регулятор перемещения маркерного импульса (используется для определения координат дефектов при работе в одноканальном режиме)	Произвольное
РАЗВ	Регулятор длительности развертки (используется в одноканальном режиме для удобства наблюдения сигналов на ЭЛТ)	Крайнее правое

Обозначение	Назначение	Положение перед началом работы
РЕЖ	Кнопки переключения режимов индикации на ЭЛТ (используются для вывода на ЭЛТ сигналов одного из десяти каналов в многоканальном и одноканальном режимах)	Кнопки без фиксации
ЗВУК	Кнопка отключения звуковой индикации отдельных каналов (используется также для установки в одноканальном режиме типа преобразователя, подключенного к каналу)	Кнопка без фиксации

Настройка работы дефектоскопа.

Определить и ввести в память дефектоскопа значение опорного уровня чувствительности, для чего необходимо:

1) перевести дефектоскоп в одноканальный режим и вывести на ЭЛТ индикацию канала, установить регулятор усиления этого канала в среднее положение;

2) установить соответствующий ПЭП на предварительно смоченную поверхность меры СО-3Р в положение, при котором амплитуда эхо-сигнала от опорного отражателя максимальная;

3) регулятором усиления соответствующего канала установить амплитуду эхо-сигнала на уровне срабатывания АСД;

4) нажать кнопку «▷» на задней панели дефектоскопа для запоминания установленного значения опорного уровня чувствительности;

5) перейти в многоканальный режим, для чего нажать и удерживать в течение 2-3 секунд кнопку РЕЖ-1 или РЕЖ-2. Регуляторами усиления соответствующих каналов установить значения условной чувствительности для левых и правых каналов.

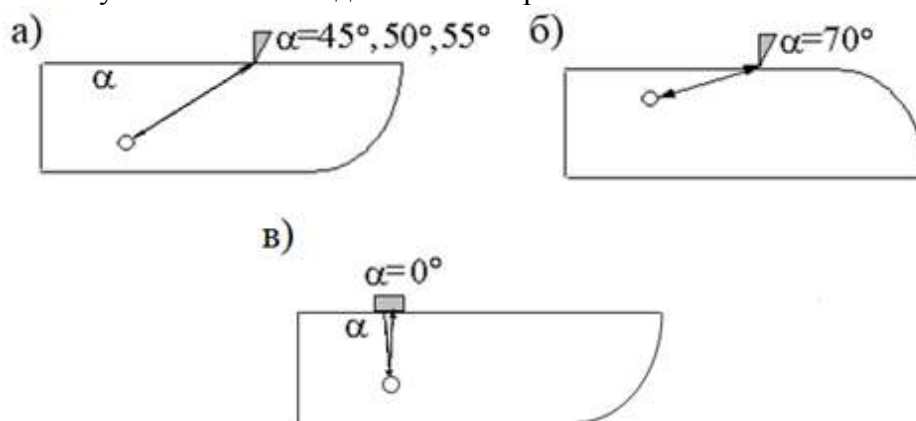


Рис.130. Положение ПЭП на поверхности меры СО-3Р при определении опорного уровня чувствительности. а) – для ПЭП с углами ввода 45° и 50°; б) - для ПЭП с углом ввода 70°; в) - для ПЭП с углом ввода 0°.

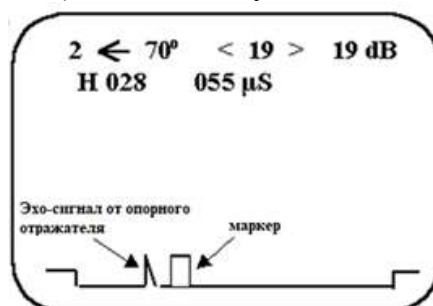


Рис.131. Вид экрана дефектоскопа в одноканальном режиме при определении опорного уровня чувствительности.

Проверить работоспособность и настроить каналы ЗТМ, для чего:

1) однократным нажатием кнопки РЕЖ-2 (РЕЖ-1) вывести на экран ЭЛТ индикацию 1

канала. Установить РС ПЭП на поверхность катания бездефектного участка рельса. Добиться появления донного сигнала от подошвы рельса;

2) регулятором ТР правой (левой) стороны дефектоскопа совместить строб донного сигнала канала ЗТМ с донным сигналом. Регулятором усиления ЗТМ правого канала установить чувствительность 14 дВ, при этом звук низкого тона в головных телефонах должен исчезнуть.

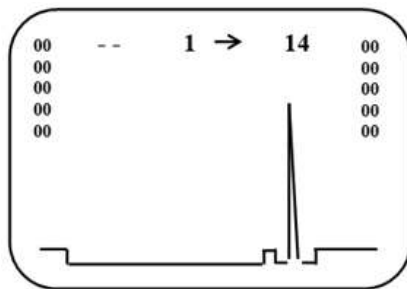


Рис.132. Вид экрана дефектоскопа в многоканальном режиме при настройке условной чувствительности канала ЗТМ.

Таблица 4 – Параметры сплошного УЗК рельсов.

№ канала	Угол ввода α , град	Мертвая зона М, мм	Условная (эквивалентная) чувствительность K_u , (Кэ)дБ	Минимальная условная чувствительность, дБ
1	0	≤ 6	16 (по эхо-методу) 14 (по ЗТМ)	10
2	70^{-5}	≤ 3	16	12
3 и 4	45^{+2}_{-6}	-	18	14
5	58^{+2}_{-3}	-	16	12

Таблица 5 – Параметры вторичного (ручного) УЗК рельсов.

Угол ввода α , град	Мертвая зона М, мм	Условная (эквивалентная) чувствительность K_u , (Кэ) дБ
0	≤ 6	16 (для эхо-метода)
45	-	20
50	≤ 8	18
55	≤ 6	16
65	≤ 3	16
70	≤ 3	16

1) Угол ввода и мертвую зону необходимо проверять, а условную чувствительность настраивать ежедневно перед проведением УЗК, и в случае замены ПЭП в соответствии с таблицей

2) Эквивалентную чувствительность эхо-метода для ПЭП с углом ввода $\alpha = 70^\circ$ необходимо настраивать по отверстию диаметром 6 мм, расположенном в мере СО-3Р на глубине 15 мм.

3) Условную чувствительность эхо-метода для ПЭП с углами ввода $\alpha = 50^\circ$, $\alpha = 55^\circ(58)^\circ$, 45° , 0° необходимо настраивать по отверстию диаметром 6 мм, расположенном в мере СО-3Р на глубине 44 мм.

3) Если в процессе УЗК температура окружающего воздуха изменилась более чем на 10°C относительно температуры, при которой осуществлялась проверка (настройка)

дефектоскопа, необходимо проверить угол ввода и настройку условной чувствительности для всех используемых ПЭП.

Настроить (проверить) ручные ПЭП, для чего:

- 1) включить тумблер РУЧН на передней панели дефектоскопа;
- 2) подключить ручной ПЭП к соответствующим разъемам на задней панели дефектоскопа;
- 3) нажатием кнопки РЕЖ-1 установить угол ввода УЗК подключенного ПЭП (рис.133);
- 4) определить опорный уровень чувствительности;
- 5) регулятором усиления РУЧН установить значение усиления, равное сумме значения опорного уровня чувствительности и значения условной чувствительности для советующего ПЭП;
- 6) проверить мертвую зону ПЭП.

При необходимости, регулятором ВРЧ установить уровень сигналов в ближней зоне (при поднятом ручном ПЭП) не более половины уровня срабатывания АСД.

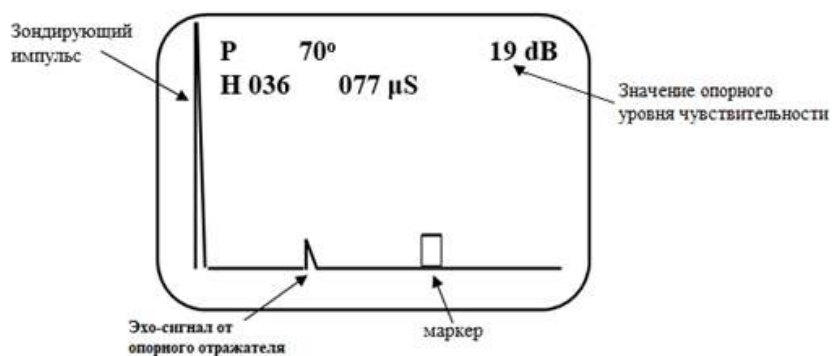


Рис.133. Вид экрана дефектоскопа. Определение опорного уровня чувствительности в режиме «Ручной контроль»

Угол ввода ПЭП устанавливается кратковременным нажатием кнопки РЕЖ-1. Условная чувствительность ручного наклонного ПЭП должна быть не менее чувствительности указанной в таблице выше.

2.2.2. Ультразвуковой дефектоскоп АВИКОН – 01.

Дефектоскоп АВИКОН-01МР (далее – дефектоскоп) предназначен для обнаружения дефектов в обеих нитях железнодорожного пути по всей длине и сечению рельса, за исключением перьев подошвы и зон шейки над и под болтовыми отверстиями, при сплошном контроле со скоростью движения до 4 км/ч, а также для выборочного ручного контроля сварных стыков, отдельных сечений и участков рельса, определения координат обнаруженных дефектов и их условных размеров.

Контроль рельсов выполняют путем перемещения дефектоскопа по контролируемому пути, при этом по каждой нити пути скользит два акустических блока, в каждом из которых находятся по три ПЭП. Дефектоскоп содержит по семь независимых дефектоскопических каналов на каждую нить пути и реализует на их основе десять информационных каналов. При этом семь информационных каналов используют эхо-метод, два информационных канала – зеркальный метод и один информационный канал – ЗТМ.

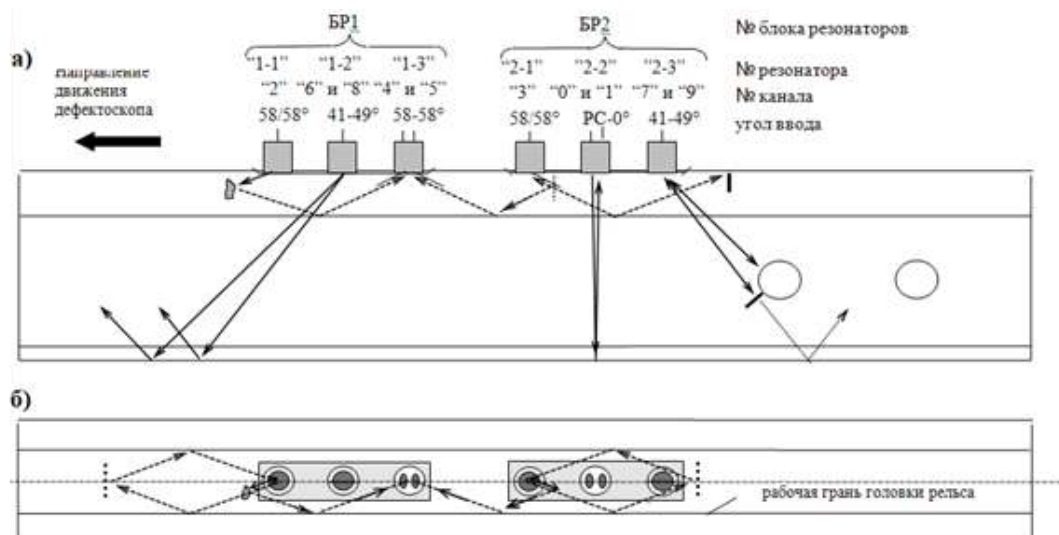


Рис.134. Основная схема прозвучивания рельсов при сплошном контроле
а) – вид сбоку; б) – вид сверху.

Контроль головки рельса осуществляют эхо-методом и зеркальным методом наклонными ПЭП с углом ввода $\alpha = 58^\circ$.

ПЭП с углом ввода $\alpha = 58^\circ$ предназначены для выявления вертикальных поперечных трещин в головке рельса. Данные ПЭП обеспечивают контроль как рабочей, так и нерабочей граней головки рельса.

Зеркальный метод применяется для выявления поперечных трещин в головке рельса, в том числе сильно развитых (имеющих зеркально отражающую поверхность), эхо-сигнал от которых не принимается резонаторами, работающими по эхо-методу. Зеркальный метод контроля головки является эффективным и для контроля «шумящих» рельсов (рельсов, пораженных микротрещинами в области выкружки головки).

Контроль шейки рельса и ее продолжения в головку и подошву осуществляют эхо-импульсным и зеркально-теневым методами прямым раздельно-совмещенным (РС) ПЭП, а также эхо-методом двумя наклонными ПЭП с близко расположенными углами ввода $\alpha = 41^\circ$ и $\alpha = 49^\circ$.

Контроль болтовых отверстий для обнаружения трещин в их стенках осуществляют эхо-методом прямым РС ПЭП и наклонными ПЭП с близко расположенными углами ввода $\alpha = 41^\circ$ и $\alpha = 49^\circ$.

Таблица 6

Контролируемая часть рельса		Канал	Методы контроля	Примечание
головка	Рабочая грань	«2» и «3»	Эхо	Режим "СХЕМА 1" Кнопка « И » отжата
		«4» и «5»	зеркальный	
	Нерабочая грань	«4» и «5»	эхо	Режим "СХЕМА II" Кнопка « И » отжата
Зона над шейкой	«0»	ЗТМ	За исключением слоя под поверхностью катания; Кнопка « И » отжата	
	«1», «6» и «7»	эхо		
Шейка (кроме болтовых отверстий)	«0»	ЗТМ	Кнопка « И » отжата	
	«1», «6» и «7»	эхо		
Болтовое отверстие		«6» и «7»	2 эхо	Специализированный режим контроля болтовых отверстий; кнопка « И » нажата








	«0»	ЗТМ	По протяжённости срабатывания и взаимному сравнению сигналов звукового индикатора от соседних болтовых отверстий между собой (при перемещении дефектоскопной тележки) или визуально по экрану ЖКД
	«1», «6» и «7»	эхо	Визуально по экрану ЖКД; кнопка «  » отжата
Подошва (зона под шейкой)	«8» и «9»	эхо	Кнопка «  » отжата

Таблица 7 – Параметры основной схемы прозвучивания дефектоскопа при сплошном контроле рельсов

Номер и тип ПЭП	Угол		Направление прозвучивания	Канал	Зона контроля рельса			Примечание
	ввода УЗК в рельс, градус	разворота ПЭП относительно продольной оси рельса, градус			начало, мкс	конец, мкс	В поперечном сечении рельса	
«1-1»	58^{+2}_{-3}	34 (в рабочую и нерабочую грани)	Вперед	«2»	24	99	Рабочая и нерабочая грань головки	Схема «ромб»
«1-2»	45^{+2}_{-6} (41-49)	0		«6»	11	авт	Шейка и продолжение ее в головку	Кнопка «  » отжата
					53	147	Болтовые отверстия	Кнопка «  » нажата
				«8»	авт	212	Подошва (под шейкой)	Кнопка «  » отжата
«1-3»	58^{+2}_{-3}	34 (в рабочую грань)		«4»	21	64	Рабочая грань головки	Совместно с ПЭП «1-1»
«2-1»		34 (в рабочую и нерабочую грани)	«5»	Совместно с ПЭП «2-1»				
«2-2»	0	0	Назад	«3»	24	99	Рабочая и нерабочая грань головки	Схема «ромб»
«2-3»	45^{+2}_{-6} (41-49)			Назад	«0»	авт	авт	Шейка и продолжение ее в головку и подошву
			«1»		2	авт		
			«7»		11	авт	Болтовые отверстия	Кнопка «  » нажата
«9»	авт		212	Подошва (под шейкой)	Кнопка «  » отжата			

Коды и размеры дефектов, выявляемых дефектоскопом АВИКОН-01:

11.1-2, 12.1-2, 20.1-2, 21.1-2, 22.1-2, 24.1-2, 25.1-2, 26.3, 27.3, 30.1-2, 31.1-2, 33.1, 38.1, 50.1-2, 53.1, 55.1-2, 56.3, 57.3, 60.1-2, 66.3, 67.3.

Изломы рельсов (дефекты кода 70.1/20.1, 70.1/60.1, 71.1/21.1, 71.1/31.1, 72.1/22.1, 73.1/33.1, 73.1/53.1, 74.1/24.1, 74.1/64.1, 75.1/25.1, 75.1/55.1, 75.1/65.1, 79.1/69.1).

Изломы рельсов (дефекты кода 70.2/20.2, 70.2/60.2, 71.2/21.2, 71.2/31.2, 72.2/22.2, 74.2/24.2, 74.2/64.2, 75.2/25.2, 75.2/55.2, 75.2/65.2, 76.3-4/26.3-4, 76.3-4/56.3-4, 76.3-4/66.3-4, 77.3-4/27.3-4, 77.3-4/57.3-4, 77.3-4/67.3-4, 79.2/69.2).

ДО.20.2 и ДСН.20.2, ДО.60.2 и ДСН.60.2, ДУН.21.2, ДУ.22.2.

Устройство и работа составных частей дефектоскопа.

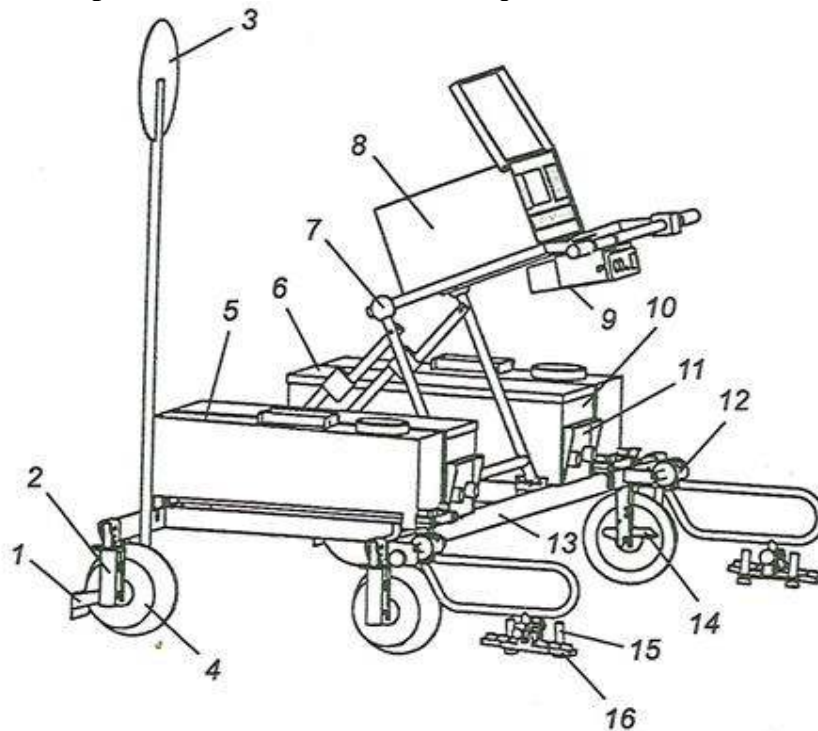


Рис.135. Основные составные части дефектоскопа.

Дефектоскопная тележка представляет собой конструкцию с размещенными на ней съемными узлами и блоками. Несущим узлом дефектоскопной тележки является сварная трубчатая ферма 13 с кронштейнами для крепления колес и ручками 2 для переноски двумя операторами.

На трубчатой ферме размещены следующие устройства, узлы и блоки:

- подъемное устройство 7;
- центрирующие механизмы 12;
- два бачка для контактирующей жизни 5;
- ящик (для аккумуляторных батарей) 6;
- ящик (для инструмента и принадлежностей) 10;
- четыре пластмассовых колеса 4;
- очистительные устройства 1;
- тормозное устройство 14;
- флажок 3;
- два пульта 11.

При подготовке дефектоскопа к эксплуатации на дефектоскопной тележке размещают:

- электронный блок 8;
- блок регистрации информации 9;
- четыре блока резонаторов (по два на каждую рельсовую нить) 16 с кабелями 15.

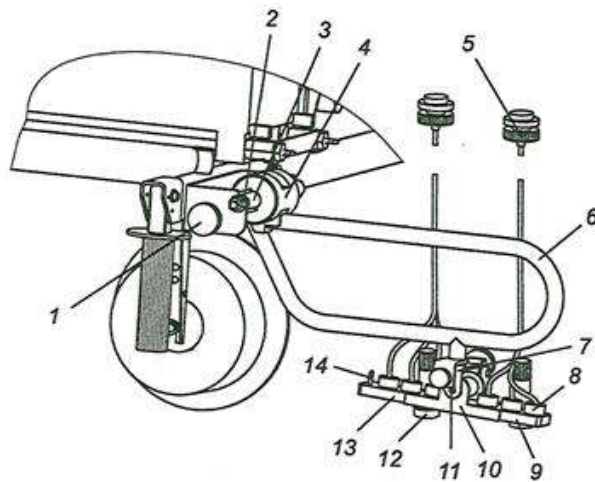


Рис.136. Центрирующий механизм с блоком резонаторов.

Центрирующий механизм предназначен для установки и удержания блоков резонаторов в оптимальном положении на поверхности катания.

Центрирующий механизм имеет каретку 4, которая перемещается по валу 3, закрепленному в корпусе на ферме 2. На каретке крепится искательная система с блоками резонаторов 12. Каретка через рычаг 6 соединена с кронштейном 7, на котором с помощью оси 11 закреплен рычаг со следящей пластиной 17 и держатель блоков резонаторов 10. Прижим следящих роликов к рабочей грани рельса обеспечивается пружиной, размещенной на валу 3.

Блок резонаторов состоит из основания 9, штуцера 14 для подачи контактирующей жидкости и резонаторов (на которых установлены корпуса 8 с боковыми гранями для фиксации положения резонатора относительно продольной оси рельса в зависимости от схемы прозвучивания).

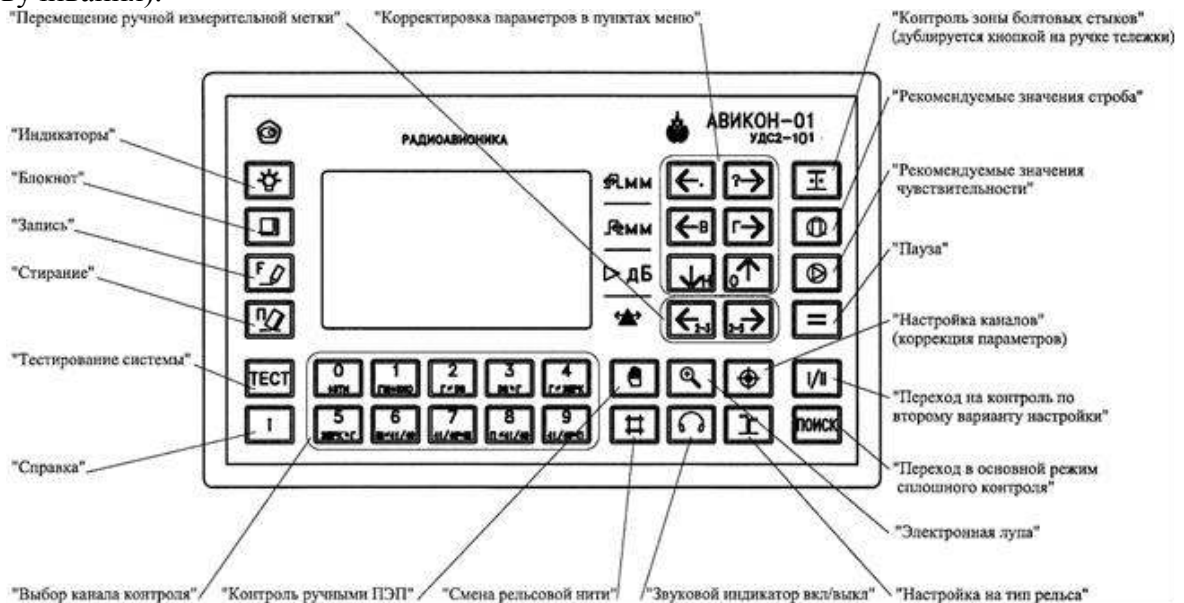


Рис.137. Вид панели управления дефектоскопа.

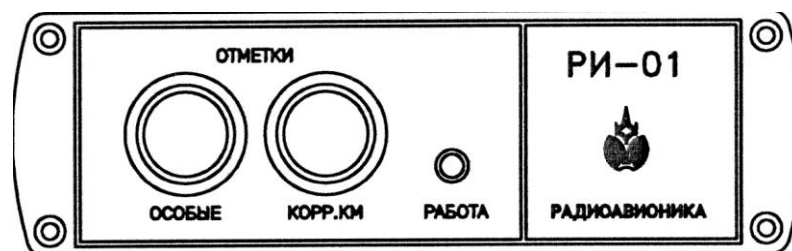












Рис.138. Вид панели управления регистратора.

Таблица 8 – Описание органов управления дефектоскопа





Органы управления	Режимы работы дефектоскопа	Назначение органов управления	Примечание
1. Кнопки «0» – «9»	«ПОИСК»	Переход в режим «ОЦЕНКА» для требуемого номера канала («0»–«9») сплошного контроля ранее установленных: рельсовой нити, варианта настройки	Одновременно отменяется операция «ТЕЛЕФОН ЗТМ» (если она была включена ранее)
	«ПОИСК+ ЗАПИСЬ»	То же с отменой режима «ЗАПИСЬ»	
	«НАСТРОЙКА»	Вызов канала сплошного контроля с требуемым номером («0»–«9») в режиме работы дефектоскопа «НАСТРОЙКА I» для ранее установленной рельсовой нити	
	«НАСТРОЙКА+ ЗАПИСЬ»	То же с отменой режима «ЗАПИСЬ»	
	«ОЦЕНКА», «КОРРЕКЦИЯ»	Вызов канала с требуемым номером («0»–«9») сплошного контроля для ранее установленных: режима работы дефектоскопа, рельсовой нити и варианта настройки	Одновременно отменяется операция «ТЕЛЕФОН Вызванного канала» (если она была включена ранее)
	«ОЦЕНКА+ ЗАПИСЬ», «КОРРЕКЦИЯ+ ЗАПИСЬ»	Отмена режима «ЗАПИСЬ» и переход в режим «ОЦЕНКА» для требуемого номера канала («0»–«9») сплошного контроля ранее установленных: рельсовой нити, варианта настройки и схемы прозвучивания	
	«РУЧНОЙ»	Вызов канала с требуемым номером («0»–«5») в режиме работы дефектоскопа «РУЧНОЙ»	Кнопки «6»–«9» не действуют
	«РУЧНОЙ+ ЗАПИСЬ»	То же с отменой режима «ЗАПИСЬ»	
	«ВВОД СТРОКИ»	Ввод цифровых символов параметров для последующей записи в электронный блокнот	Вводимый параметр выделен инверсией
2. Кнопка «ПОИСК»	«ПОИСК»	Переход к режиму «ПОИСК» для ранее установленного варианта настройки	Одновременно отменяется операция «ТЕЛЕФОН ЗТМ», если она была включена ранее
	«ОЦЕНКА», «КОРРЕКЦИЯ»		Одновременно отменяется операция «ТЕЛЕФОН




Органы управления	Режимы работы дефектоскопа	Назначение органов управления	Примечание
			Вызванного канала», если она была включена ранее
	«НАСТРОЙКА», «РУЧНОЙ», «ВВОД СЛУЖЕБНОЙ ИНФОРМАЦИИ», «ПРОСМОТР БЛОКНОТА», «ПРОСМОТР СТРОКИ»		
	«ЗАПИСЬ»	Отмена режима «ЗАПИСЬ» и переход к режиму «ПОИСК» для ранее установленного варианта настройки	
3. Кнопка  («НАСТРОЙКА»)	«ОЦЕНКА»	Переход в режим «КОРРЕКЦИЯ» для ранее установленных: номера канала, рельсовой нити и варианта настройки	
	«ЗАПИСЬ»	Переход в режим «НАСТРОЙКА» для ранее установленных: номера канала и рельсовой нити	
4. Кнопка  («РУЧНОЙ»)	«НАСТРОЙКА», «ПОИСК», «ОЦЕНКА», «КОРРЕКЦИЯ», «ПРОСМОТР БЛОКНОТА», «ЗАПИСЬ»	Переход в режим «РУЧНОЙ» для ранее выбранного (при предыдущем обращении) ручного канала	
5. Кнопка  («РЕЛЬСОВАЯ НИТЬ»)	«ПОИСК»	Предварительная установка требуемой рельсовой нити для режимов «НАСТРОЙКА», «ОЦЕНКА» («КОРРЕКЦИЯ»)	
	«НАСТРОЙКА», «ОЦЕНКА», «КОРРЕКЦИЯ»	Изменение рельсовой нити (вызов канала с ранее установленными номером канала и вариантом настройки, но для другой рельсовой нити)	

Органы управления	Режимы работы дефектоскопа	Назначение органов управления	Примечание
	«ВВОД СТРОКИ»	Изменение рельсовой нити (параметр «НИТЬ») для последующей записи в электронный блокнот	Параметр «НИТЬ» выделен инверсией
6. Кнопка 	«НАСТРОЙКА», «ПОИСК», «ОЦЕНКА», «КОРРЕКЦИЯ»	Переключение первого варианта настройки на второй или наоборот	
7. Кнопка  («БОЛТОВОЙ СТЫК»)	«ПОИСК», «ОЦЕНКА», «КОРРЕКЦИЯ»	Изменение алгоритма работы дефектоскопа для контроля болтовых стыков	Данную кнопку дублирует кнопка «БОЛТ. ОТВ» (на ручке дефектоскопной тележки). Кнопка  или «БОЛТ. ОТВ» при проходе болтового стыка удерживается в нажатом состоянии
	«ЗАПИСЬ»	То же с отменой режима «ЗАПИСЬ»	
	«ТЕСТИРОВАНИЕ КНОПОК»	Переход в режим «ВВОД СЛУЖЕБНОЙ ИНФОРМАЦИИ»	
8. Кнопка  («ТИП РЕЛЬСА»)	«НАСТРОЙКА», «ПОИСК», «ОЦЕНКА», «КОРРЕКЦИЯ»	Настройка параметров зоны контроля (независимо для каждой рельсовой нити) по фактической высоте контролируемых рельсов (операция «ТИП РЕЛЬСА»)	В режиме «РУЧНОЙ» кнопка действует только при работе с каналами «0» и «1»
	«ЗАПИСЬ»	Перезапуск режима «ЗАПИСЬ» с одновременным выполнением операции «ТИП РЕЛЬСА»	


Органы управления	Режимы работы дефектоскопа	Назначение органов управления	Примечание
9. Кнопка «  » («ЛУПА»)	«НАСТРОЙКА», «ОЦЕНКА», «КОРРЕКЦИЯ», «РУЧНОЙ»	Включение/отключение операции «ЭЛЕКТРОННАЯ ЛУПА» (растяжка зоны контроля на всю ширину поля развертки типа «А»)	
	«ПРОСМОТР БЛОКНОТА»	Вывод подробной информации по требуемой строке электронного блокнота	Требуемая строка выделена инверсией
	«ПРОСМОТР СТРОКИ»	Возврат к режиму «ПРОСМОТР БЛОКНОТА»	
10. Кнопка «  » («ТЕЛЕФОН»)	«ОЦЕНКА», «КОРРЕКЦИЯ»	Включение/отключение звукового индикатора для вызванного канала сплошного контроля	
11. Кнопка «  » В строке «  »	«НАСТРОЙКА», «ОЦЕНКА», «КОРРЕКЦИЯ», «РУЧНОЙ»	Уменьшение задержки (сдвиг влево по экрану ЖКД) начала зоны контроля для вызванного канала	Если слева от индицируемого значения имеется символ «  »
	«ВВОД СТРОКИ»	Ввод символа «•» для последующей записи в электронный блокнот параметра «ДЕФЕКТ»	Параметр «ДЕФЕКТ» выделен инверсией
	«КАЧЕСТВО ИЗОБРАЖЕНИЯ»	Уменьшение контрастности изображения на экране ЖКД	
12. Кнопка «  » В строке «  »	«НАСТРОЙКА», «ОЦЕНКА», «КОРРЕКЦИЯ», «РУЧНОЙ»	Увеличение задержки (сдвиг вправо по экрану ЖКД) начала зоны контроля для вызванного канала	
	«ВВОД СТРОКИ»	Ввод символа «?» для записи в электронный блокнот параметра «ДЕФЕКТ»	
	«КАЧЕСТВО ИЗОБРАЖЕНИЯ»	Увеличение контрастности изображения на экране ЖКД	
13. Кнопка «  В» В строке	«НАСТРОЙКА», «ОЦЕНКА», «КОРРЕКЦИЯ»,	Уменьшение задержки (сдвиг влево по экрану ЖКД) конца зоны контроля для вызванного	Если слева от индицируемого


Органы управления	Режимы работы дефектоскопа	Назначение органов управления	Примечание
«Г ←» «Г →» «Г ММ»	«РУЧНОЙ»	канала	значения имеется символ «←»
	«ВВОД СТРОКИ»	Ввод символа «В» для последующей записи в электронный блокнот параметра «ДЕФЕКТ»	Параметр «ДЕФЕКТ» выделен инверсией
	«КАЧЕСТВО ИЗОБРАЖЕНИЯ»	Уменьшение яркости изображения на экране ЖКД	
14. Кнопка «Г →» В строке «Г ММ»	«НАСТРОЙКА», «ОЦЕНКА», «КОРРЕКЦИЯ», «РУЧНОЙ»	Увеличение задержки (сдвиг вправо по экрану ЖКД) конца зоны контроля для вызванного канала	Если справа от индицируемого значения имеется символ «→»
	«ВВОД СТРОКИ»	Ввод символа «Г» для последующей записи в электронный блокнот параметра «ДЕФЕКТ»	Параметр «ДЕФЕКТ» выделен инверсией
	«КАЧЕСТВО ИЗОБРАЖЕНИЯ»	Увеличение яркости изображения на экране ЖКД	
15. Кнопки «↓» и «↑» в строке «ДБ»	«НАСТРОЙКА», «ОЦЕНКА», «КОРРЕКЦИЯ», «РУЧНОЙ»	Соответственно уменьшение или увеличение условной чувствительности приемного тракта для вызванного канала	Если слева или справа от индицируемого значения
	«НАСТРОЙКА» (после нажатия кнопки «⊙» в режиме «НАСТРОЙКА+ЗАПИСЬ»)	Соответственно уменьшение или увеличение номера закона ВРЧ для вызванного канала	имеются соответственно символы «↓» или «↑»
	«ПРОСМОТР БЛОКНОТА»	Перемещение вниз/вверх по строкам электронного блокнота	Установленная строка электронного блокнота выделена инверсией
	«ВВОД СЛУЖЕБНОЙ ИНФОРМАЦИИ»	Изменение значения параметра	Установленный параметр выделен инверсией
16. Кнопки «←» и «→» в строке «▲»	«НАСТРОЙКА», «ОЦЕНКА», «КОРРЕКЦИЯ», «РУЧНОЙ»	Перемещение соответственно влево/вправо измерительной метки для вызванного канала	
	«ВВОД СТРОКИ», «ВВОД СЛУЖЕБНОЙ ИНФОРМАЦИИ»	Перемещение влево/вправо по значениям вводимых параметров	Установленный параметр выделен инверсией
17. Кнопка «⊙»	«НАСТРОЙКА», «ОЦЕНКА»	Установка рекомендуемых (штатных) параметров (начало и	


Органы управления	Режимы работы дефектоскопа	Назначение органов управления	Примечание
(«РЕКОМЕНДУЕМЫЙ СТРОБ»)	«КОРРЕКЦИЯ», «РУЧНОЙ»	конец) зоны контроля для вызванного канала	
18 Кнопка  («РЕКОМЕНДУЕМАЯ ЧУВСТВИТЕЛЬНОСТЬ»)	«НАСТРОЙКА», «РУЧНОЙ»	Установка рекомендуемой (штатной) чувствительности для вызванного канала с использованием сигналов от эталонных отражателей	
	«ОЦЕНКА», «КОРРЕКЦИЯ»	Воспроизведение рекомендуемой (штатной) ранее настроенной чувствительности для вызванного канала	
	«НАСТРОЙКА+ЗАПИСЬ», «НАСТРОЙКА+КОРРЕКЦИЯ»	Установка параметра «ВРЧ» (во втором пункте меню) и «АТТЕНЮАТОР» (в третьем пункте меню)	
19. Кнопка  («БЛОКНОТ»)	«НАСТРОЙКА», «ПОИСК», «ОЦЕНКА», «КОРРЕКЦИЯ», «РУЧНОЙ»	Переход в режим «ПРОСМОТР БЛОКНОТА»	
	«ЗАПИСЬ»	Переход в режим «ВВОД СТРОКИ»	
20. Кнопка  («ЗАПИСЬ»)	«НАСТРОЙКА», «ПОИСК», «ОЦЕНКА», «КОРРЕКЦИЯ», «РУЧНОЙ»	Установка (перезапуск) совмещенного/ предварительного режима «ЗАПИСЬ»	
	«ВВОД СТРОКИ»	Запись введенной информации в электронный блокнот и переход в режим «ПРОСМОТР БЛОКНОТА»	
21. Кнопка  («СТИРАНИЕ»)	«ПОИСК»	Отключение звуковых индикаторов по всем каналам кроме каналов «0» сплошного контроля для обеих рельсовых нитей (операция «ТЕЛЕФОН ЗТМ»)	
	«ОЦЕНКА», «КОРРЕКЦИЯ»	Отключение звуковых индикаторов по всем каналам обеих рельсовых нитей кроме вызванного (операция «ТЕЛЕФОН ВЫЗВАННОГО КАНАЛА»)	
	«ПРОСМОТР СТРОКИ»	Стирание не представляющей интерес строки в электронном блокноте и переход в режим «ПРОСМОТР БЛОКНОТА»	
	«ВВОД СТРОКИ»	Отмена ввода новой строки в электронный блокнот и переход в режим «ПРОСМОТР	

Органы управления	Режимы работы дефектоскопа	Назначение органов управления	Примечание
		БЛОКНОТА»	
22. Кнопка «  » («ПОДСВЕТ»)	любой (кроме «ЗАПИСЬ»)	Включение/отключение подсвета экрана ЖКД	
	«ЗАПИСЬ»	Установка режима «КАЧЕСТВО ИЗОБРАЖЕНИЯ»	
23. Кнопка «  » («СПРАВКА»)	любой (кроме режима «ВВОД СЛУЖЕБНОЙ ИНФОРМАЦИИ»)	Выполнение режима «СПРАВКА»	
24. Кнопка «ТЕСТ»	«НАСТРОЙКА», «ПОИСК», «ОЦЕНКА», «КОРРЕКЦИЯ», «ЗАПИСЬ», «КАЧЕСТВО ИЗОБРАЖЕНИЯ»	Выполнение режима «ТЕСТИРОВАНИЕ ДЕФЕКТОСКОПА»	
25. Кнопка «  » («ПАУЗА»)	«НАСТРОЙКА», «ПОИСК», «ОЦЕНКА», «КОРРЕКЦИЯ», «ЗАПИСЬ»	Установка режима «ПАУЗА»	

Настройка работы дефектоскопа.

Вывести на экран развертку типа «А» канала «1» сплошного контроля левой (правой) нити пути, для чего нажать кнопку «1». Для смены рельсовой нити нажать кнопку «».

Установить рекомендуемые дефектоскопом параметры зоны контроля настраиваемого канала, для чего нажать кнопку «».

Установить БР2 на предварительно смоченную КЖ поверхность меры СО-ЗР со стороны шкалы « α° » так, чтобы центр резонатора «2-2» оказался ориентировочно у отметки, соответствующей углу ввода резонатора, по шкале « α° » меры СО-ЗР. Выявить отверстие диаметром 6 мм на глубине 44 мм в мере СО-ЗР. При необходимости повысить чувствительность кнопкой «».

Убедиться, что полученный от отверстия в мере СО-ЗР эхо-сигнал находится в пределах зоны контроля, а индицируемое (в верхней части экрана ЖКД) значение глубины расположения отражателя Н ориентировочно составляет «42» (42 ± 3 мм).

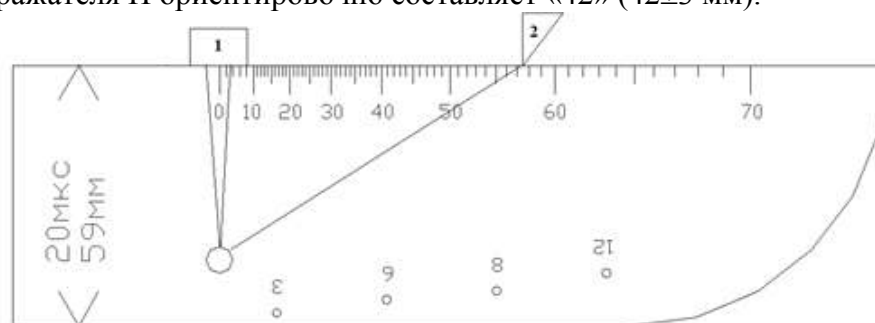





Рис.139. Настройка канала контроля
1 - РС ПЭП с углом ввода $\alpha = 0^\circ$; 2 –ПЭП с углом ввода $\alpha = 58^\circ$.

Перемещая БР в небольших пределах и, при необходимости нажимая кнопки «» и «», добиться:


- 1) максимальной амплитуды эхо-сигнала от отверстия в мере СО-ЗР;
- 2) положения вершины эхо-сигнала (по вертикали) между уровнем срабатывания АСД (изображением зоны контроля) и верхней горизонталью экрана, при этом индицируемое в



верхней части экрана ЖКД значение превышения амплитуды сигнала уровня срабатывания АСД N должно находиться в пределах от 0 до 18 дБ ($0 < N < 18$).

Не сдвигая БР, настроить канал дефектоскопа на рекомендуемую условную чувствительность, для чего нажать кнопку «». Убедиться, что в третьем пункте меню значение фактической условной чувствительности равно значению рекомендуемой условной чувствительности.


Настроить каналы «2» - «9» сплошного контроля на рекомендуемую **условную чувствительность** как и для канала «1», учитывая разворот резонатора относительно продольной оси (для каналов «2» - «5»).


Установить искательную систему с установленными БР1 и БР2 на предварительно смоченную КЖ поверхность катания, по оси рельса в зоне отсутствия дефектов и отверстий для болтов и рельсовых соединителей.

Вывести на экран развертку типа «А» канала «0» сплошного контроля левой (правой) нити пути, для чего нажать кнопку «0». При необходимости смены рельсовой нити нажать кнопку «».

Вращая винт, расположенный на искательной системе, отцентрировать искательную систему, перемещая ее в небольших пределах поперек продольной оси рельса и, уменьшая или увеличивая усиление кнопками «» и «», добиться:

- 1) максимальной амплитуды первого донного сигнала;
- 2) положения вершины первого донного сигнала (по вертикали) между уровнем срабатывания АСД (изображением зоны контроля) и верхней горизонталью экрана (индицируемое в верхней части экрана ЖКД значение N должно находиться в пределах от 0 до 18 дБ);

Настройка параметров зоны контроля для канала ЗТМ (выполнить операцию «ТИП РЕЛЬСА»), для чего нажать кнопку «».

Не сдвигая БР, настроить канал на рекомендуемую условную чувствительность, для чего нажать кнопку «». Убедиться, что в третьем пункте меню значение фактической условной чувствительности относительно первого донного сигнала равно значению рекомендуемой условной чувствительности.

Настроить каналы сплошного контроля «1» – «7» на условную чувствительность в соответствии с таблицей, для чего:




- 1) Перевести дефектоскоп в режим «ПОИСК», нажатием кнопки «**ПОИСК**»;
- 2) Нажатием кнопок «1» – «7», перевести дефектоскоп в режим «ОЦЕНКА» для соответствующего канала и, нажатием кнопок «» и «» установить требуемое значение условной чувствительности, после чего нажать кнопку «» (режим «КОРРЕКЦИЯ») для сохранения откорректированного параметра.

Таблица 9 – Значения условной чувствительности для каналов сплошного контроля рельсов

№ канала	Метод контроля	Угол ввода, α	Условная чувствительность K_y , дБ	Минимальная условная чувствительность K_y , дБ	Опорный отражатель
0	ЗТМ	0	14	10	Донная поверхность рельса на бездефектном участке
1	Эхо	0	14	10	Отверстие диаметром 6 мм на глубине 44 мм в мере СО-3Р
2,3	Эхо	58	16	12	
4,5	Зеркальный	58	16	16	
6,7	Эхо	41/49	18	14	
8,9	Эхо	41/49	18	14	

Проверка мертвой зоны РС ПЭП канала «1» сплошного контроля:

- 1) удалить ПЭП с меры СО-3Р и изменить длительность ВРЧ до прекращения срабатывания АСД;
- 2) не изменяя условную чувствительность дефектоскопа, установить ПЭП в зону отверстий диаметром 2 мм, расположенных на глубине 3; 6; 8 и 12 мм;
- 3) определить отверстие с минимальной глубиной расположения, эхо-сигнал от которого может быть различим на фоне шумов (зондирующего импульса и ручного ПЭП). Полученное значение глубины (величина мертвой зоны) должно удовлетворять требованиям таблицы.

Таблица 10 – Параметры УЗК ручного контроля

№ канала	Угол ввода, α °	Условная (эквивалентная) чувствительность K_u (Кэ), дБ	Мертвая зона М, мм, не более	Опорный отражатель
0	0	14	-	Донная поверхность рельса на бездефектном участке (1-й донный сигнал)
1	0	16	6	Отверстие диаметром 6 мм на глубине 44 мм в мере СО-3Р
2	45	20	-	
3	50	18	8	
4	58	16	8	
5	65	16	3	Отверстие диаметром 6 мм на глубине 15 мм в мере СО-3Р

Настройка каналов ручного контроля.

Установить режим дефектоскопа «РУЧНОЙ», нажатием кнопки «».

Вывести на экран развертку типа «А» канала «0» ручного контроля, для чего нажать кнопку «0».

Подключить РС ПЭП П112-2,5 к соответствующему разъему, расположенному справа на дефектоскопной тележке.

Установить РС ПЭП П112-2,5 на предварительно смоченную КЖ поверхность катания, по оси рельса в зоне отсутствия дефектов и отверстий для болтов и рельсовых соединителей. Получить на экране донный сигнал.

Настроить параметры зоны контроля (выполнить операцию «ТИП РЕЛЬСА»), для чего нажать кнопку «».

Перемещая ручной ПЭП в небольших пределах поперек продольной оси рельса и изменяя при необходимости значение чувствительности (усиления) кнопками «» и «», добиться:

- 1) максимальной амплитуды первого донного сигнала;
- 2) положение вершины первого донного сигнала (по вертикали) между уровнем срабатывания АСД (зоной контроля) и верхней горизонталью экрана (индицируемое в верхней части экрана ЖКД значение амплитуды N должно быть $0 < N < 18$).

Настроить канал дефектоскопа на рекомендуемую условную чувствительность, для чего нажать кнопку «».

Вывести на экран развертку типа «А» канала «1» ручного контроля, для чего нажать кнопку «1».

Настроить канал «1» ручного контроля на рекомендуемую условную чувствительность, как и для канала «1» сплошного контроля, по методике, описанной в п.п.6.4.4.2-6.4.4.5 настоящей Технологической инструкции.

Вывести на экран развертку типа «А» канала «2» ручного контроля, для чего нажать кнопку «2».

Подключить ПЭП П121 2,5-45 к соответствующему разъему, расположенному слева на дефектоскопной тележке.

Установить рекомендуемые дефектоскопом параметры зоны контроля настраиваемого канала, для чего нажать кнопку « \square ».

Проверка точки выхода луча и угла ввода ПЭП.

Установить ПЭП на предварительно смоченную КЖ поверхность меры СО-3Р в положение, при котором амплитуда эхо-сигнала от цилиндрической поверхности меры максимальна (вершина по высоте должна располагаться между уровнем срабатывания АСД и верхней горизонтальной экран). При необходимости уменьшить или увеличить чувствительность (усиление) соответственно кнопками « \downarrow » и « \uparrow ». При данном положении ПЭП точка выхода луча совпадает с меткой центра полуокружности меры СО-3Р.

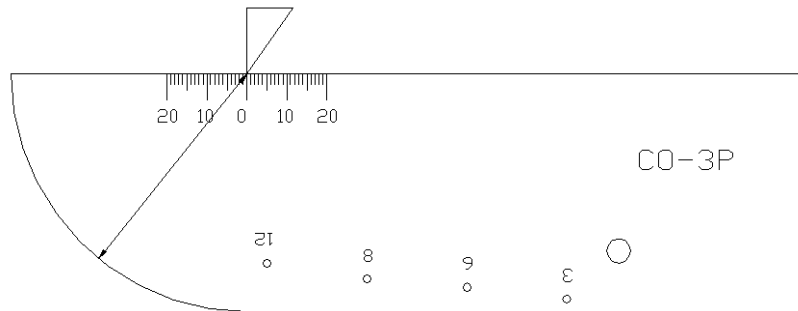


Рис.140. Определение точки выхода луча наклонных ПЭП.

Нанести метку на корпус ПЭП, обозначающая точку выхода луча.

Установить ПЭП на предварительно смоченную КЖ поверхность меры СО-3Р и, перемещая ПЭП вдоль меры, добиться максимальной амплитуды эхо-сигнала от отверстия диаметром 6 мм на глубине 44 мм (вершина по высоте должна располагаться между уровнем срабатывания АСД и верхней горизонтальной экран). При необходимости уменьшить или увеличить чувствительность (усиление) соответственно кнопками « \downarrow » и « \uparrow ».

Определение угла ввода луча ПЭП по шкале « α° », нанесенной на боковой поверхности меры СО-3Р против точки выхода луча ПЭП.

Настроить канал «2» ручного контроля на рекомендуемую условную чувствительность, как и для канала «1» сплошного контроля, по методике, описанной в п.п.6.4.4.3-6.4.4.5 настоящей Технологической инструкции.

Нажатием кнопок « \downarrow » и « \uparrow » установить значение условной чувствительности в соответствии с таблицей 4, после чего нажать кнопку « \square » (режим «КОРРЕКЦИЯ») для сохранения откорректированного параметра.

Проверка мертвой зоны ПЭП, для чего:

- 1) удалить ПЭП с меры СО-3Р и изменить длительность ВРЧ до прекращения срабатывания АСД;
- 2) Не изменяя условную чувствительность дефектоскопа, установить ПЭП в зону отверстий диаметром 2 мм, расположенных на глубине 3; 6; 8 и 12 мм;
- 3) Определить отверстие с минимальной глубиной расположения, эхо-сигнал от которого может быть различим на фоне шумов (зондирующего импульса и ручного ПЭП).

2.2.3. Ультразвуковой дефектоскоп АВИКОН – 11.

Дефектоскоп АВИКОН-11 предназначен для обнаружения дефектов в обеих нитях железнодорожного пути по всей длине и сечению рельса, за исключением перьев подошвы и зон шейки под болтовыми отверстиями, при сплошном контроле со скоростью движения до 4 км/ч, а также для выборочного ручного контроля сварных стыков, отдельных сечений и участков рельса, определения координат обнаруженных дефектов и их условных размеров.

Контроль рельсов выполняют путем перемещения дефектоскопа по контролируемому пути, при этом по каждой нити пути скользит два акустических блока, в каждом из которых находится по три ПЭП. Дефектоскоп содержит по семь независимых дефектоскопических каналов на каждую нить пути и реализует на их основе десять информационных каналов. При

этом восемь информационных каналов используют эхо-метод, два информационных канала – зеркальный метод и один информационный канал – ЗТМ.

Конструкция акустических блоков обеспечивает возможность применения основной схемы прозвучивания

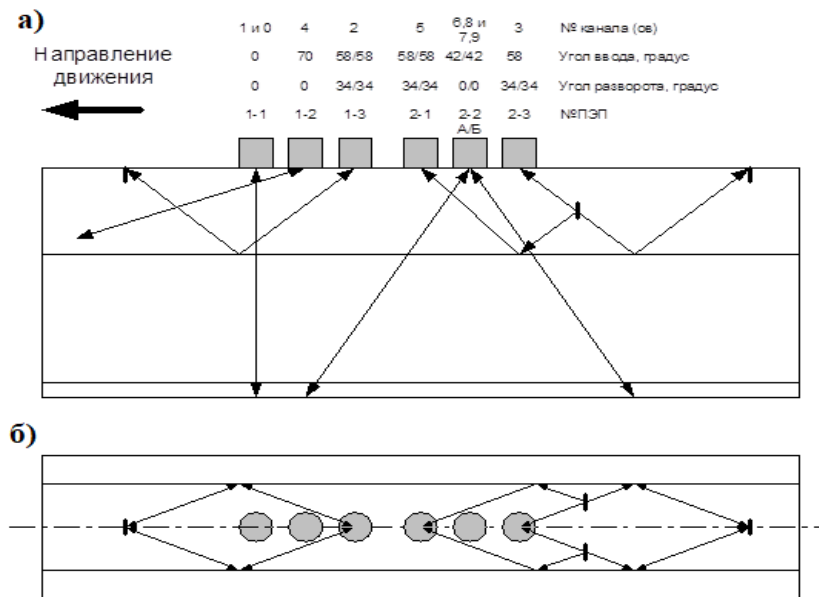


Рис.141. Основная схема прозвучивания дефектоскопа.

Контроль головки рельса осуществляют эхо-методом и зеркальным методом наклонными ПЭП с углами ввода $\alpha = 70^\circ$ и $\alpha = 58^\circ$.

ПЭП с углом ввода $\alpha = 70^\circ$ обеспечивают прозвучивание центральной части головки рельса. Данные ПЭП предназначены для выявления дефектов типа вертикальных поперечных трещин в средней части головки рельса, в том числе и развивающихся под горизонтальными расслоениями на расстоянии не более 50 мм от начала расслоения в направлении прозвучивания ПЭП.

ПЭП с углом ввода $\alpha = 58^\circ$ предназначены для выявления вертикальных поперечных трещин в головке рельса. Данные ПЭП обеспечивают контроль как рабочей, так и нерабочей граней головки рельса.

Зеркальный метод применяется для выявления поперечных трещин в головке рельса, в том числе сильно развитых (имеющих зеркально отражающую поверхность), эхо-сигнал от которых не принимается резонаторами, работающими по эхо-методу. Зеркальный метод контроля головки является эффективным и для контроля “шумящих” рельсов (рельсов, пораженных микротрещинами в области выкружки головки).

Контроль шейки рельса и ее продолжения в головку и подошву осуществляют эхо-импульсным и зеркально-теневым методами прямым РС ПЭП, а также эхо-методом двумя наклонными ПЭП с углом ввода $\alpha = 42^\circ$.

Контроль болтовых отверстий для обнаружения трещин в их стенках осуществляют эхо-методом прямым РС ПЭП и наклонными ПЭП с углом ввода $\alpha = 42^\circ$.

Таблица 11 – Параметры основной схемы прозвучивания

Канал контроля	Блок Резонаторов	Угол ввода УЗК в рельс, град.	Угол разворота резонатора относительно продольной оси рельса, градус	Направление Прозвучивания	Зона контроля (мм/мкс)	Примечание		
«0»	БР1	0	0	–	2-авт	Вся высота		
«1»								
«2»	БР2	58^{+2}_{-3}	± 34	Вперед	26-125	Рабочая и нерабочая грани головки		
«3»				Назад				
«4»	БР1	70^{-5}	0	Вперед	2-80	Центральная часть головки		
«5»	БР2	58	± 34	Назад	10-120	Рабочая и нерабочая грани головки		
«6»				Вперед			6-авт	Шейка и продолжение ее в головку
«7»				Назад				
«8»				42^{+5}_{-3}	0	Вперед	Авт-185	Подошва (под шейкой)
«9»						Назад		

Коды и размеры дефектов, выявляемых дефектоскопом АВИКОН-11:

11.1-2, 12.1-2, 20.1-2, 21.1-2, 22.1-2, 24.1-2, 25.1-2, 26.3, 27.3, 30.1-2, 31.1-2, 33.1, 38.1, 50.1-2, 53.1, 55.1-2, 56.3, 57.3, 60.1-2, 66.3, 67.3.

Изломы рельсов (дефекты кода 70.1/20.1, 70.1/60.1, 71.1/21.1, 71.1/31.1, 72.1/22.1, 73.1/33.1, 73.1/53.1, 74.1/24.1, 74.1/64.1, 75.1/25.1, 75.1/55.1, 75.1/65.1, 79.1/69.1).

Изломы рельсов (дефекты кода 70.2/20.2, 70.2/60.2, 71.2/21.2, 71.2/31.2, 72.2/22.2, 74.2/24.2, 74.2/64.2, 75.2/25.2, 75.2/55.2, 75.2/65.2, 76.3-4/26.3-4, 76.3-4/56.3-4, 76.3-4/66.3-4, 77.3-4/27.3-4, 77.3-4/57.3-4, 77.3-4/67.3-4, 79.2/69.2).

ДО.20.2 и ДСН.20.2, ДО.60.2 и ДСН.60.2, ДУН.21.2, ДУ.22.2.

Устройство и работа составных частей дефектоскопа.

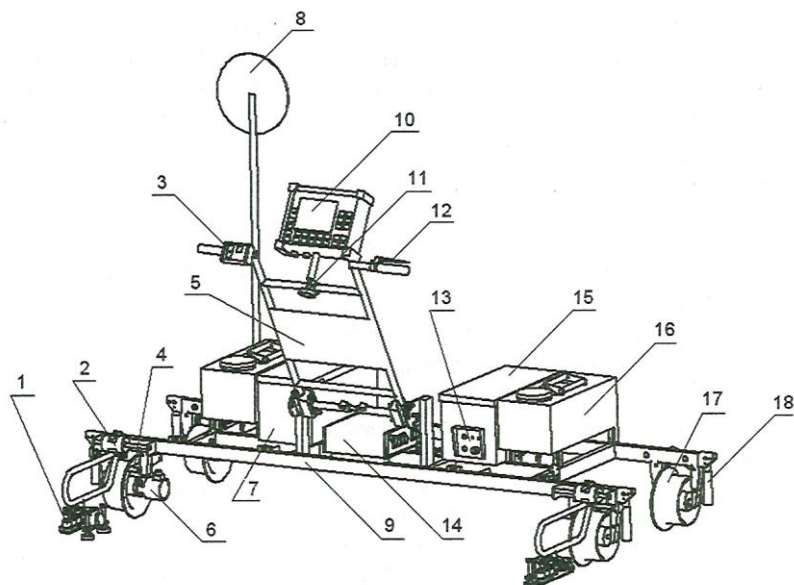


Рис.142. Основные составные части дефектоскопа.

1 – блоки резонаторов (БР1, БР2), 2 – центрирующие механизмы, 3 – пульт выносной, 4 – тормоз, 5 – подъемное устройство, 6 – датчик пути, 7- ящик (для инструмента и принадлежностей), 8 – флажок, 9 – рама тележки, 10 – блок управления и индикации (БУИ), 11 – фиксатор БУИ, 12 – ручка фиксатора подъемника, 13 – панель ящика аккумуляторного, 14 – блок ультразвуковой многоканальный (БУМ), 15 – ящик (для аккумуляторных батарей), 16 – бачок, 17 – колесо, 18 – ручка переноски.

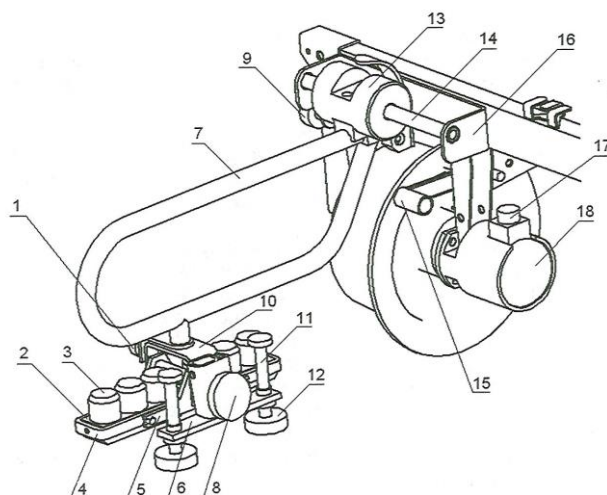


Рис.143. Центрирующий механизм с блоком резонаторов.

1 – стопорный винт, 2 – пластина, 3 – корпус, 4 – рамка блоков резонаторов, 5 – пружинная пластина, 6 – следящая пластина, 7 – рычаг, 8 – винт центровки, 9 – ограничительный винт, 10 – кронштейн, 11 – винт регулировки подшипников на высоте, 12 – подшипник, 13 – центрирующая каретка, 14 – цилиндрическая направляющая, 15 – тормоз, 16 – скоба крепления, 17 – разъем датчика пути, 18 – датчик пути.

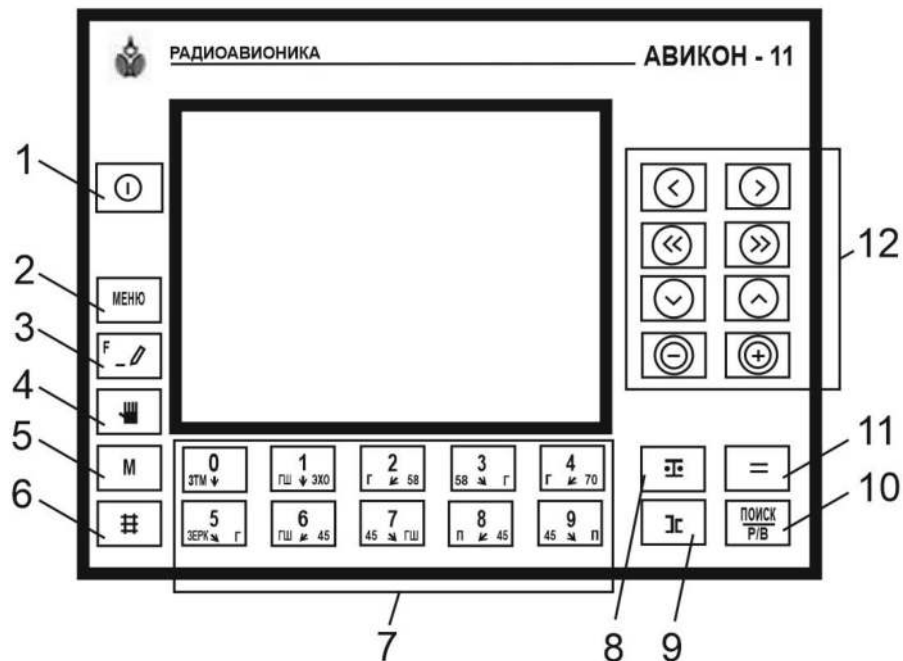
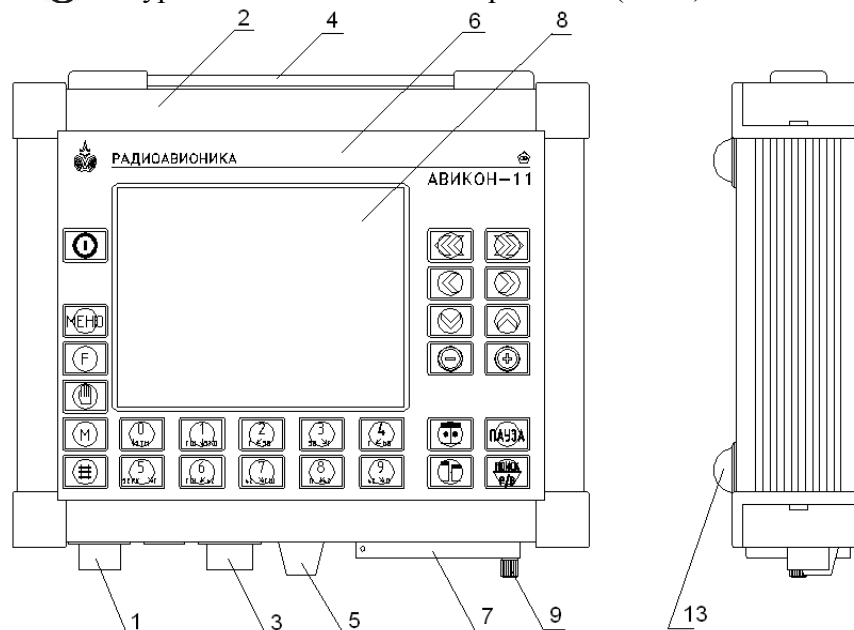


Рис.144. Назначение кнопок на передней панели БУИ

1 – включение/выключение дефектоскопа; 2 – вызов режима «Меню»; 3 – смена списка параметров по каналу или вызов контекстного меню; 4 – вызов режима «Ручной»; 5 – «Магнитный» (может быть не задействованной); 6 – смена рельсовой нити (левая/правая); 7 – выбор канала контроля; 8 – режим «Болтовой стык» (дублируется на выносном пульте); 9 – «Тип рельса»; 10 – вызов режима «Поиск-М» и «Поиск-В» (поочередно); 11 – «Пауза» (может быть не задействованной); 12 – кнопки для работы с «Меню» и изменения параметров по каналу.

Назначение кнопок при работе в режиме «Меню»:

- 1) ⏪ - уменьшение значения;
- 2) ⏩ - увеличение значения;
- 3) ⏴ - перемещение влево;
- 4) ⏵ - перемещение вправо;
- 5) ⏶ - перемещение вниз;
- 6) ⏷ - перемещение вверх;
- 7) ⏹ - уровень вверх или отмена (Esc);
- 8) ⏺ - уровень ниже или подтверждение (Enter).



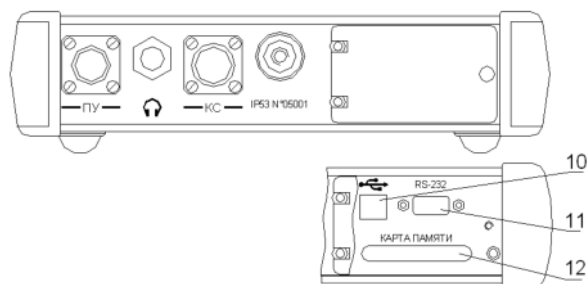


Рис.145. Общий вид блока управления и индикации (БУИ)

- 1 - разъем для подключения выносного пульта; 2 – корпус; 3 -соединительный разъем; 4 – ручка; 5 - муфта крепления; 6 - кнопочная панель управления; 7 – крышка; 8 – ЖКИ; 9 - фиксатор крышки; 10 - USB порт; 11 - СОМ-порт (RS-232); 12 - разъем карты памяти; 13 - опора.

Органы управления дефектоскопной тележки.

На передней панели аккумуляторного ящика расположены:

- 1) гнезда «+/-12V» – для подключения электропитания внешних устройств мощностью не более 5 Вт;
- 2) тумблер «ВКЛ» на панели аккумуляторного ящика обеспечивает подключение или отключение цепи питания БУМ и БУИ от аккумулятора;
- 3) левый соединительный разъем «КС» – для коммутации между собой БУИ, БУМ и аккумулятора;
- 4) правый соединительный разъем «КС» – дополнительный;
- 5) предохранитель 2А – защита от перегрузки цепи питания БУИ и БУМ;
- 6) предохранитель 0,5А – защита от перегрузки цепи питания внешних устройств, подключаемых к гнездам «+/-12В».

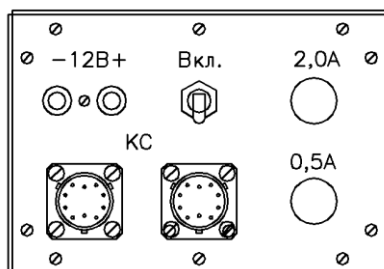


Рис.146. Расположение органов управления на панели аккумуляторного ящика.

Настройка работы дефектоскопа.

Установить режим работы «Настройка», для чего нажать кнопку «МЕНЮ», выбрать кнопкой «↙» или «↗» пункт «Меню/Настройка», нажать кнопку «⊕», затем еще раз нажать кнопку «⊕» для подтверждения пункта меню «Настройка/Новая». При этом на экране дефектоскопа должен установиться режим «Настройка», приведенный на рисунке.

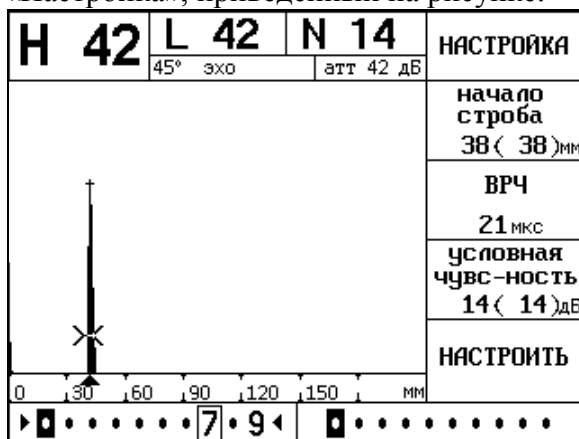








Рис.147. Вид экрана дефектоскопа в режиме «Настройка».

Для настройки каналов 0-7 сплошного контроля выбрать канал нажатием кнопки «0» - «7» и нить контроля кнопкой «». В нижней части экрана цифра номера установленного канала обведена прямоугольным символом «□», а направление символа «» или «» (расположенного в середине нижнего ряда) дополнительно индицирует рельсовую нить, для которой будет настраиваться канал. При этом, в первый момент, вместо цифр будут индицироваться точки «•», которые по мере настройки каналов будут заменены на цифры (номера каналов).

Нажатием кнопки «0», перевести дефектоскоп в одноканальный режим работы с установленным в БР1 левой стороны резонатором РС ПЭП канала 0.

Не вынимая из искательной системы, установить БР1 на предварительно смоченную КЖ поверхность заведомо бездефектного участка рельса, отцентрировать искательную систему относительно продольной оси рельса, получить первый донный сигнал от подошвы рельса, зафиксировать БР1 на рельсе в положении, при котором амплитуда донного сигнала максимальна. Нажатием кнопки «» и «» установить вершину донного сигнала (по вертикали) между уровнем срабатывания АСД и верхней горизонталью экрана, при этом индицируемое в верхней части экрана ЖКД значение превышения амплитуды сигнала опорного уровня чувствительности N должно находиться в пределах от 0 до 18 дБ ($0 < N < 18$).

Убедиться, что полученный донный сигнал находится в пределах зоны ВС, а индицируемое (в верхней части экрана ЖКД) значение глубины расположения отражателя N соответствует высоте рельса (± 3) мм. При необходимости откорректировать пределы зоны ВС нажатием кнопку «» («Тип рельса»).


Не сдвигая БР1, настроить канал дефектоскопа на условную чувствительность, для чего нажать кнопку «». Убедиться, что в третьем пункте меню в правой части экрана значение фактической условной чувствительности стало равно значению рекомендуемой условной чувствительности и соответствует значению в таблице 2, а показание амплитуды N отличается от них, не более, чем на ± 1 дБ. При этом в четвертом пункте меню появится надпись «Настроен», а вместо символа «•» появится номер канала.

Таблица 12 - Значения чувствительности при проведении УЗК рельсов

Канал		Значения условной /эквивалентной чувствительности, Ку /Кэ, (значения минимальной условной чувствительности), дБ	Опорный отражатель	Мертвая зона, М, мм, не более
сплош-ного контроля	«0»	14 (10)	Донная поверхность подошвы на бездефектном участке рельса	6
	«1»	16 (10)	Отверстие \varnothing 6 мм на глубине 44 мм в мере СО-3Р	-
	«2» и «3»	16 (12)		
	«4»	16 (12)	Отверстие \varnothing 6 мм на глубине 15 мм в мере СО-3Р	3
	«5»	16	Отверстие \varnothing 6 мм на глубине 44 мм в мере СО-3Р	-
	«6» и «7»	18 (14)		-
	«8» и «9»	18 (14)		-

Канал		Значения условной /эквивалентной чувствительности, Ку /Кэ, (значения минимальной условной чувствительности), дБ	Опорный отражатель	Мертвая зона, М, мм, не более
ручного контроля	«0»	14	Донная поверхность подошвы на бездефектном участке рельса	6
	«1»	16	Отверстие \varnothing 6 мм на глубине 44 мм в мере СО-3Р	-
	«2»	20		8
	«3»	18		8
	«4»	16		3
	«5»	16	Отверстие \varnothing 6 мм на глубине 15 мм в мере СО-3Р	3
	«6»	16		3

Нажатием кнопки «1», перевести дефектоскоп в одноканальный режим работы с резонатором РС ПЭП канала 1. Установить БР1 левой стороны на предварительно смоченную КЖ поверхность меры СО-3Р так, чтобы центр необходимого резонатора оказался у отметки, соответствующей углу ввода 0° по шкале « α° » меры СО-3Р для выявления отверстия диаметром 6 мм на глубине 44 мм, зафиксировать БР1 на мере в положении, при котором амплитуда эхо-сигнала от выявленного опорного отражателя максимальна. Нажатием кнопки « \checkmark » и « \wedge » установить вершину эхо-сигнала (по вертикали) между уровнем срабатывания АСД и верхней горизонтальной экрана, при этом индицируемое в верхней части экрана ЖКД значение превышения амплитуды сигнала опорного уровня чувствительности N должно находиться в пределах от 0 до 18 дБ ($0 < N < 18$).

Не сдвигая БР1, настроить канал дефектоскопа на рекомендуемую условную чувствительность, для чего нажать кнопку « \oplus ». Убедиться, что в третьем пункте меню в правой части экрана значение фактической условной чувствительности стало равно значению рекомендуемой условной чувствительности, а показание амплитуды N отличается от них, не более, чем на ± 1 дБ. При этом в четвертом пункте меню появится надпись «Настроен», а вместо символа « \bullet » появится номер канала.

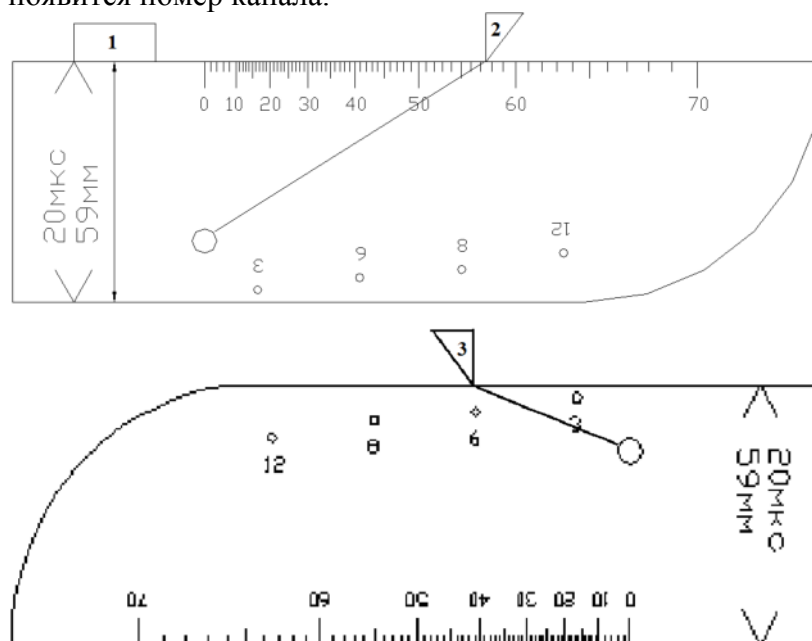


Рис.148. Настройка чувствительности каналов на мере СО-3Р
 1 – положение ПЭП при настройке каналов «1»; 2 – положение ПЭП при настройке каналов «2» и «3»; 3 – положение ПЭП при настройке каналов «4».

Нажатием кнопки «2», перевести дефектоскоп в одноканальный режим работы с резонатором с углом ввода 58° канала 2.

Установить БР на предварительно смоченную КЖ поверхность меры СО-3Р, учитывая разворот резонатора относительно продольной оси, так, чтобы центр необходимого резонатора оказался у отметки, соответствующей углу ввода резонатора, по шкале « α° » меры СО-3Р для выявления отверстия диаметром 6 мм на глубине 44 мм (рисунок 9), зафиксировать БР на мере в положении, при котором амплитуда эхо-сигнала от выявленного опорного отражателя максимальна. Нажатием кнопки « \blacktriangledown » и « \blacktriangle » установить вершину эхо-сигнала (по вертикали) между уровнем срабатывания АСД и верхней горизонтальной экрана, при этом индицируемое в верхней части экрана ЖКД значение превышения амплитуды сигнала опорного уровня чувствительности N должно находиться в пределах от 0 до 18 дБ ($0 < N < 18$).

Не сдвигая БР, настроить канал дефектоскопа на рекомендуемую условную чувствительность, для чего нажать кнопку « \odot ». Убедиться, что в третьем пункте меню в правой части экрана значение фактической условной чувствительности стало равно значению рекомендуемой условной чувствительности, а показание амплитуды N отличается от них, не более, чем на ± 1 дБ. При этом в четвертом пункте меню появится надпись «Настроен», а вместо символа « \bullet » появится номер канала.

Проверить значение угла ввода резонатора по мере СО-3Р. Для определения угла ввода канала следует установить БР на меру СО-3Р и, зафиксировав БР в положении максимума эхосигнала от отверстия диаметром 6 мм на глубине 44 мм, для середины используемого ПЭП определить значение угла ввода по шкале « α° » меры СО-3Р.

Определение точки выхода и угла ввода луча для наклонных ПЭП.

Установить ПЭП на смоченную КЖ рабочую поверхность меры СО-3Р в положение, при котором амплитуда эхо-сигнала от цилиндрической поверхности меры максимальна. При данном положении ПЭП точка выхода луча совпадает с меткой центра полуокружности меры СО-3Р. Если метка на корпусе ПЭП, обозначающая точку выхода луча, не соответствует ее действительному положению, то на корпус ПЭП следует нанести новую метку.

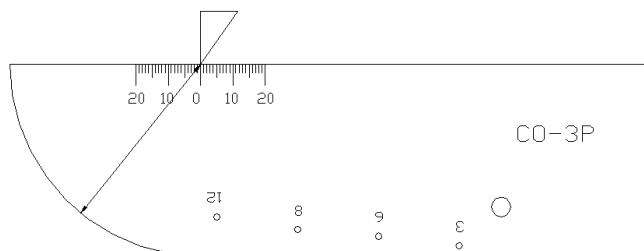


Рис.149. Определение точки выхода луча наклонных ПЭП.

Установить ПЭП на рабочую поверхность меры СО-3Р (для ПЭП П121-2,5-42, П121-2,5-50, ПЭП П121-2,5-58, ПЭП П121-2,5-65, П121-2,5-70) и, перемещая ПЭП вдоль меры, добиться максимального значения амплитуды эхо-сигнала от отверстия диаметром 6 мм на глубине 44 мм и определить угол ввода луча проверяемого ПЭП по шкале, нанесенной на боковой поверхности меры против точки ввода УЗ колебаний, определенной выше.

ПЭП соответствует требованиям, если отклонения угла ввода для ПЭП П121-2,5-42, П121-2,5-50, П121-2,5-58, П121-2,5-65 не превышают $\pm 2^\circ$, а для ПЭП П121-2,5-70 находятся в пределах от 0° до минус 3° .

Для настройки параметров каналов ручного контроля нажать кнопку « fl » и произвести настройку параметров каналов «0» и «1» ручного контроля аналогично каналам «0» и «1» сплошного контроля, каналов «2»-«5» ручного контроля аналогично каналам «2»-«7» сплошного контроля.

Проверка мертвой зоны каналов ручного контроля:

1) выполнить настройку условной чувствительности. После настройки условной чувствительности удалить ПЭП с поверхности меры СО-3Р и кнопками « \blacktriangleleft » и « \blacktriangleright » установить значение длительности зоны действия ВРЧ при котором прекращает срабатывать АСД;

2) не изменяя чувствительность дефектоскопа переместить ручной ПЭП в зону отверстий диаметром 2 мм, расположенных на глубине 3, 6, 8 и 12 мм в мере СО-ЗР;

3) определить отверстие с минимальной глубиной расположения, эхо-сигнал от которого может быть различим на фоне шумов. Глубина отверстия соответствует величине мертвой зоны дефектоскопа с конкретным ПЭП в соответствии с таблицей;

4) выполнить проверку чувствительности канала. При несоответствии выполнить настройку условной чувствительности повторно.

2.3. Дефектоскопы для контроля отдельных сечений, сварных стыков и соединений.

Сварной стык является наиболее ответственной частью рельсовой плети, который подлежит ультразвуковому контролю, как в процессе сварки рельса в стационарных условиях, так и в полевых. Особенное значение имеет контроль сварных стыков при эксплуатации рельсового хозяйства. Для выявления дефектов в сварных стыках применяют различные ультразвуковые средства. К ним относятся одноканальные и многоканальные дефектоскопы. Много лет используется в дефектоскопии ультразвуковые дефектоскопы Рельс – 6 и РДМ – 3, РДМ-33, которые хорошо себя зарекомендовали. В настоящее время все больше проявляется интерес и внедряются в производство такие дефектоскопы как МИГ – УКС это многоканальный дефектоскоп для ультразвукового контроля сварных стыков рельсов.

1. Ультразвуковой дефектоскоп Рельс-6.



Рис.150. Общий вид дефектоскопа Рельс-6.

Ультразвуковой дефектоскоп Рельс-6 служит для контроля сварных и болтовых стыков рельсов на рельсосварочных предприятиях и в пути, а также вторичного контроля отдельных участков рельсов предназначен данный дефектоскоп.

Ультразвуковой дефектоскоп Рельс-6 пригоден для работы в лабораторных, цеховых и полевых условиях и сохраняет работоспособность при температуре окружающего воздуха от -40 до +50 °С.

Ультразвуковой дефектоскоп Рельс-6 имеет электронно-лучевой индикатор с высокой яркостью свечения; уменьшены потребляемая мощность, масса и габариты (с источником питания), что улучшило эксплуатационные характеристики прибора; расширен температурный диапазон работы, что дало возможность использовать прибор практически во всех климатических зонах.

Глубиномерное устройство дефектоскопа «Рельс-6» позволяет при контроле стальных изделий по шкале определять координаты обнаруженных дефектов (в мм), а при контроле

материалов со скоростью распространения ультразвуковых колебаний, отличающейся от скорости в стали – время распространения колебаний от точки их ввода до отражателя.

Ультразвуковой дефектоскоп Рельс-6 может работать в двух режимах. В режиме «От поверхности» (переключатель «По слоям» выключен) генератор напряжения развертки запускается через линию задержки от синхронизатора. Изделия подвергаются контролю до определенной глубины, начиная от поверхности.

Дефектоскоп может получать питание от любого источника постоянного тока напряжением $12 \pm 1,8$ В.

Дефектоскоп укомплектован прямыми и наклонными преобразователями с углами призмы 40 и 50°. В наклонных преобразователях применяются сменные вставки, типовые для рельсовых дефектоскопов.

2. Ультразвуковой дефектоскоп УДС2-РДМ-3.



Рис.151. Общий вид дефектоскопа УДС2-РДМ-3.

Ультразвуковой дефектоскоп РДМ-3 применяется для выявления дефектов типа рыхлостей (пережогов), пузырей (свищей) и кратерных усадок непроваров, поджогов и силикатных скоплений в стыках рельсов, свариваемых контактным способом в условиях РСП и в полевых условиях – ПРСМ.

Дефектов типа поперечных трещин в головке (дефект кода 26.3-4), поперечных, наклонных и продольных трещин в шейке (дефект кода 56.3-4), поперечных трещин в подошве (дефект кода 66.3-4) в стыках контактной сварки рельсов, эксплуатируемых в пути.

Примечания:

1. Дефекты, расположенные в зоне глубиной до 1мм по периметру сварного стыка рельса, а также в зоне глубиной до 8 мм под поверхностью катания головки могут быть не выявлены.

2. Дефекты, выявленные ультразвуковым дефектоскопом при УЗК, могут быть не видны при осмотре изломов сварных стыков, т. к. многие дефекты не оказывают влияния на статическую прочность стыка; излом может произойти не по дефектному сечению.

Вместе с тем указанные дефекты при воздействии на них подвижного состава развиваются и приводят к усталостным, хрупким разрушениям стыков.

3. Отражающие свойства трещин любого происхождения, выходящих на поверхность, снижаются при нанесении на эту поверхность контактирующей жидкости.

4. Дефекты типа слипания (неполная сварка, плоский излом) при УЗК не выявляются.

3. Ультразвуковой дефектоскоп УДС2-РДМ-33.



Рис.152. Общий вид дефектоскопа УДС2-РДМ-33.

Ультразвуковой дефектоскоп УДС2-РДМ-33 предназначен для ультразвукового контроля сварных соединений железнодорожных рельсов и других изделий из углеродистых и легированных сталей и сплавов.

Дефектоскоп может использоваться также для вторичного контроля уложенных в путь железнодорожных рельсов типа Р43, Р50, Р65, Р75 по результатам механизированного контроля ультразвуковыми и совмещенными вагонами-дефектоскопами и автоматрисами, а также для досварочного контроля концевых участков рельсов перед их сваркой на рельсосварочных предприятиях или в пути.

Двухканальный дефектоскоп реализует эхо-метод, теневой метод, зеркально-теневой метод, зеркальный метод и дельта метод ультразвукового контроля при совмещенной, раздельной и раздельно-совмещенной схемах включения. Диапазон рабочих температур от -40°C до +50°C. Пыле- и водозащищенное, ударопрочное, виброустойчивое исполнение.

Достоинства прибора:

- прибор прост в управлении;
- обеспечивает высокую достоверность результатов контроля;
- 32 программы предварительной настройки режимов и параметров контроля позволяют оператору быстро подготовиться к контролю изделий;
- две многофункциональные ручки позволяют выбрать требуемую программу и оперативно управлять параметрами контроля и измерения;
- непосредственный отсчет коэффициента выявляемости дефекта позволяет привязать результат контроля к условному отражателю в стандартном образце без дополнительных расчетов;
- яркий низкотемпературный матричный дисплей размером 80x100 мм позволяет наблюдать за процессом контроля при любой освещенности;
- оперативное измерение координат и условных размеров позволяет ускорить процесс идентификации дефекта;
- возможность запоминания результатов контроля, в том числе 256 разверток типа А и 128 разверток типа В, с последующим анализом и документированием полученных результатов с использованием собственного дисплея дефектоскопа, либо ПК;
- малые габариты и масса, встроенный источник автономного электропитания, конструктивные варианты установки и крепления прибора позволяют использовать его при контроле различных изделий, в том числе и в труднодоступных местах;
- дефектоскоп комплектуется разнообразными пьезоэлектрическими преобразователями, на рабочие частоты 2,5 и 5,0 МГц, сохраняющими свои параметры в широком диапазоне рабочих температур.

4. Ультразвуковой дефектоскоп УДС2М-35.



Рис.153. Общий вид дефектоскопа УДС2М-35.

Ультразвуковой дефектоскоп УДС2М-35 предназначен для ультразвукового контроля сварных стыков рельсов на рельсосварочных предприятиях и в пути, а также для вторичного контроля рельсов.

Использование фирменного координатного устройства обеспечивает быстрый и достоверный результат контроля и позволяет оператору получать контуры дефекта в трех проекциях и его условные размеры.

Акустический тракт дефектоскопа обладает высокой разрешающей способностью, что обеспечивает высокую достоверность результатов контроля.

Применение нового цветного дисплея обеспечивает изображению высокую контрастность при любых условия освещения.

Фирменное программное обеспечение позволяет переносить сохранённые данные на ПК для дальнейшей обработки результатов контроля; формирования отчетов и протоколов контроля, содержащих параметры настройки и данные измерений.

5. Портативный дефектоскоп АВИКОН-02Р.



Рис.154. Общий вид дефектоскопа АВИКОН-02Р.

Простой удобный дефектоскоп для ручного контроля в полевых и стационарных условиях:

1. отдельных сечений рельсов;
2. сварных стыков рельсов;
3. ответственных металлоизделий.

Основные характеристики:

- полуавтоматическая настройка чувствительности контроля;

- встроенные программы контроля отдельных сечений и зон рельсов;
- режимы: А-развертка, В-развертка, Амплитудная огибающая, Стоп-кадр;
- регистрация результатов контроля;
- контроль электроконтактных и алюминио-термитных сварных стыков;
- запись дефектограммы (В-развертки) по любому каналу;
- возможность подключения штанги ДП-02Р с датчиком пути (по отдельному заказу);
- передача данных на ПК, распечатка протокола контроля;
- возможность контроля широкой номенклатуры металлоизделий.

АВИКОН-02Р/ПК – новые функции дефектоскопа за счет подключения к компьютеру со специальным программным обеспечением:

- представление сигналов на большом сенсорном экране;
- цветная градация амплитуды сигналов;
- удобное измерение параметров дефектов;
- формирование протоколов контроля сварных стыков;
- электронный журнал с результатами контроля.

6. Дефектоскоп АВИКОН-17 для измерения размеров дефектов в головке рельсов.

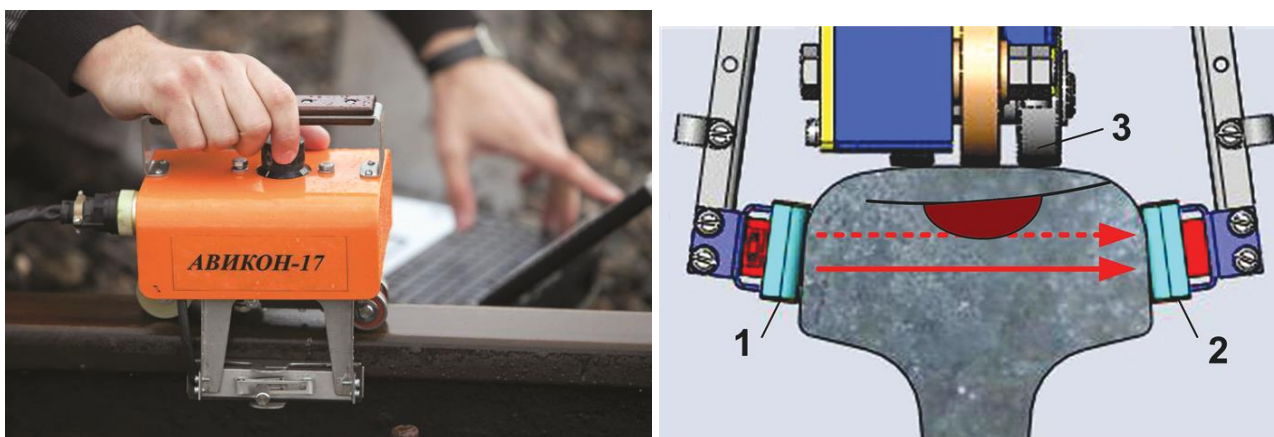


Рис.155. Общий вид дефектоскопа АВИКОН-17.

Предназначен для:

- для ручного контроля отдельных сечений и сварных стыков рельсов;
- обнаружения опасных дефектов в головке под поверхностными повреждениями;
- измерения реальных размеров дефектов;
- мониторинга дефектных рельсов.

Достоверное обнаружение внутренних дефектов в головке на глубине более 8 мм под поверхностными повреждениями (дефектами кодов 10, 14, 17):

- тщательное сканирование головки рельса с боковых граней по слоям (через 1 мм по глубине) в течении 5 мин.;
- автоматическая настройка чувствительности;
- определение реальных размеров и конфигурации внутренних дефектов головки;
- мониторинг дефектных рельсов с получением протокола;
- продление ресурса использования рельсов.

Контроль ручными преобразователями (0° , 45° , 50° , 58° , 65° , 70°) с регистрацией:

- сварных стыков рельсов;
- отдельных сечений рельсов по показаниям съемных и мобильных средств неразрушающего контроля;
- представление сигналов: А-развертка или В-раз-вертка;
- получение протокола контроля.

7. Многоканальный дефектоскоп МИГ-УКСМ для автоматизированного контроля сварных стыков рельсов.



Рис.156. Общий вид дефектоскопа МИГ-УКСМ.

Эффективный контроль электроконтактных сварных стыков рельсов с высокой производительностью и документированием результатов контроля:

- озвучивание сварного стыка по всему сечению рельса (включая перья подошвы);
- высокая производительность (3 - 4 мин. на 1 стык; до 70 стыков за смену);
- 108 каналов контроля ($0^\circ, 45^\circ, 58^\circ, 70^\circ$);
- автоматическая проверка акустического контакта под всеми акустическими блоками;
- система подсказок оператору по этапам контроля;
- фиксация GPS-координаты сварного стыка;
- получение документа контроля на каждый стык с распечаткой протокола;
- 9 каналов ручного контроля сварных стыков и отдельных сечений рельсов;
- съем результатов на USB-носитель.

Способы контроля сварных стыков рельсов:

- 5 акустических блоков (на головке и перьях подошвы);
- 3 метода УЗ контроля (эхо-, зеркальный, дельта);
- контроль стыка в 4 этапа: статика – вперед\назад, сканирование – вперед\назад;
- представление результатов: дефект на изображении рельса, А- и В-развертки, параметры настройки дефектоскопа и выявленного дефекта;
- анализ результатов сканирования на В-развертке при повышенной и номинальной чувствительности (минус 6 дБ и 0 дБ);
- регистрация температуры сварного стыка;
- подробный анализ результатов на экране дефектоскопа или ПК.

Отображение результатов контроля сварных стыков:

1. Статический режим: озвучивание стыка с двух сторон по зеркальному методу
2. Сканирование: озвучивание стыка с двух сторон по эхо-методу
3. Уточнение дефекта ручными преобразователями.

2.3.1. Ультразвуковой дефектоскоп РДМ – 3.



Рис.157. Общий вид дефектоскопа РДМ-3.

Дефектоскоп предназначен для ультразвукового контроля стыковых, угловых, нахлесточных и тавровых соединений, выполненных электродуговой, электрошлаковой, газовой, газопрессовой, электронно-лучевой и стыковой сваркой оплавлением в сварных конструкциях из углеродистых и низколегированных сталей и сплавов, в том числе железнодорожных рельсах, для выявления трещин, непроваров, пор, неметаллических и инородных металлических включений.

Дефектоскоп реализует эхометод (ЭМ), теневой метод (ТМ), зеркально-теневой метод (ЗТМ), зеркальный метод (ЗМ) ультразвукового контроля совмещенными или раздельно-совмещенными (РС) пьезоэлектрическими преобразователями (ПЭП) при контактном способе ввода УЗК.

Индикация сигналов, режимов контроля, координат выявленных дефектов производится на экране электронно-лучевой трубки и выявление сигналов в заданной зоне контроля дублируется звуковым сигналом.

Количество каналов контроля - 2.

Время установления рабочего режима дефектоскопа - не более 30 с.

Время непрерывной работы дефектоскопа при питании от аккумуляторной батареи без подзарядки - не менее 8 ч.

Дефектоскоп устойчив к воздействию температуры окружающего воздуха от минус 40 до + 50 °С.

Дефектоскоп устойчив к воздействию относительной влажности окружающего воздуха до 98 % при температуре 35 °С.

Средний срок службы дефектоскопа с учетом технического обслуживания в соответствии с нормативной документацией не менее 10 лет.

Устройство и работа составных частей дефектоскопа.

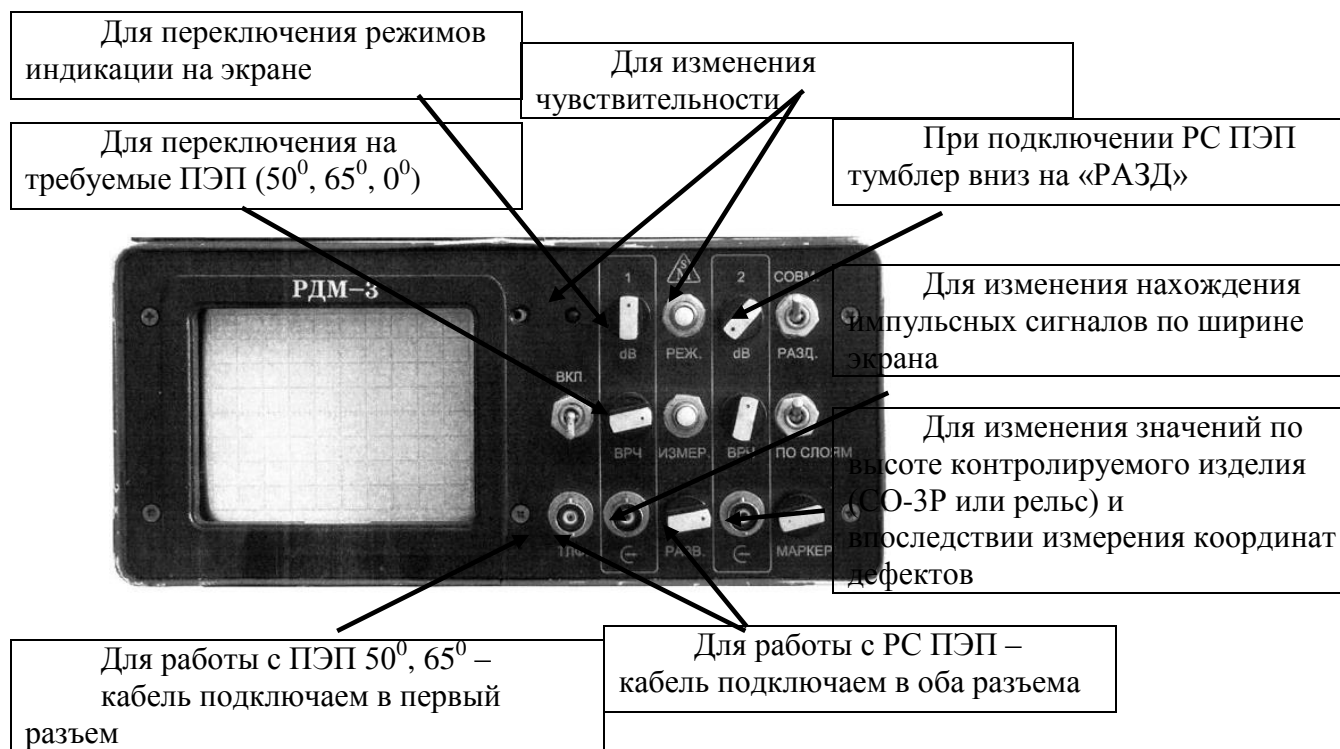


Рис.158. Основные составные части дефектоскопа.

Тумблер «РАЗД/СОВМ» - должен стоять в положении «СОВМ».

Тумблер «ПО СЛОЯМ» - вверх (режим «ОТ ПОВЕРХНОСТИ»)

Кнопка «ИЗМЕР» - для переключения ПЭП с соответствующим углом ввода (если подключаем ПЭП 50°, то на экране должно высвечиваться 50 как на рис.161 «Угол ввода УЗК», если ПЭП 65°, то соответственно и на экране должно быть 65).

РС ПЭП подключаем к обоим разъемам, кнопкой «ИЗМЕР» переключаем в режим 0, а тумблер «РАЗД/СОВМ» переключаем в режим «РАЗД», при этом на экране появится значение вместо 0 – 1 Р.

Для контроля рельса в области головки и шейки рельса необходимо в режиме «ОТ ПОВЕРХНОСТИ» регулятором «МАРКЕР» установить во второй строке экрана значение **Н 100**. Регулятором «РАЗВ» установить маркерный импульс в правый край экрана и больше его не трогать.

Для контроля всего сечения рельса (до подошвы) необходимо увеличить длительность развертки поворотом по часовой стрелке регуляторов «РАЗВ» и «МАРКЕР» до значения, соответствующего полной высоте рельса (для Р65 – 180, для Р75 – 192).

Для контроля с поверхности катания головки рельса отдельно зоны только в области шейки и участка подошвы под шейкой дефектоскоп необходимо переключить в режим «ПО СЛОЯМ» (тумблер в нижнее положение) и регулятором «МАРКЕР» установить значение **Н** равное **80** для Р-65 и **92** для Р75.

Включить питание дефектоскопа тумблером **ВКЛ**, при этом загорается светодиод над тумблером. Через 30 секунд светодиод погаснет и появится изображение на экране ЭЛТ

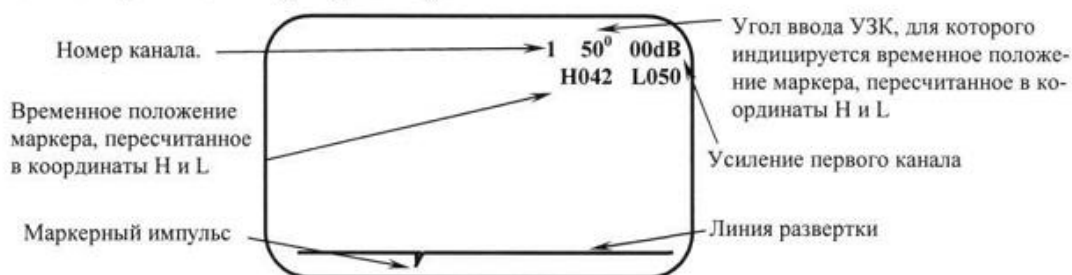


Рис.159. Внешний вид экрана.

Настройка работы дефектоскопа.

Проверка точки выхода луча.

Покрывать рабочую поверхность стандартного образца СО-3Р контактирующей жидкостью. Установить ПЭП в положение, соответствующее максимальной амплитуде эхо-сигнала от вогнутой цилиндрической поверхности, при необходимости регулируя амплитуду эхо-сигнала регулятором dB.

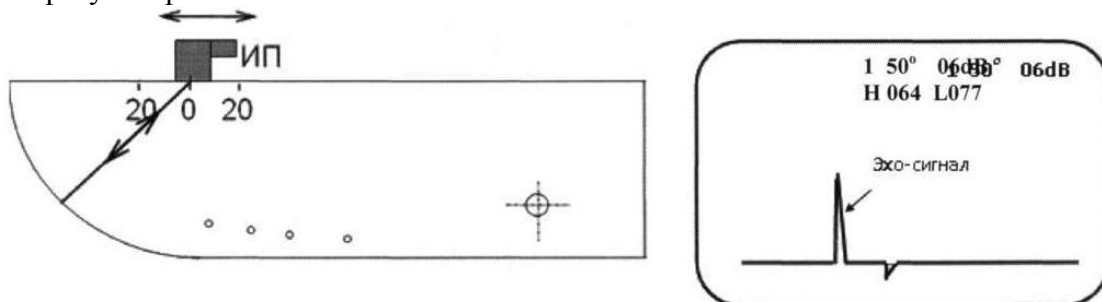


Рис.160. Проверка точки выхода луча на стандартном образце СО-3Р.

Проверка угла ввода луча и точности настройки глубиномера.

Установить ПЭП на смоченную контактирующей жидкостью рабочую поверхность стандартного образца СО-3Р в положение, соответствующее максимальной амплитуде эхо-сигнала от отверстия диаметром 6 мм, расположенного на глубине 44 мм, при необходимости регулируя амплитуду эхо-сигнала регулятором dB. Регулятором МАРКЕР совместить максимум эхо-сигнала от отверстия приблизительно с серединой маркера.

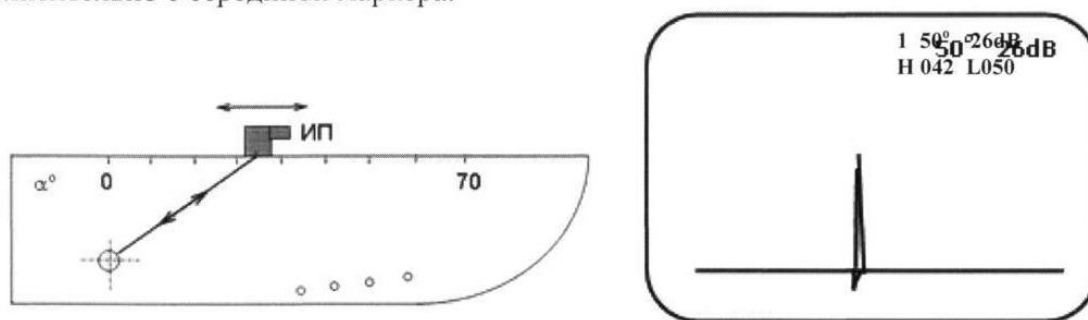


Рис.161. Проверка угла ввода луча на стандартном образце СО-3Р.

Одновременно с измерением угла ввода луча проверить точность работы глубиномера. При этом, не меняя положения ПЭП, описанное выше, на экране дефектоскопа должны индексироваться цифры $H = 42$ мм, $L = 48$ мм. Индицируемые значения H и L не должны отличаться от номинальных значений более чем на +2 мм.

Настройка опорного уровня чувствительности.

При положении ПЭП, соответствующем максимальной амплитуде эхо-сигнала от отверстия диаметром 6 мм, расположенного на глубине 44 мм в СО-3Р, регулятором dB канала установить вершину эхо-сигнала на опорный уровень, при котором происходит срабатывание АСД. На ЭЛТ в этом случае индицируется значение в dB, соответствующее опорному уровню чувствительности.

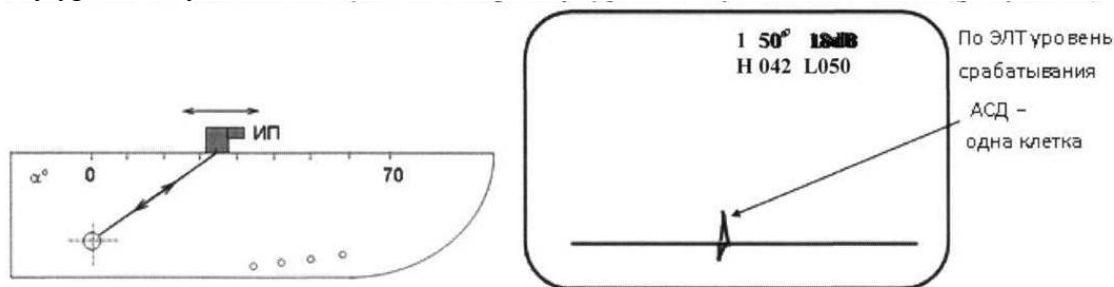


Рис.162. Настройка опорного уровня чувствительности на стандартном образце СО-3Р.

Проверка мертвой зоны.

Мертвую зону проверяют после настройки условной чувствительности.

Снять ПЭП с ОСО-3ЗР и, не изменяя значения установленного усиления, регулятором ВРЧ соответствующего канала установить уровень шумов в ближней зоне не более половины клетки шкалы экрана ЭЛТ.

Выявить отверстие диаметром 2 мм на глубине 8 мм в СО-3Р.

Мертвая зона считается удовлетворительной, если передний фронт эхо-импульса от отверстия диаметром 2 мм на уровне линии развертки не совпадает с задним фронтом зондирующего импульса.

Проведение контроля.

При прозвучивании любой зоны сварного стыка ПЭП располагают перпендикулярно к стыку и, систематически поворачивая его в обе стороны на $15...25^\circ$, перемещают вдоль линии стыка, совершая возвратно-поступательные движения. Шаг перемещения вдоль стыка не должен превышать 3 мм (что соответствует приблизительно $1/4$ ширины ПЭП), а скорость – 100 мм/с.

Приемочный ультразвуковой контроль стыков рельсов, свариваемых в РСП и в пути посредством ПРСМ, выполняют с двух сторон сварного стыка ультразвуковыми дефектоскопами в последовательности:

- а) контроль перьев подошвы сверху (а);
- б) контроль перьев подошвы снизу (б);
- в) контроль шейки с боковой поверхности (в);
- г) контроль головки с поверхности катания (г);
- д) контроль головки с боковых поверхностей (д);
- е) контроль шейки и участка подошвы под шейкой с поверхности катания (е).

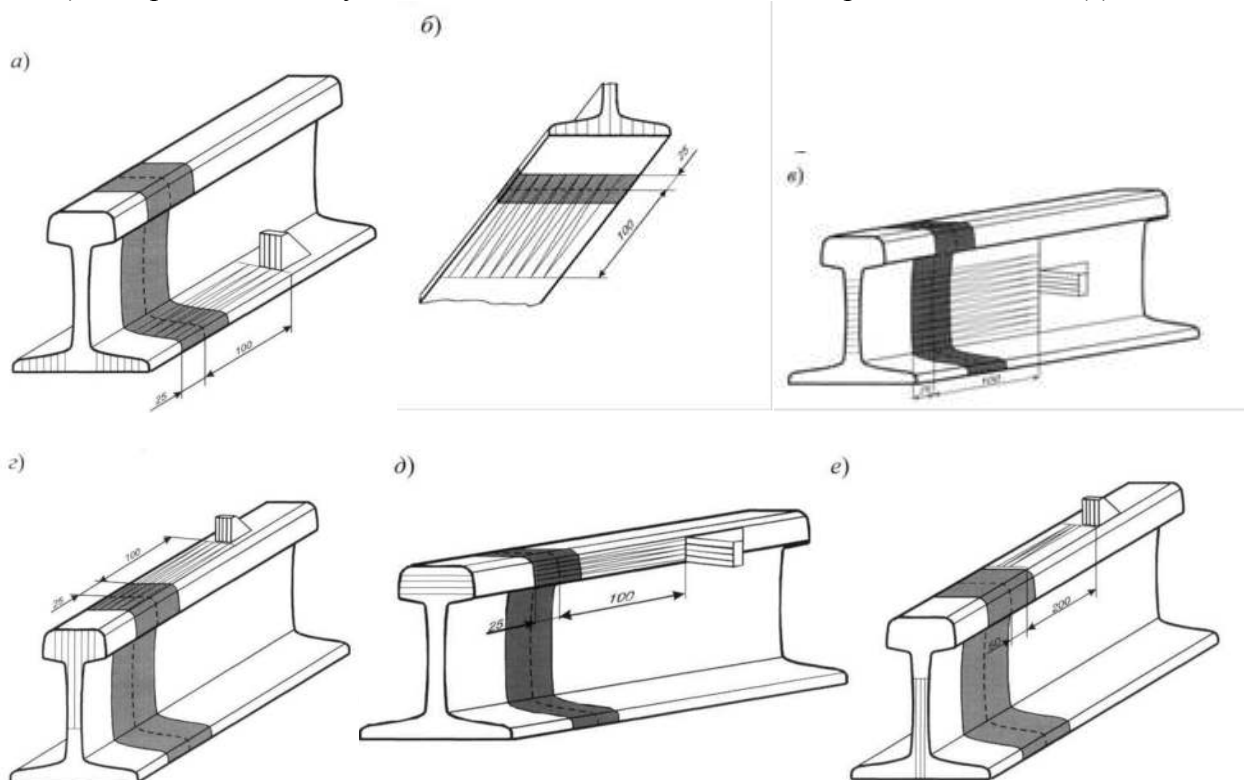


Рис.163. Схемы прозвучивания сварного стыка рельса (штриховой линией показана зона сварного стыка, озвучиваемая при выполнении каждой операции).

Для надежного выявления дефектов, расположенных по краям перьев подошвы, последние следует дополнительно озвучивать под различными углами в пределах 0 до 30°.

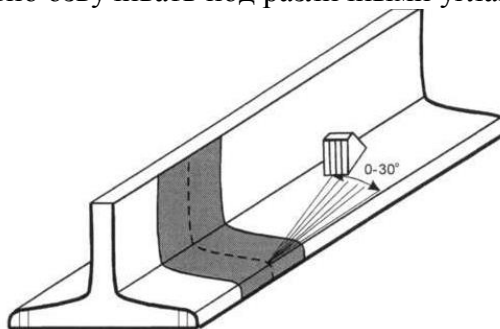


Рис. 164. Схема прозвучивания сварного стыка в зоне по краям перьев подошвы.

2.4. Область применения ультразвуковых средств скоростного контроля рельсов.

Важнейшим фактором, влияющим на обеспечение безопасности движения поездов в путевом хозяйстве железных дорог, является своевременный контроль состояния рельсов средствами дефектоскопии.

В настоящее время основной проблемой диагностики состояния рельсов является увеличение скоростей движения и количество пар поездов в сутки. Эти факторы вынуждают увеличивать скорость контроля состояния пути, в том числе ультразвукового, но увеличение скорости контроля способствует уменьшению стабильности акустического контакта, а значит, снижает достоверность получаемых данных.

За последние годы произошел технический прорыв в части разработки и производства различных компонентов дефектоскопного оборудования, устанавливаемых на мобильные средства контроля, которые могут развивать скорость до 140 км/ч. Этот прорыв позволил кардинально повысить достоверность контроля, превзойти по этому показателю съемные средства, что окончательно отдало пальму первенства в диагностике мобильным средствам – вагонам-дефектоскопам и автомотрисам.

2.4.1. Вагоны-дефектоскопы и автомотрисы. Назначение и область применения.

Совмещенный вагон-дефектоскоп ВД-УМТ-1.



Рис.165. Совмещенный вагон-дефектоскоп ВД-УМТ-1.

В диагностический комплекс совмещенного вагона-дефектоскопа ВД-УМТ-1 включены семь новых систем:

1. Дефектоскоп «ЭХО-КОМПЛЕКС».

Имеет базовый 20-ти каналный блок, состоящий из 18 идентичных ультразвуковых каналов и двух магнитных.



Рис.166. Многоканальный дефектоскоп «ЭХО-КОМПЛЕКС-2».

2. Регистрирующий комплекс и специализированное управляющее ПО «КРУЗ-2».

Основная функция регистрация данных, получаемых от дефектоскопа и системы видеонаблюдения о состоянии рельсов, о текущей координате пути и скорости движения подвижной единицы, а также архивация и хранение документа контроля всех диагностических систем. В состав комплекса входят серверная стойка, три (или более) рабочих места, объединенные в локальную сеть, которые помогают обрабатывать зарегистрированные данные и результаты ультразвукового, магнитного и визуально-измерительного контроля в режимах реального времени и постобработки.



Рис.167. Серверная стойка и рабочее место.

3. Бесконтактная центрирующая система «БАРС».

Принцип работы системы заключается в следующем: на искательной лыже спереди и сзади шарнирно закреплены магнитные блоки с зазором 10-12 мм от поверхности катания рельса. Ось симметрии магнитных блоков совпадает с осью симметрии блоков преобразователей. При движении вагона магнитные блоки постоянно занимают положение, при котором ось симметрии блоков преобразователей совпадает с вертикальной осью рельса, обеспечивая тем самым центровку искательной системы.

В отличие от контактной следящей системы инновационная конструкция системы «БАРС» позволяет:

- исключить механический контакт центрирующей системы с рельсом, приводящий к появлению акустических помех и снижению ресурса полезного использования системы;
- минимизировать зависимость точности центрирования от состояния рабочей грани головки рельса;
- предотвратить нарушение акустического контакта, обусловленное выбросом снега, смазки перед искательной системой;

- обеспечить беспрепятственное прохождение стрелочных переводов любых конструкций;
- повысить скорость контроля;
- значительно сократить трудозатраты обслуживающего персонала на регулировку и техническое обслуживание системы.



Рис.168. Бесконтактная центрирующая система «БАРС».

4. Усиленная намагничивающая система «МАРС».

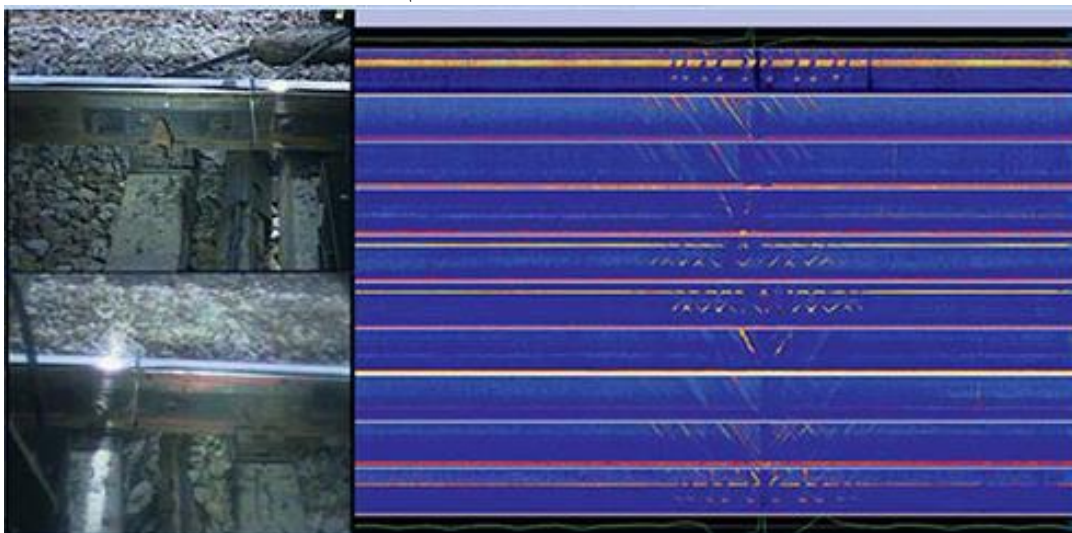


Рис.169. Усиленная намагничивающая система «МАРС».

Система обеспечивает контроль способом приложенного поля (глубокое промагничивание рельса) с магнитным потоком, в полтора раза превышающим поток всех имеющихся на сегодня аналогичных систем, используемых в России и странах СНГ; позволяет выявлять поверхностные или подповерхностные дефекты на ранних стадиях развития при температурах от -50 до $+50^{\circ}\text{C}$, что делает весьма привлекательным оснащение ею железных дорог со сложными климатическими условиями. «Всепогодность» эксплуатации явилась одним из мотивирующих факторов создания диагностического комплекса в целом.

5. Видеосистема визуального обнаружения дефектов «СВОД-2».

Система предусматривает установку одной линейной и двух матричных видеокамер, направленных на каждую нитку пути, а также обзорных видеокамер – по две с двух сторон кузова вагона.

Запись видеонаблюдения синхронизирована с записью ультразвуковых и магнитных каналов дефектоскопа и позволяет наблюдать картинку как на отдельных мониторах рабочего места оператора, так и выводить ее на экран отображения дефектограммы ультразвуковых и магнитных каналов.

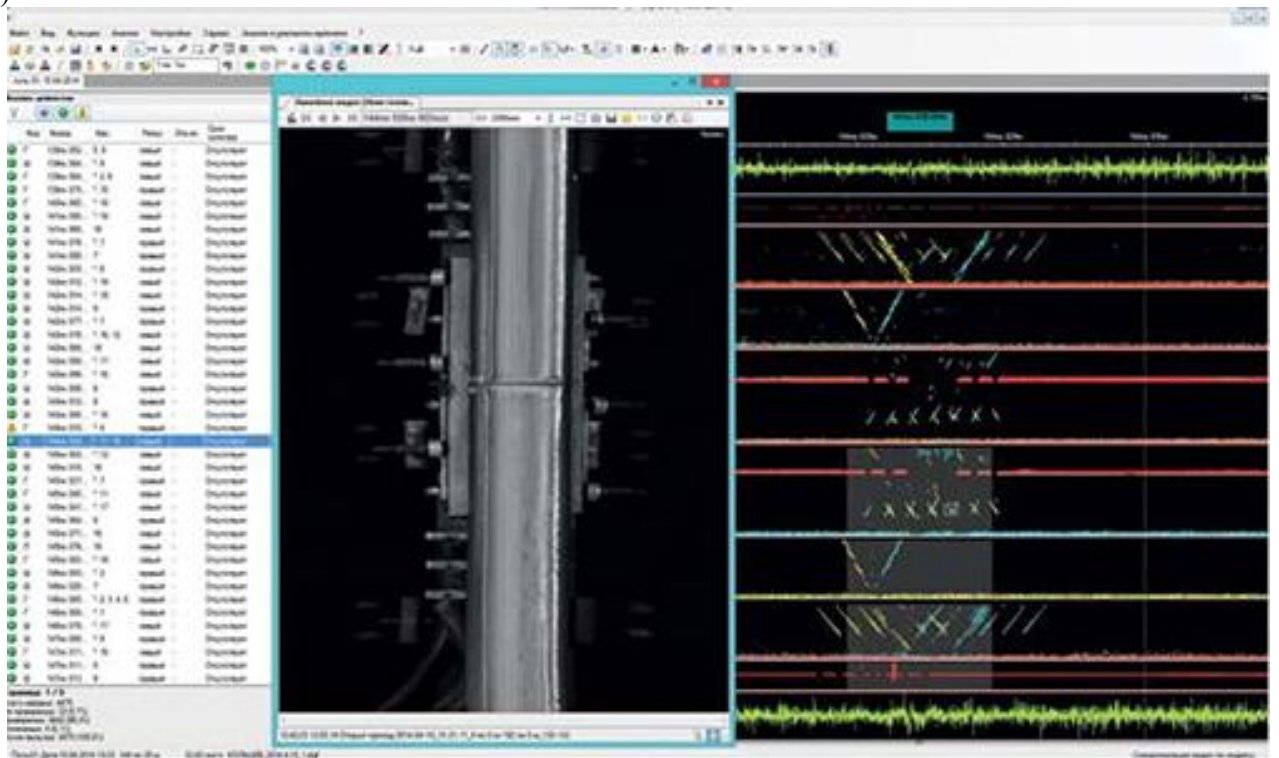


Рис.170. Линейная (а) и обзорная (б) камеры видеосистемы.



Рис.171. Визуализация данных, регистрируемых системой видеонаблюдения на отдельном мониторе рабочего места.

а)



б)

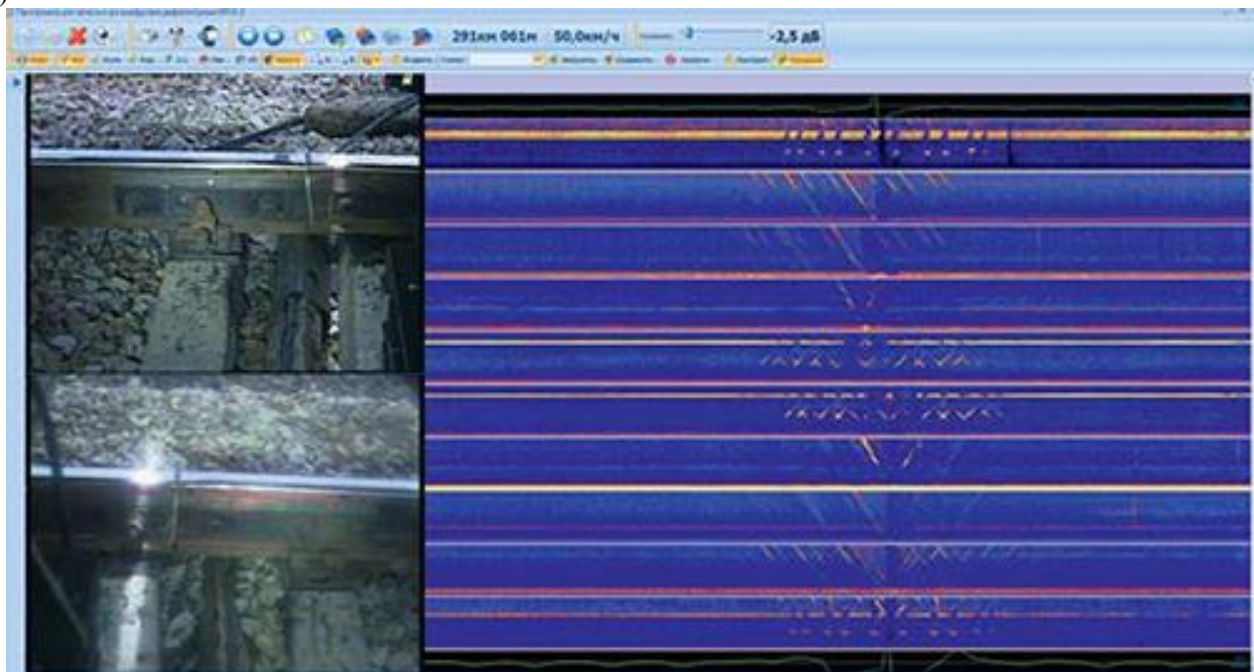


Рис.172. Синхронизированные фрагменты записи системы видеонаблюдения на экране отображения дефектограммы контроля ультразвуковых и магнитных каналов дефектоскопа
а) вид сверху; б) вид сбоку.

Высокоскоростные линейные камеры позволяют производить съемку изображения с высоким разрешением на скоростях до 250 км/ч. Специально разработанная для подобных задач система освещения гарантирует сохранение точного изображения в любых погодных условиях и в любое время суток.

Автоматизированная система комплексного анализа позволяет обнаруживать в режимах реального времени и постобработки следующие виды неисправностей: смятие в стыках, выкрашивание на поверхности катания рельса в зоне стыка, повреждения сварных стыков, боковые ступеньки в стыках рельсов, забег стыковых зазоров по двум нитям пути, пробоксовки, трещины на поверхности катания рельса, отсутствие или повреждение элементов креплений, недостаточную затяжку болтов, нарушения в ориентации шпал и трещины в них, выплески и заполнение балластом, локализация и измерение стыковых зазоров.

Видеосъемка позволяет с применением трех методов НК (ультразвукового, магнитного и визуально-оптического) проводить комплексный анализ сигналов и идентификацию дефектов, дифференциацию дефектов на недопустимые и неопасные, а также заблаговременно определять их места, где по вине поврежденного или отсутствующего элемента верхнего строения пути возможно возникновение отклонений геометрических параметров и угрозы безопасности движения.

6. Бесконтактная система измерения дополнительных параметров геометрии рельсов «СОКОЛ-2».

Система измерений дополнительных параметров использует оптические триангуляционные датчики совместно с бесплатформенной инерциальной навигационной системой. Такая комбинация измерительного оборудования позволила построить систему, которая способна работать в одном сечении, а также производить высокоточные измерения на скорости до 250 км/ч, так как в ней отсутствует контакт с измеряемым объектом – рельсом.

Как известно, поверхность катания рельса хорошо отполирована, и этот факт сильно затрудняет работу оптических лазерных систем, поэтому в системе СОКОЛ-2 используется двойная лазерная подсветка (сверху и сбоку), что позволяет увеличить интенсивность отраженного лазерного излучения в измерительную камеру. Для борьбы с дождем, снегом, пылью и т.п. перед стеклами оптических профилометров подается воздух под давлением, который предварительно проходит очистку.

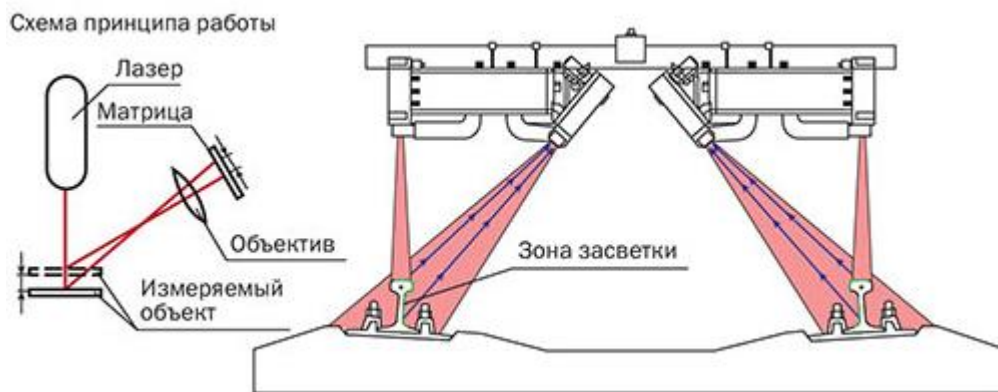


Рис.173. Оптическая схема измерительной система «СОКОЛ-2».



Рис.174. Монтаж системы «СОКОЛ-2» на раме мобильного средства (вагон, автомотриса).

7. Система автоматизированной обработки результатов контроля «АСТРА».

Целью разработки этой системы являлось создание аппаратно-программного комплекса (АПК), позволяющего осуществлять автоматизированную расшифровку дефектов в рельсах, а также дополнительных параметров, характеризующих состояние объекта контроля, проводить мониторинг технологии НК, проводить паспортизацию рельсов и элементов стрелочных переводов.

АПК «АСТРА» может записывать и расшифровывать измерительную информацию в режиме онлайн и офлайн на мобильных средствах. Преимущество версии онлайн в том, что запись ведется в формате АПК «АСТРА» (не требуется конвертация), используемая функция «маршрут» позволяет автоматически адаптировать схему прозвучивания к маршруту движения (это критично при смене направления пути без прерывания файла проезда), в этом случае нет необходимости проводить повторную расшифровку после проезда.

Комплекс «АСТРА» принимает все форматы файлов мобильных и съемных дефектоскопов.

Анализ результатов работы всех диагностических систем вагона-дефектоскопа ВД-УМТ-1 дает возможность получить комплексную достоверную оценку и анализ состояния рельсов, что позволяет перейти от регистрации уже случившихся отказов к более точному прогнозированию их предотказного состояния и принятию соответствующих мер по предупреждению возможных рисков.

Диагностический вагон для проведения высокоскоростного контроля железнодорожных рельсов «СПРИНТЕР».



Рис. 175. Вагон-дефектоскоп «СПРИНТЕР».

Диагностический вагон «СПРИНТЕР» предназначен для проведения скоростной диагностики рельсов, уложенных в железнодорожный путь с шириной колеи 1520 (1524) мм на скоростях до 140 км/ч. «СПРИНТЕР» предусматривает размещение оборудования и систем, обеспечивающих проведение сплошного контроля рельсов, под кузовом и в его салоне. Диагностическое оборудование и системы вагона «СПРИНТЕР» обеспечивают проведение сплошного контроля рельсов двумя методами: оптическим и ультразвуковым.

Ультразвуковой метод.



Рис.176. Искательная система ультразвукового метода контроля.

Предназначен для выявления наиболее опасных – внутренних – дефектов в рельсах, не выявляемых другими методами неразрушающего контроля. Для реализации ультразвукового метода на столь высоких скоростях разработана уникальная схема прозвучивания, обеспечивающая высокую достоверность в условиях большого количества негативных факторов, сопутствующих повышению скорости контроля. С этой целью создана специализированная ультразвуковая искательная система.

В системе для контроля головки рельса используются преобразователи, излучающие ультразвуковые волны с определенными углами разворота в рабочую и нерабочую грани головки рельса. Это дает возможность контроля головки однократно и двукратно

отраженными лучами, что в свою очередь приводит к отсутствию «мертвых» зон.

Глубокой модернизации или замене на инновационные подвергнуты все без исключения составные части систем комплекса: бесконтактная центрирующая, искательная, пневматическая, система подачи контактирующей жидкости.

Центрирование искательных систем проводится бесконтактным способом. Система обеспечивает точное позиционирование искательных систем относительно головки рельса за счет взаимодействия магнитных полей входящих в ее состав постоянных магнитов с полем намагниченного рельса. Конструкция обеспечивает максимальное значение возвращающей силы при отклонении центрирующей системы от оси рельса.

Оптический метод. В рамках реализации оптического метода контроля на вагон устанавливаются как камеры матричного (обзорного), так и линейного (высокоразрешающего) видео.

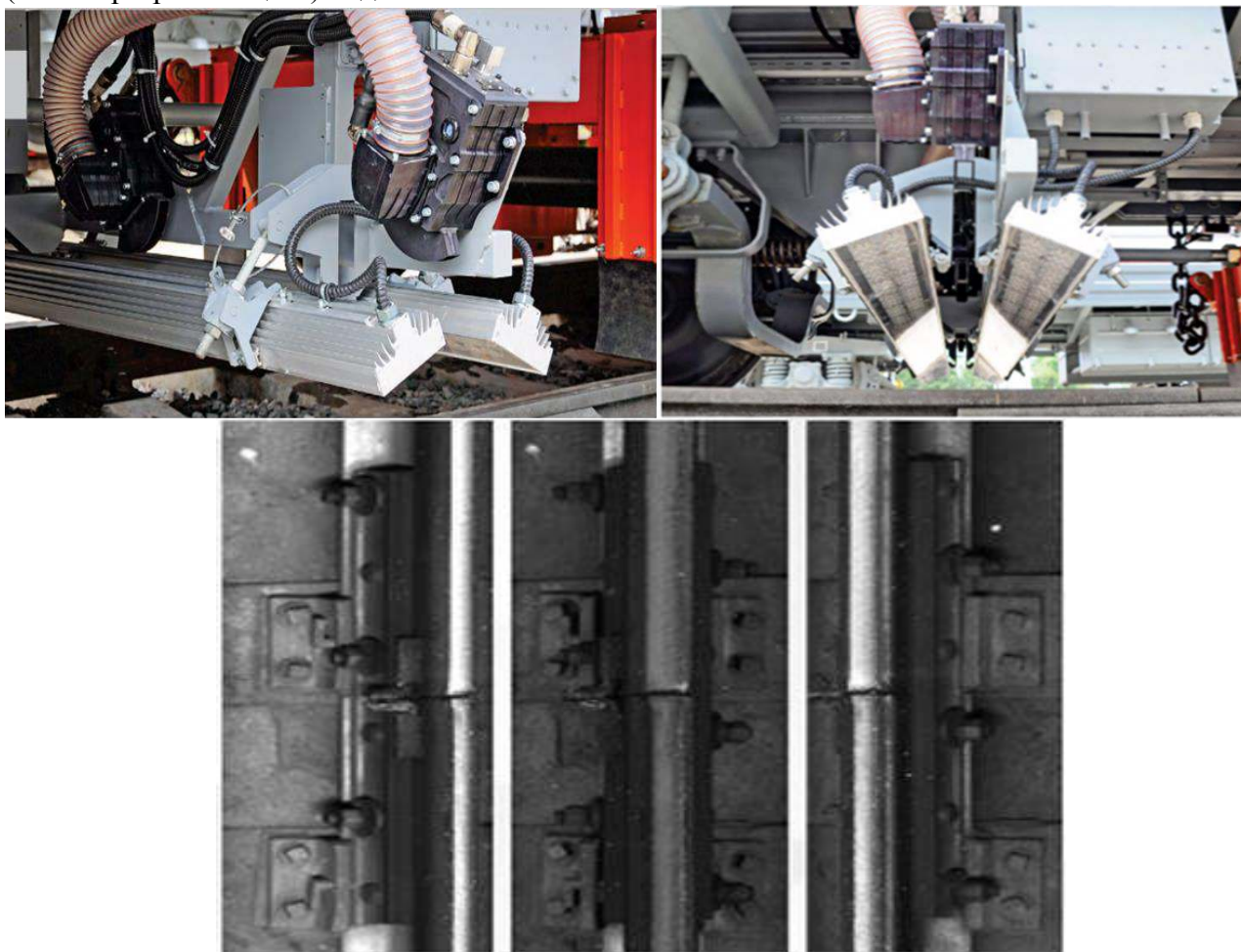


Рис.177. Матричные и линейные камеры видеосистемы.

Матричные камеры предназначены для видеонаблюдения за работой подсистем вагона и визуального контроля состояния рельсов, рельсовых стыков, стрелочных переводов и рельсошпальных креплений. Матричные видеокамеры устанавливаются в термокожухи. Для подсветки и получения равномерно освещенного изображения в любое время суток и в любых погодных условиях устанавливаются прожектора.

Линейные камеры обеспечивают непрерывную линейную фотосъемку с синхронизацией от внешнего источника по интерфейсу. Универсальный крепеж позволяет устанавливать камеры над рельсовой нитью перпендикулярно поверхности катания для отслеживания поверхностных дефектов, под углом к наружной и рабочей грани головки для чтения маркировочных знаков на шейке рельса, над рельсовыми скреплениями для поиска отступлений от норм содержания пути (отсутствующих болтов, не приваренных рельсовых соединителей фартучного типа и т.д.). Линейные камеры позволяют производить измерение размеров поверхностных дефектов, стыковых зазоров и т.п.

Автомотрисы дефектоскопные АМД-3 и АС5Д.

Дефектоскопная автомотриса - мобильное, скоростное средство первичного контроля рельсов, созданное на базе дизельной подвижной единицы с применением средств вычислительной техники.



Рис.178. Автомотриса АС5Д.



Рис.179. Автомотриса АМД-3.

В автомотрисах реализованы ультразвуковой и магнитный методы контроля, которые могут применяться как в раздельном, так и в совмещенном режиме.

АМД-3 и АС5Д демонстрируют высокие эксплуатационные качества. В частности, высокая выявляемость дефектов, точность и оперативность контроля, возможность эксплуатации при экстремальных температурах, а также комфортные условия для обслуживающего персонала.

В автомотрисе оборудовано специальное помещение для работы операторов дефектоскопического комплекса. Локальная сеть состоит из трех ПК, подключенных к аппаратно-программному комплексу ультразвукового и магнитного контроля РДМ-15К.

Автомотрисы оснащены аппаратно-программным комплексом последнего поколения – РДМ-15К, обладающим рядом преимуществ по сравнению с существующими аналогами:

- функция самотестирования при включении
- гибкая система синхронизации работы каналов;
- уникальная схема прозвучивания с использованием широкозахватных резонаторов;
- непрерывная регистрация результатов контроля в виде дефектограмм проконтролированных участков в формате развертки типа Б, с сопроводительной информацией об амплитудно-временных характеристиках зарегистрированных эхосигналов в формате развертки типа А;
- возможность просмотра записанной информации на уровне от минус 6 дБ до плюс 6 дБ относительно установленного значения чувствительности;
- отдельная регулировка усиления в зонах Эхо и ЗТ метода в канале РС;
- оперативная и качественная настройка аппаратуры на необходимый уровень чувствительности по всем каналам контроля, а также измерение основных параметров преобразователей;
- автоматическая обработка записанной информации;
- оценка качества акустического контакта в каждом канале контроля.

В автомотрисах типа АД-3 дефектоскопная тележка расположена на одной из ходовых тележек. В автомотрисах типа АС5Д следящая, искательная и намагничивающая системы размещены на базе третьей дополнительной средней тележки (по аналогии с вагоном-дефектоскопом).

2.4.2. Понятие о регистрирующем комплексе «КРУЗ-М».

Комплекс КРУЗ-М предназначен для регистрации, визуализации, обработки и хранения результатов контроля, получаемых на выходе дефектоскопической аппаратуры при скоростном контроле рельсов типа Р50, Р65 и Р75.

Комплекс обеспечивает:

- прием выходных сигналов от дефектоскопа ЭХО-КОМПЛЕКС и датчика угла поворота при проезде по контролируемому участку;
- отображение сигналов с выходов на экран монитора в реальном масштабе времени ультразвуковых и магнитных каналов контроля, а также вывод путейской координаты и скорости движения;
- регистрацию и сохранение данных на жестком диске персонального компьютера;
- возможность просмотра оператором дефектограмм в выбранном масштабе с целью расшифровки во время проезда по контролируемому участку или на стоянке;
- возможность на принтере распечатать результат контроля выбранного участка пути во время проезда по участку или на стоянке;
- режим сравнения результатов контроля по данным двух проездов конкретного участка пути.

Отображение эхосигналов на мониторе осуществляется по принципу В-развертки, когда по горизонтали отображается координата эхосигнала, а по вертикали – расстояние до отражателя, от которого эхосигнал превысил заданный пороговый уровень. Каждый эхосигнал от ПЭП выводится отдельным каналом на экран монитора.

Дефектограммы, получаемые с использованием комплекса КРУЗ-М, могут анализироваться либо на экране дисплея, либо в виде ведомости вторичного контроля, распечатанной на принтере. Дефектограммы могут быть получены в любых масштабах как во время проезда с контролем, так и на стоянке подвижной единицы.

Результаты магнитного контроля каждой рельсовой нити записываются в виде отдельной дефектограммы, которая выводится на свою дорожку на экране монитора. Кроме сигналов о

дефектах, дефектограммы содержат сигналы о разнообразных поверхностных повреждениях головки рельса и об элементах рельсового пути. Характерными сигналами отображаются следующие элементы пути: стыковые зазоры, накладки, подкладки, сварные стыки, рамные рельсы, острия, крестовины, мосты, переезды и т. п.

Во время расшифровки данных оператор анализирует изображение на экране и принимает решение о выдаче указания на вторичный натурный осмотр, распечатывает данное изображение на принтере и заполняет соответствующие графы ведомости результатов контроля.

После распечатки ведомости вторичного контроля оператор уточняет координаты расположения дефекта. Расстояние от дефекта до стыкового соединения или путевого знака устанавливается путем вычитания значений координат, указанных у этих отметок, причем координата отметки определяется всегда при движении изображения отметки на экране слева направо.

В случаях, когда оператору недостаточно данных конкретного проезда, можно загрузить информацию с результатами предыдущего проезда по данному участку. При этом следует найти и совместить координаты данного участка, сравнить изображения и принять решение о наличии или отсутствии дефекта.

Состав комплекса «КРУЗ-М»

Таблица 13

№	Наименование	Кол-во, шт
1	ПК типа Pentium 3	3
2	принтер	1
3	Контроллер управления ПК	3
4	Пульт дистанционной отметки	2
5	Сетевой HUB	1
6	Сетевой фильтр	3
7	Датчик угла поворота	1
8	Программное обеспечение регистратора «КРУЗ-М»	1
9	Программное обеспечение комплекса «Настройка ПЭП»	1
10	Дефектоскоп «ЭХО-КОМПЛЕКС»	1

Основные технические характеристики комплекса «КРУЗ-М»

Таблица 14

№	Наименование	Кол-во
1	Количество каналов регистрации для УЗК	12
2	Количество каналов регистрации для магнитного контроля	2
3	Рабочая скорость контроля для УЗК	60 км/ч
4	Рабочая скорость контроля для магнитного канала	70 км/ч

Правила (памятка) для начинающих расшифровщиков дефектограмм

При подозрении на наличие сигналов от дефектов необходимо проводить сравнительный анализ сигналов на текущей и предыдущей дефектограммах:

1. Для детального просмотра сигналов следует использовать электронную линзу.
2. При просмотре выбирать оптимальный масштаб просмотра сигналов (для звеньевого пути-5м/экран, для бесстыкового-20-30 м/экран).
3. Необходимо обеспечивать точную привязку дефектного сечения.
4. Необходимо тщательно осматривать сигналы от болтовых отверстий и обращать внимание на пачки сигналов, длина которых отличается от соседних, т.к. они могут быть от опасных трещин вблизи отверстия (код 53.1).

5. Следует уделять особое внимание расшифровке сигналов в зоне СП, поскольку здесь наблюдается повышенный уровень шумов, которые могут замаскировать сигналы от дефектов в головке рамных рельсов (ДР21.2), острияков (ДО20.2), усювиков (ДУ22.2).

2.5. Организация комплексного использования дефектоскопов.

Комплексное использование дефектоскопов основывается на выполнении положения о неразрушающем контроле, которое предусматривает выполнение ряда правил.

При комплексном использовании дефектоскопов необходимо в первую очередь определить периодичность контроля рельсов в пути различными видами дефектоскопов. Необходимо определить количество дефектоскопов для ультразвукового контроля рельсов в пути двухниточными дефектоскопами, однониточными, переносными; определить порядок контроля рельсов по километровой запасе на перегоне и на станции; определить порядок контроля и какими видами дефектоскопов будет производиться ультразвуковой контроль стрелочных переводов; определить порядок контроля и количество переносных дефектоскопов.

На основании всех этих данных и расчетов составляется график контроля рельсов в пути и стрелочных переводов, станционных путей и сварных стыков. В этот график вносят контроль рельсов вагонами дефектоскопами, дефектоскопными автотрисами, дефектоскопами-путеизмерителями, мобильными дефектоскопными лабораториями из графика службы пути.

При составлении графика необходимо учитывать ремонт и техническое обслуживание средств дефектоскопии, отпуска операторов. В случае непредвиденного ремонта дефектоскопа необходимо его заменить из резерва.

График контроля составляет мастер по дефектоскопии или наладчик по дефектоскопа ручным способом или с использованием компьютерной программы

Составленный график комплексного использования дефектоскопов утверждает начальник дистанции пути.

Выписки из графика выдаются операторам дефектоскопных средств, дорожным мастерам и начальникам участков. Контроль за выполнением графика ведет начальник дистанции пути через дежурного оператора дистанции. При невыполнении графика ультразвукового контроля по каким либо причинам, начальник дистанции пути принимает необходимые меры по вводу контроля пути в график.

Ежемесячно начальник дистанции пути проводит разбор работы участка дефектоскопии с ее анализом. По результатам разбора намечаются мероприятия по улучшению работы участка неразрушающего контроля с изданием приказа.

Задачей комплексного использования дефектоскопов является выявление 100% дефектных рельсов с принятием необходимых мер к их изъятию из пути при обеспечении безопасности движения поездов, проведение анализа причин появления дефектных рельсов и выдача предложений по улучшению содержания рельсового хозяйства

2.5.1. Компьютерная программа «График».

На сети железной дороги, в каждом из цехов дефектоскопии дистанции пути требуется периодически производить расчет периодичности и строить график прохода различных дефектоскопных средств. Мастер цеха дефектоскопии, занимающийся этими задачами, сталкивается со следующими трудностями:

- большая трудоемкость (до нескольких дней);
- материальные затраты (фломастеры, карандаши, бумага, шаблоны и т.д.);
- рутинная работа по оформлению отчетов;
- возможности ошибок в расчетах.

При этом у мастера дефектоскопии призванного обеспечить эффективную организацию неразрушающего контроля рельсов, остается меньше времени на более важные задачи по анализу получаемой со средств дефектоскопии информации, организации натурных осмотров и т.д.

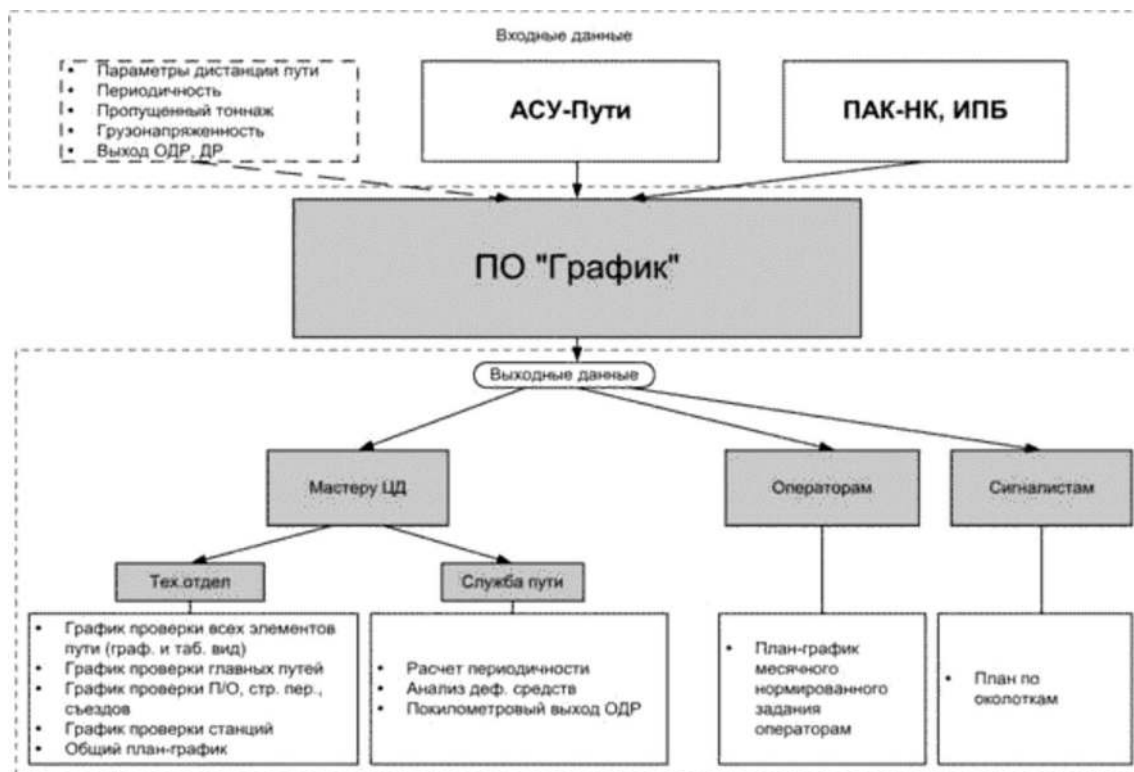
В ОАО «Радиоавионика» разработана компьютерная программа «ГРАФИК», позволяющая максимально разрешить выше перечисленные задачи. Программа выполняет две основные задачи: расчет периодичности и построение графика прохода дефектоскопных

средств. Для работы программы предварительно необходимо занести в нее исходные данные конкретной дистанции пути. Это делается один раз при установке программы на ПЭВМ цеха дефектоскопии (по мере необходимости, параметры могут корректироваться). Заносятся следующие данные: названия и граничные километры направлений, названия и граничные километры перегонов, номера стрелочных переводов и съездов на главных и приемоотправочных путях, номера и протяженность приемоотправочных путей, номера околотков и граничные километры, список дефектоскопных средств и операторов, работающих с ними, варианты схем прозвучивания, маршрут обхода дистанции пути, нестандартные километры. Непосредственно для расчета периодичности контроля рельсовых путей используют выход острodefектных (ОДР) рельсов на единицу пути, пропущенный тоннаж и грузонапряженность, класс пути и установленные скорости движения поездов. Кроме того, в настоящее время имеется возможность принять перечисленные данные из АСУ-Пути, что существенно будет экономиться время на ввод данных. Также планируется ввести функцию сопоставления запланированных проходов дефектоскопных средств и реальных, взятых из программ ПАК-НК и ИПБ с последующим анализом непроконтролируемых участков.

Преимущества программы «ГРАФИК»:

- универсальность использования;
- максимальная автоматизация в составлении плановых и отчетных документов;
- временные затраты на составление графика проходов дефектоскопных средств и сопутствующих документов сведены до минимум (до нескольких часов);
- для работы требуется только компьютер и принтер;
- простота использования;
- исключена возможность ошибок в расчетах.
- все отчеты создаются в формате Excel, поэтому есть возможность дальнейшего их редактирования.

Схема входных и выходных данных



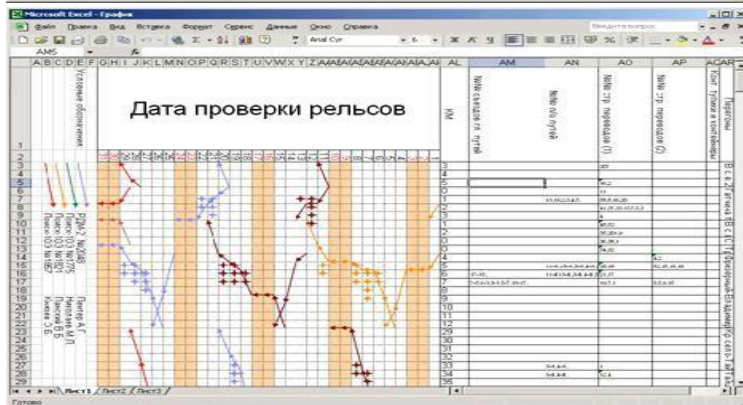
Программа позволяет также создавать различные отчеты и выписки из графика, это:

- план-график месячного нормированного задания операторам дефектоскопных тележек;
- график работы дефектоскопных тележек;

- общий месячный план-график
- график проверки приемоотправочных путей
- план работы средств дефектоскопии с разбивкой по околоткам;
- отчет по расчету периодичности;
- покилометровый выход ОДР;
- анализ работы средств дефектоскопии.

Программа расчета периодичности работы дефектоскопных средств «ГРАФИК» уже успешно эксплуатируется на ряде дистанций пути Северной, Октябрьской, Куйбышевской, Свердловской железных дорог. Начальники участков (цехов) дефектоскопии этих дистанций теперь большее время могут уделять оперативным вопросам обеспечения безопасности движения поездов.

№	Дата	Перегон, № п/о путей, № стр переводов, № съездов	км	км	Всего	Стр	Стр	Всего	Подпись
			гл	о/о	км	пер	пер	стр.	
						гл	п/о	пер.	
7	1 10 2004	Минская-Толмачево, 1 т. 117-111 км, Минская-Толмачево, 1 т. 107-108 км, Строганово-Мшинская, 1 т. 107-105 км, Стр.п.т. 2,8,10,22,28, съезды т. 2-4,8-6, Строганово-Мшинская, 1 т. 104-100 км, Стр.п.т. 11,9,7,1, съезды т. 1-3,7-5,	7	0	7	0	0	0	
8	2 4 10 2004	Строганово-Мшинская, 1 т. 104-100 км, Стр.п.т. 11,9,7,1, съезды т. 1-3,7-5,	6	0	6	5	0	5	
9	3 5 10 2004	Строганово-Мшинская, 1 т. 99-93 км, Строганово-Мшинская, 1 т. 92-98 км,	5	0	5	4	0	4	
10	4 6 10 2004	Строганово-Мшинская, 1 т. 79-77 км, Строганово-Мшинская, 1 т. 85-90 км,	7	0	7	0	0	0	
11	5 7 10 2004	Строганово-Мшинская, 1 т. 79-77 км, Стр.п.т. 14,2,10,3,5,15,21, съезды т. 10-8,3-4,5,7,15-13,	6	0	6	0	0	0	
12	6 8 10 2004	Свердлов-Строганово, 1 т. 74-68 км, Суйда-Свердловская, 1 т. 67-65 км, Стр.п.т. 28,8,23,33,35,1,11,13, съезды т. 8-10,35-37,23-25,1-3,11-9, ПМО-3, стр.п.т. 12,	7	0	7	0	0	0	
15	9 13 10 2004	Суйда-Свердловская, 1 т. 64-58 км, Суйда-Свердловская, 1 т. 57-55 км, Галичина-Суйда, 1 т. 54-52 км, Стр.п.т. 2,1, съезды т. 2-4,1-3,	3	5,091	4,091	8	1	9	
16	10 14 10 2004	Суйда-Свердловская, 1 т. 57-55 км, Галичина-Суйда, 1 т. 54-52 км, Стр.п.т. 2,1, съезды т. 2-4,1-3,	6	0	6	2	0	2	
17	11 15 10 2004	Галичина-Суйда, 1 т. 51-47 км, Стр.п.т. 12,6,4,18,24,30, съезды т. 6-8,4-2, Галичина-Суйда, 1 т. 46-45 км, Вереве-Галичина, 1 т. 44-42 км, Стр.п.т. 36,54,52,15,1,11,7, съезды т. 30-34,24,29,64,54,7, съезды т. 5-1-3,	5	0	5	6	0	6	
18	12 16 10 2004	Галичина-Суйда, 1 т. 51-47 км, Стр.п.т. 12,6,4,18,24,30, съезды т. 6-8,4-2, Галичина-Суйда, 1 т. 46-45 км, Вереве-Галичина, 1 т. 44-42 км, Стр.п.т. 36,54,52,15,1,11,7, съезды т. 30-34,24,29,64,54,7, съезды т. 5-1-3,	5	0	5	6	0	6	



Дата	Тележка	Нач км	Кон км
С.Петербург-Плюсса			
1 главный путь			
06.10.2004	Повис-103 №1857	52	50
07.10.2004	Повис-103 №1857	49	46
08.10.2004	Повис-103 №1857	44	44
Варшавская с.в.			
1 главный путь			
12.10.2004	Повис-103 №1821	1	1
С.Петербург-Плюсса			
1 главный путь			
15.10.2004	Повис-103 №2087	52	52
18.10.2004	Повис-103 №2087	51	47
19.10.2004	Повис-103 №2087	46	44
Варшавская с.в.			
1 главный путь			
21.10.2004	РДМ-2 №1863	1	1

2.6. Техническое обслуживание, ремонт дефектоскопов.

Техническое обслуживание, ремонт дефектоскопов УДС2-РДМ-2.

1) Текущий ремонт

1.1. Текущий ремонт заключается в проверке и поддержании эксплуатационных характеристик дефектоскопа РДМ-2 с ремонтом или заменой составных частей в течение межремонтного срока. Текущий ремонт производится специализированной ремонтной службой предприятия, эксплуатирующего дефектоскоп.

1.2. При текущем ремонте выполняются все мероприятия, предусмотренные техническим обслуживанием, а также следующие работы:

- дефектация дефектоскопа в собранном виде;
- частичная (при необходимости) разборка дефектоскопа;
- настройка дефектоскопа в соответствии с техническими данными с заменой, если необходимо, деталей в соответствии с принципиальной электрической схемой;
- замена неисправных деталей, соединителей, переключателей, кабелей, проводов и др.;
- разборка и ремонт ручных ПЭП и блока преобразователей;
- сборка, настройка и испытания дефектоскопа;
- поверка прибора в соответствии с разделом МЕТОДИКА ПОВЕРКИ Руководства по эксплуатации.

2) Средний ремонт

2.1. Средний ремонт является плановым и соответствует структуре ремонтного цикла. Средний ремонт производится специализированной ремонтной службой предприятия, эксплуатирующего дефектоскоп.

2.2. При среднем ремонте выполняются все мероприятия, предусмотренные техническим обслуживанием и текущим ремонтом, а также следующие работы:

2.2.1. Проверка параметров электронного блока на соответствие контрольно-настроечной карты. Блоки, узлы, характеристики которых не соответствуют требованиям, считаются дефектными.

2.2.2. Поплатная настройка дефектоскопа с заменой, если необходимо, деталей в соответствии с чертежами плат и электромонтажными чертежами.

2.2.3. Замена неисправных деталей, соединителей, переключателей, кабелей и проводов.

2.2.4. Ремонт и замена неисправных катушек и трансформаторов.

2.2.5. Очистка деталей и узлов от загрязнений и повреждений антикоррозионного покрытия с последующей покраской очищенных мест.

2.2.6. Сборка, регулировка, испытания и поверка дефектоскопа

3) Правила и порядок проведения ремонта

3.1. Дефектация производится путем внешнего осмотра и проверкой работоспособности дефектоскопа (опробованием) во всех режимах настройки и индикации в соответствии с Руководством по эксплуатации.

3.2. Перед дефектацией произвести сличение комплектности ремонтируемого дефектоскопа с комплектом поставки по документации. При необходимости доукомплектовать дефектоскоп необходимыми сменными и расходными составными частями.

3.3. Опробование тележки осуществляется в следующей последовательности:

3.3.1. установить тележку на рельсы, поднять центрирующие механизмы;

3.3.2. освободить винты и проверить смещение боковых частей относительно рамы. Смещение с каждой стороны должно быть не менее 50 мм;

3.3.3. раздвинуть тележку на размер колеи, закрепить винты, освободить тормозные устройства, опустить очистительные устройства;

3.3.4. прокатить тележку по рельсам, обращая внимание на плавность хода колес, отсутствие заклинивания и перекосов.

3.4. Опробование центрирующего механизма:

3.4.1. опустить центрирующие механизмы на рельсы так, чтобы ролики соприкасались с внутренней боковой гранью головки;

3.4.2. проверить центровку блоков преобразователей, регулируя винт. Центровка должна

осуществляться в пределах не менее ± 10 мм относительно продольной оси рельса;

3.4.3. проверить плавность поворота блоков преобразователей по всем осям и их четкую фиксацию пружинами в вилке;

3.4.4. сдвинуть руками механизм внутрь колеи на 20 - 30 мм и отпустить. Механизм самостоятельно должен вернуться в исходное положение (до контакта роликов с боковой поверхностью головки). Если усилия для возврата механизма в исходное положение недостаточно, проверить исправность пружин;

3.4.5. поочередно приподнимая левую, а затем правую стороны тележки, проверить подъем центрирующего механизма в верхнее вертикальное положение. При подъеме не должны зажиматься кабели к блокам преобразователей и шланги подачи воды. Если усилия пружин для подъема механизма в вертикальное положение недостаточно, то проверить исправность пружин и правильность их фиксации.

3.5. Опробование электронного блока:

3.5.1. соединить электронный блок с источником питания 12В, используя блок питания Б5-47, подключить ПЭП, блоки преобразователей и телефон к соответствующим соединителям;

3.5.2. включить дефектоскоп тумблером ВКЛ на передней панели электронного блока. Через 10 - 15 с должна появиться развертка на экране ЭЛТ и цифры информации основного многоканального режима;

3.5.3. кратковременно нажимая кнопку РЕЖ-1, а затем кнопку РЕЖ-2, проверить вывод на экран ЭЛТ последовательно 1, 2, 3, 4 и 5 каналов левого (правого) рельса;

3.5.4. управляя регуляторами усиления каналов 1 - 5, как левых, так и правых каналов, убедиться, что при вращении регуляторов изменяются через 1 дБ цифры установленного усиления в пределах от 0 до 60 дБ;

Основные контрольные операции при техническом обслуживании дефектоскопа РДМ-2.

Таблица 15

Что проверяется (место проверки)	Контрольная операция (или положение, в которое ставят предмет регулирования или включения)	Технические требования или признаки нормальной работы
1	2	3
1. Надписи на передней панели и кожухе электронного блока	Визуальный осмотр	Надписи и обозначения должны быть четкими
2. Органы управления	Визуальный осмотр, опробование	Органы управления (коммутации) должны четко фиксироваться в каждом положении, указанном в документации. Ручки должны сидеть плотно.
3. Лакокрасочные и антикоррозионные покрытия поверхностей	Визуальный осмотр	Покрытие должно быть сплошным без сколов, царапин, трещин, следов коррозии.

4. Тележка	Визуальный осмотр, опробование подъемника электронного блока, перемещения и фиксации боковых частей рамы тележки, разборка и сборка колес	Рама тележки должна быть без трещин, вмятин, короблений, нарушений антикоррозионных покрытий; боковые части рамы должны свободно перемещаться в пределах не менее 50 мм и фиксироваться винтами; подъемник электронного блока должен перемещаться из нижнего в верхнее положение без заклинивания и фиксироваться в каждом положении; тормозные и очистительные устройства должны свободно устанавливаться в требуемое положение и не должны иметь повреждений трущихся или фиксирующих деталей.
5. Механизм центрирования	Визуальный осмотр, опробование.	Механизм должен полностью подниматься в вертикальное положение. В осях люфты недопустимы. Блоки преобразователей должны свободно устанавливаться на поверхность рельса без заклинивания и перекоса.
6. Баки, краны, трубопроводы	Визуальный осмотр, опробование	Отсутствие протечек контактирующей жидкости из баков, кранов, трубопроводов.
7. ПЭП и резонаторы	Визуальный осмотр, опробование	Рабочая поверхность ПЭП и резонаторов не должна иметь сколов, вмятин, трещин. Разъемы, корпуса, металлические детали не должны иметь следов коррозии. Характеристики резонаторов должны соответствовать требованиям.
8. Разъемы, соединители	Визуальный осмотр, опробование	Разъемы (соединители) должны сочленяться плотно и фиксироваться с ответными частями; тела (корпуса) разъемов должны быть без повреждений, контакты - без следов коррозии (окисления).
9. Кабели	Визуальный осмотр, опробование	Поверхность должна быть чистой без трещин и надрывов. Не допускается проворачивание кабеля в местах сочленения с разъемом.
10. Аккумулятор	Визуальный осмотр, измерение напряжения батареи	На контактах, внешних поверхностях аккумулятора не должно быть окислов, коррозии, вздутия. Напряжение аккумулятора не должно быть менее 10,5 В.

4) Порядок ремонта дефектоскопа и составных частей:

4.1. Ремонту подлежат механические узлы дефектоскопа, восстановление которых возможно в мастерских ремонтного предприятия, а также некоторые точечные элементы (катушки, трансформаторы), не залитые специальным компаундом.

4.2. Перед ремонтом необходимо провести опробование дефектоскопа и его составных частей.

4.3. При ремонте произвести следующие работы:

4.3.1 Разборку и дефектацию дефектоскопа и его составных частей.

4.3.2. Замену неисправных деталей, соединителей, переключателей, кабелей, проводов.

4.3.3. Ремонт и замену неисправных катушек и трансформаторов.

4.3.4. Разборка блоков преобразователей и ручного РС ПЭП с заменой изношенных резонаторов, корпуса, основания.

4.3.5. Очистка деталей и узлов тележки и центрирующих механизмов от загрязнений и повреждений антикоррозионного покрытия и их покраску.

4.3.6 Проверка монтажа электронного блока, замена деталей, не соответствующих требованиям подраздела 7.3.

4.3.7. Поблочная настройка электронного блока с использованием контрольно-настройочной карты, чертежей плат и электромонтажных чертежей.

4.3.8. Проверка, регулирование и испытания дефектоскопа после ремонта

5) Порядок ремонта тележки дефектоскопа:

5.1. Тележку, центрирующие механизмы, колеса и другие узлы разобрать, осмотреть, очистить от загрязнений

5.2. Трещины в раме засверлить на концах, разделать кромки и заварить газовой сваркой.

5.1. Покоробленные участки рамы выправить в горячем состоянии при равномерном нагреве.

5.2. Отслоившееся пластмассовое (резиновое) покрытие рукояток для переноски и передвижения тележки подклеить универсальным водостойким клеем.

5.3. Заменить изношенные и поврежденные колеса, прикрепить к ним металлические бандажи.

5.4. Шейка оси в месте посадки колеса должна быть чистой, без рисок и вмятин. Ось бракуется при наличии трещин любой величины и направления. Ось и втулку колеса промыть в бензине, высушить и смазать.

5.5. Собрать колесо с осью, проверить центровку. Колесо должно легко проворачиваться на оси без заклинивания и видимых биений.

5.6. Проверить пружины тележки и центрирующих механизмов, которые не должны иметь остаточных деформаций.

5.7. Чемоданы и баки для воды очистить от загрязнений и отслоившейся краски. Вмятины глубиной более 3 мм выправить. Баки промыть горячим содовым раствором.

5.8. Очистить детали центрирующих механизмов от коррозии и восстановить антикоррозионное покрытие. Допускается окраска деталей (кроме осей и пружин) эмалью (например МЛ-12) по 2 классу.

5.9. Покрасить каркас тележки и баки эмалью.

Техническое обслуживание, ремонт дефектоскопов УДС2-РДМ-3.

Система технического обслуживания и планово-предупредительных ремонтов дефектоскопа составляет комплекс организационно-технических мероприятий, направленных на:

- повышение работоспособности дефектоскопа;
- своевременное его техническое обслуживание и ремонт;
- снижение стоимости и сокращение сроков ремонтных работ.

Плановая система предусматривает выполнение технического обслуживания и ремонтов в зависимости от отработанного дефектоскопом времени.

Вид обслуживания	Норма эксплуатации	Простой при обслуживании
Ежесменное техническое обслуживание	ежесменно	
Периодическое техническое обслуживание	1 месяц	1 смена
Текущий ремонт и калибровка	12 месяцев	3 смены
Средний ремонт и калибровка	4 года	10 смен

При внезапном отказе дефектоскопа выполняется внеплановый ремонт, средняя продолжительность которого 1 смена.

Ежедневное техническое обслуживание выполняют операторы дефектоскопа перед началом работы и, при необходимости, во время перерывов в работе и после ее окончания.

При обслуживании произвести следующие работы:

- внешний осмотр, очистку дефектоскопа и его составных частей от загрязнений;
- проверку исправности кабелей и ПЭП;
- проверку рабочего комплекта принадлежностей, наличия инструмента, образцов, журнала для записи результатов контроля;
- проверку состояния аккумуляторной батареи;
- подготовку к работе, при необходимости проверку условной чувствительности каналов с использованием стандартного образца.

Периодическое техническое обслуживание выполняют операторы дефектоскопа с участием при необходимости ремонтной службы эксплуатирующей организации в соответствии с утвержденным графиком или при внезапном отказе.

При обслуживании выполнить все мероприятия, предусмотренные ежедневным техническим обслуживанием, а также произвести следующие работы:

- осмотр, проверку и ремонт соединителей, кабелей, отдельных проводов;
- осмотр и очистку ПЭП от влаги и загрязнений;
- очистку корпуса электронного блока от загрязнений и коррозии с последующей окраской зачищенных мест;
- очистку контактов и зарядку аккумуляторной батареи;
- проверку условных чувствительностей каналов с использованием стандартного образца.

Текущий ремонт заключается в проверке и поддержании эксплуатационных характеристик дефектоскопа ремонтом или заменой составных частей в течение межремонтного срока. Текущий ремонт производится лабораторией по дефектоскопии в соответствии с техническими требованиями.

При текущем ремонте произвести следующие работы:

- частичную (при необходимости) разборку дефектоскопа;
- настройку дефектоскопа в соответствии с техническими данными с заменой, если необходимо, деталей в соответствии с принципиальной электрической схемой;
- замену неисправных деталей, соединителей, переключателей, кабелей, проводов и др.;
- проверку, ремонт или замену катушек и трансформаторов;
- очистку корпуса дефектоскопа и его окраску;
- сборку, настройку и испытания дефектоскопа;
- калибровку прибора.

Средний ремонт заключается в восстановлении эксплуатационных характеристик дефектоскопа заменой и ремонтом составных частей.

Средний ремонт производится лабораториями по дефектоскопии или ремонтными службами предприятия - изготовителя в соответствии с Руководством по ремонту, утвержденным в установленном порядке.

Учет неисправностей при эксплуатации, сведения о ремонте дефектоскопа, о замене составных частей за время эксплуатации, а так же данные о техническом освидетельствовании изделия заносятся в таблицы.

Техническое обслуживание, ремонт дефектоскопов АВИКОН-01.

Система технического обслуживания и планово-предупредительных ремонтов дефектоскопа составляет комплекс организационно-технических мероприятий, направленных на:

- повышение работоспособности и увеличения ресурса работы дефектоскопа;
- своевременное техническое обслуживание и ремонт дефектоскопа;

– снижение стоимости и сокращение сроков проведения работ.

Плановая система предусматривает выполнение технического обслуживания и ремонтов в зависимости от отработанного дефектоскопом времени.

Таблица 16

Вид обслуживания	Норма эксплуатации	Простой при обслуживании
Ежесменное техническое обслуживание	Ежесменно	-
Периодическое техническое обслуживание	1 месяц	1 смена
Текущий ремонт и поверка (калибровка)	12 месяцев	3 смены
Средний ремонт и поверка (калибровка)	4 года	10 смен

При внезапном отказе дефектоскопа необходимо выполнить внеплановый ремонт, средняя продолжительность которого 1 смена.

Ежесменное техническое обслуживание выполняют операторы дефектоскопа перед началом работы и при необходимости во время перерывов в работе и после ее окончания.

Периодическое техническое обслуживание выполняют операторы дефектоскопа с участием при необходимости ремонтной службы эксплуатирующей организации в соответствии с утвержденным графиком или при внезапном отказе.

При обслуживании следует выполнить все мероприятия, предусмотренные ежесменным техническим обслуживанием, а также провести следующие работы:

- осмотр, проверку и ремонт соединителей, жгутов (кабелей), отдельных проводов;
- разборку, осмотр и очистку блоков резонаторов и ручных ПЭП от влаги и загрязнений;
- замену резонаторов и ручных ПЭП (при необходимости);
- промывку бачков горячим содовым раствором до полного удаления ржавчины и осадков;
- ремонт бачков (при необходимости);
- очистку деталей дефектоскопной тележки от загрязнений;
- замену электролита, очистку контактов и зарядку аккумуляторной батареи;
- проверку условной чувствительности каналов с использованием образца СО-ЗР и первого донного сигнала;
- проверку работоспособности дефектоскопа на контрольном тупике.

Текущий ремонт заключается в проверке и поддержании эксплуатационных характеристик дефектоскопа в течение межремонтного срока. Текущий ремонт производится дорожной лабораторией по дефектоскопии.

При текущем ремонте производят следующие работы:

- проверку параметров дефектоскопа с заменой при необходимости вышедших из строя блоков, а также соединителей, переключателей, кабелей, проводов;
- разборку и ремонт блоков резонаторов и ручных ПЭП;
- очистку дефектоскопа от загрязнений и ржавчины и окраску мест с нарушением лакокрасочного покрытия;
- сборку, настройку и проверку работоспособности дефектоскопа;
- калибровку дефектоскопа.

Средний ремонт заключается в восстановлении эксплуатационных характеристик дефектоскопа заменой и ремонтом составных частей. Средний ремонт производит дорожная лаборатория по дефектоскопии или ремонтные службы предприятия-изготовителя.

Состав работ при среднем ремонте аналогичен составу работ при текущем ремонте.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. «Положение о системе неразрушающего контроля рельсов и эксплуатации средств рельсовой дефектоскопии в путевом хозяйстве железных дорог ОАО «РЖД», утвержденное распоряжением ОАО «РЖД» №1471 от «26» июля 2017 г.
2. «Дефекты рельсов. Классификация, каталог и параметры дефектных и остродефектных рельсов», утвержденное распоряжением ОАО «РЖД» №2499 от «23» октября 2014 г.
3. «Классификатор дефектов и повреждений элементов стрелочных переводов», утвержденное распоряжением ОАО «РЖД» №1653 от «16» августа 2012 г.
4. Приказ начальника дороги от 9 января 2019 года № КБШ Н-1: О системе управления качеством безопасности движения поездов на Куйбышевской железной дороге – Самара, 2019 г.
5. Инструкция по обеспечению безопасности движения поездов при производстве путевых работ, утвержденная распоряжением ОАО «РЖД» №2540 от 14 декабря 2016 г.
6. Правила технической эксплуатации железных дорог РФ: утверждены приказом Минтранса России от 21 декабря 2010 г. №268 (зарегистрирован Минюстом России 28 января 2011., №19627 – Новоуральск.: ООО «Новоуральская типография», 2017. – 574 с.
7. Лысюк В.С., Бугаенко В.М. Повреждение рельсов и их характеристика. М.: ИКЦ Академкнига, 2006.
8. Марков А.А., Шпагин Д.А. Ультразвуковая дефектоскопия рельсов. СПб, 2008.
9. Марков А.А. и др. Расшифровка дефектограмм ультразвукового контроля рельсов. СПб, 2008.
10. Гурвич А.К. и др. Неразрушающий контроль рельсов при их эксплуатации и ремонте. М.: Транспорт, 1983.
11. Ермолов И.Н., Ермолов М.И. Ультразвуковой контроль. М., 2002.
12. Ультразвуковой дефектоскоп УДС-2-РДМ-3. Руководство по эксплуатации.
13. Ультразвуковой дефектоскоп УДС-1-РДМ-1. Руководство по эксплуатации.
14. Ультразвуковой дефектоскоп УДС-2-РДМ-2. Руководство по эксплуатации.
15. Ультразвуковой дефектоскоп «Авикон-01». Руководство по эксплуатации.
16. Радиоавионика. Статья «Компьютерная программа «ГРАФИК». Форма доступа: www.radioavionica.ru.
17. Руководство по эксплуатации 2873.00.00.000М РЭ ВАГОН-ДЕФЕКТОСКОП ВД-1МТ5К.
18. Дефектоскоп «ЭХО-КОМПЛЕКС» Руководство по эксплуатации.
19. Преображенский М.Н. Современные переносные ультразвуковые рельсовые дефектоскопы. М.: ФГБОУ «Учебно-методический центр по образованию на железнодорожном транспорте», 2012.
20. Ультразвуковой дефектоскоп «Авикон-11». Руководство по эксплуатации.
21. Комплекс регистрирующий «КРУЗ-М» Руководство по эксплуатации 206.014РЭ.
22. Технологическая инструкция по ультразвуковому контролю сварных стыков рельсов в рельсосварочных предприятиях и в пути. ТИ 07.42-2004.

Интернет-ресурсы:

1. Железнодорожный транспорт : ежем. научно-теор. тех.-экономический журнал. В Интернете: www.zdt-magazine.ru/
2. Международный информационный научно-технический журнал «Путь и путевое хозяйство», В Интернете: http://railway-publish.com/journ_li.html.
3. Транспорт России: еженедельная газета. В интернете: www.transportrussia.ru.
4. Железнодорожник: федеральный ежемесячный отраслевой журнал. Комплект.
5. Сайт Министерства транспорта Российской Федерации. Форма доступа: www.mintrans.ru