

ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОГО ТРАНСПОРТА
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего профессионального образования
«Иркутский государственный университет путей сообщения»
Сибирский колледж транспорта и строительства

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ
К ВЫПОЛНЕНИЮ ПРАКТИЧЕСКИХ И ЛАБОРАТОРНЫХ РАБОТ
(для очной и заочной формы обучения)
МДК.03.03. НЕРАЗРУШАЮЩИЙ КОНТРОЛЬ РЕЛЬСОВ

для специальности
08.02.10 Строительство железных дорог, путь и путевое хозяйство

*базовая подготовка
среднего профессионального образования*

Иркутск , 2023

РАССМОТРЕНО:

Цикловой методической комиссией
специальности 08.02.10 Строительство железных
дорог, путь и путевое хозяйство
Протокол № 9
«24» мая 2023 г 
Председатель Климова С.Н.

Разработчик: Ресельс А.П., преподаватель высшей категории, Сибирский колледж транспорта и строительства ФГБОУ ВО Иркутский государственный университет путей сообщения

Методические указания к практическим работам по ПМ.03 Устройство, надзор и техническое состояние железнодорожного пути и искусственных сооружений МДК.03.03. Неразрушающий контроль рельсов содержат учебный материал, с выделением целей и подробного алгоритма работы, контрольные вопросы по темам.

Данное методическое указание рекомендуется для использования в процессе освоения студентами основной профессиональной образовательной программы по специальности 08.02.10 - Строительство железных дорог, путь и путевое хозяйство в соответствии с требованиями ФГОС СПО.

СОДЕРЖАНИЕ

Введение	4
Практическое занятие № 1	5
Практическое занятие № 2	7
Практическое занятие № 3	9
Практическое занятие № 4	11
Практическое занятие № 5	13
Практическое занятие № 6	16
Практическое занятие № 7	18
Практическое занятие № 8	20
Практическое занятие № 9	21
Практическое занятие № 10	23
Лабораторная работа № 1	25
Лабораторная работа № 2	39
Лабораторная работа №3	41
Лабораторная работа №4	43
Лабораторная работа № 5	47

Введение

В соответствии с учебным планом дисциплины МДК.03.03 «Неразрушающий контроль рельсов» студентами специальности 08.02.10 «Строительство железных дорог, путь и путевое хозяйство» должны выполнить десять практических работ и пять лабораторных.

В методическом пособии приведены необходимые пояснения основных понятий; исходные данные и задания к каждой практической и лабораторной работе, примеры выполнения и оформления расчётных и графических частей работ.

Практические занятия проводятся с целью закрепить теоретические знания студентами: основы ультразвуковой, магнитной дефектоскопии, приобрести практические навыки при работе с дефектоскопными средствами; овладеть методиками контроля рельсов и приобрести навыки по выявлению дефектов в рельсах и стрелочных переводах.

Практическое занятие № 1

Тема: Структура обозначения дефектов. Выявление причин развития дефектов и повреждений.

Цель занятия:

Разобраться со структурой обозначения дефектов. Научиться определять причины возникновения и развития дефектов.

Обеспеченность занятия:

Образцы рельсов с дефектами и повреждениями.

Краткие теоретические сведения

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 встыке;
- 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:

О - 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 гарантированного 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 гарантированного 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 гарантитного 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 гарантитного 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.

Появление дефекта рельса часто бывает следствием нескольких причин. Так, недостатки в содержании пути ускоряют развитие заводских дефектов. В связи с этим при определении типа дефекта должна быть выявлена основная причина, с которой связано его появление и развитие.

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 элекротоконтактной сваркой;

4 - в сварном стыке, полученном алюминотермитной сваркой.

Примечания:

1. Для сварного стыка, полученного элекротоконтактной сваркой рельсов после 2000 года, зона стыка определяется на расстоянии 120 мм симметрично по 60 мм в обе стороны от оси сварного шва с учётом толщины сварного шва и зон термического влияния от сварки и термообработки после сварки, а зона разрушения сварных рельсов из-за поджогов в подошве определяется на расстоянии 700 мм симметрично по 350 мм в обе стороны от оси сварного шва расположением прижимных электродов-губок контактной сварочной машины.

2. Для сварного стыка, полученного алюминотермитной сваркой, зона стыка определяется на расстоянии 120 мм симметрично по 60 мм в обе стороны от оси сварного шва с учётом толщины сварного шва и зон термического влияния от сварки.

3. Буква "Н", стоящая после цифрового кода дефекта, указывает, что дефект взят в накладки.

4. В случае необходимости отнесения дефекта к двум и более кодам допускается их обозначение с помощью двух и более кодов через знак дроби. Например, излом рельса, который произошел из-за образования поперечной трещины контактной усталости, обозначается как 71.2/21.2, а излом рельса, который произошел из-за образования продольной трещины в головке – как 71.2/31.2.

Порядок выполнения

1. Познакомиться с теоретическими сведениями по теме «Классификация дефектов рельсов и повреждений».

2. Описать причины появления и развития дефектов по заданному варианту (табл. 1).

3. Указать условия эксплуатации для рельсов, имеющих указанные дефекты.

Варианты заданий Таблица 1

№ варианта	Коды дефектов				
1	10.1	21.1	44	60	85
2	11.1	27	46.3	62	86.3
3	14	20.1	47.1	65	70
4	17	21.2	49	66.3	74
5	18	30B	43	69	10.1
6	10.2	30Г	59	60	11.1
7	11.2	38	56.3	62	27
8	26.3	30B	55	70	17
9	25	40	53	74	44
10	24	41	52	79	14

Содержание отчета

- Описать и зарисовать дефекты по заданному варианту (см. табл. 1).
- Дать описание причины появления и развития дефектов, условия эксплуатации рельсов.

Контрольные вопросы

- Объясните причины появления и развития дефектов.
- Укажите цифру в коде дефекта, отражающую основную причину появления и развития дефекта.
- Объясните назначение каждой цифры (от 0 до 9), отвечающей за причину появления и развития дефекта.

Практическое занятие № 2

Тема: Освоение методики маркировки дефектных и остродефектных рельсов

Цель занятия:

Приобретение практических навыков маркировки дефектных и остродефектных рельсов.

Обеспеченность занятия:

Рельсы.

Краткие теоретические сведения

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 косой 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 накладки маркировку дефекта (с добавленной буквой «Н») ставят справа от накладки.

Образцы маркировки дефектных рельсов приведены на рис. 1.

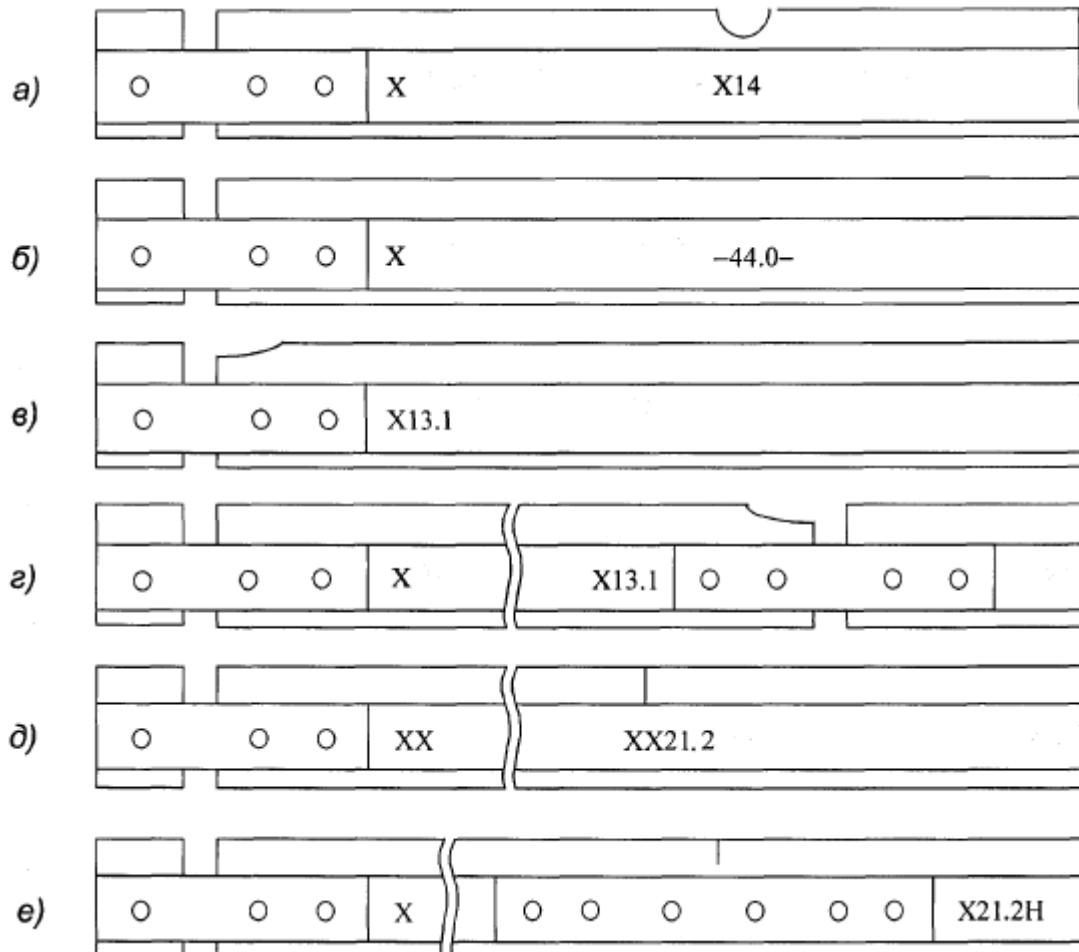


Рис. 1. Образцы маркировки дефектных рельсов: а) дефект 14 вне стыка; б) дефект 44.0 по всей длине рельса; в) дефект 13.1 на левом конце рельса; г) дефект 13.1 на правом конце рельса; д) остродефектный рельс при расположении дефекта 21.2 вне стыка; е) дефект 21.2, взятый в накладки - дефект 21.2Н.

При замене остродефектного рельса с обнаруженным в нем дефектом маркировку делают сразу же после изъятия его из железнодорожного пути.

Порядок выполнения

1. Познакомиться с теоретическими сведениями по теме «Классификация дефектов рельсов».

2. Изобразить схему и произвести маркировку рельсов по заданному варианту (см. табл. 1 в практическом занятии № 1).

Содержание отчета

1. Описание правил маркировки дефектов рельсов.

Контрольные вопросы

1. Объясните правила образования кода дефектов.

2. Объясните назначение первой цифры в коде дефекта.
3. Объясните назначение второй цифры в коде дефекта.
4. Объясните назначение третьей цифры в коде дефекта.

Практическое занятие № 3

Тема: Определение характеристик продольных и сдвиговых волн.

Цель занятия:

Приобретение практических навыков определения характеристик продольных и сдвиговых ультразвуковых волн.

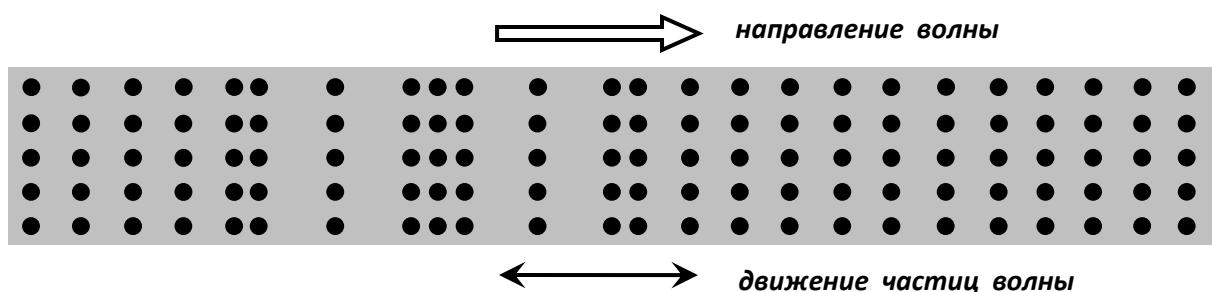
Краткие теоретические сведения

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 рис. 2, а зонами разной густоты частиц;

— поперечные волны (C_t -волны), в которых смещение частиц перпендикулярно направлению распространения волны (рис. 2, б).

а)



б)

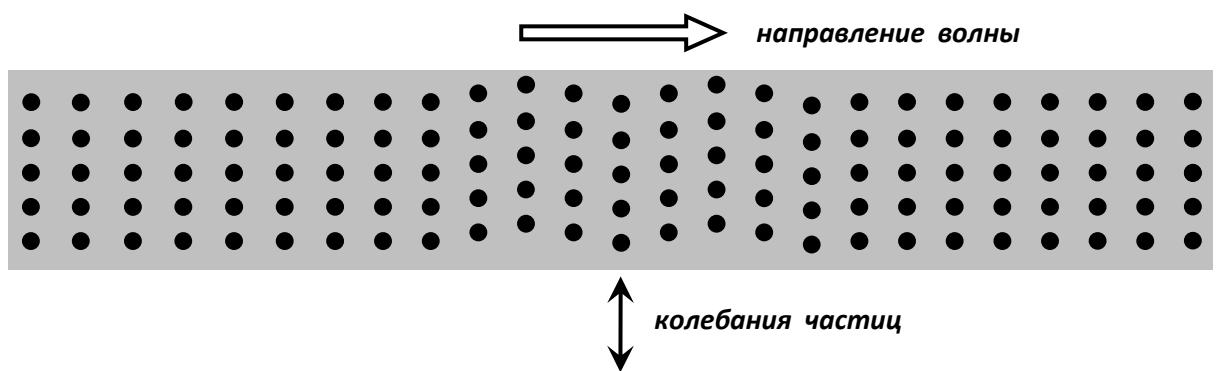


Рис. 2. Типы ультразвуковых волн:

а — продольная волна; б — поперечная волна

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

Параметры ультразвуковых волн

Ультразвуковые волны характеризуются следующими основными параметрами: длиной волны λ (м), скоростью распространения волны C (м/с), колебательной скоростью частиц среды V (м/с), частотой f (Гц).

Главный параметр любой волны — длина волны λ . Она равна отрезку пути, пробегаемому волной за период T времени, в течение которого происходит полный цикл одного колебания, т.е. $\lambda = CT$. Для продольных волн, например, это некоторое постоянное значение расстояния, через которое чередуются зоны сжатия и разрежения, для поперечных — участки сдвига вверх-вниз. Длина волны λ — это внутренняя согласованная мера, относительно которой определяются и через которую связаны многие параметры волн, аппаратуры, среды.

Если учесть, что

$$T = 1/f, \quad (1)$$

то λ представляется в виде

$$\lambda = C/f, \quad (2)$$

Это основное соотношение в теории колебаний. Оно справедливо для всех волновых процессов.

В зависимости от частоты волны делятся на:

- инфразвуковые (до 20 Гц);
- звуковые (от 20 до 20 000 Гц);
- ультразвуковые (от 20 000 до 1 000 000 000 Гц);
- гиперзвуковые (свыше 1 000 000 000 Гц).

Скорость распространения продольной и поперечной волн определяется соотношением:

$$C_l = \lambda f, \quad (3)$$

$$C_t = 0,55C_l, \quad (4)$$

В табл. 2 даны значения скорости волн в углеродистой стали, воде, оргстекле и в воздухе.

Таблица 2.

Среда (материал)	Скорость ультразвуковой волны в среде (C) м/с			
	Продольная волна (C_l)	Поперечная волна (C_t)	Продольная волна (λ_l)	Поперечная волна (λ_t)
Воздух	331			
Вода	1450			
Плексиглас (орг. стекло)	2670			
Сталь	5900			

Порядок выполнения работы

1. Познакомиться с теоретическими сведениями по теме «Виды упругих акустических волн».
2. Вычислить по формуле и проставить в табл. 2 значения скорости поперечной волны для различных сред.
3. Вычислить по формуле и проставить в таблице значения длины продольной и попе-

речной волны при частоте излучения $f = 2,5$ МГц.

Содержание отчета

- Заполненная таблица со всеми значениями скоростей и длин волн.

Контрольные вопросы

- Дайте определение понятий «длина волны» и «частота колебаний».
- Объясните, как определяется длина волны и от чего она зависит.
- Объясните, в каком диапазоне частоты находятся ультразвуковые волны.

Практическое занятие № 4

Тема: Совершенствование знаний в изучении свойств ультразвуковых колебаний.

Цель занятия:

Усовершенствование полученных знаний при изучении свойств ультразвуковых колебаний.

Краткие теоретические сведения

Третий критическим углом (рис. 4,б) называют угол падения поперечной волны при котором исчезает отраженная продольная волна. При угла близких к третьему критическому по границе распространяется неоднородная головная-продольная волна (аналогично первому критическому углу), которая быстро затухает, переизлучая боковые поперечные волны. Для стали третий критический угол равен $\beta_{3kp} = 34^\circ$.

При углах больше третьего критического угла $\beta_0 > \beta_{3kp}$ от границы отражается только поперечная волна (рис. 4, в).

В рассмотренных выше примерах отражения, преломления и трансформации приведен только один центральный луч. На практике на границу раздела сред падает пучок лучей. Для волн с плоским фронтом все лучи будут взаимодействовать с границей одинаково, поэтому описанные выше процессы остаются справедливыми.

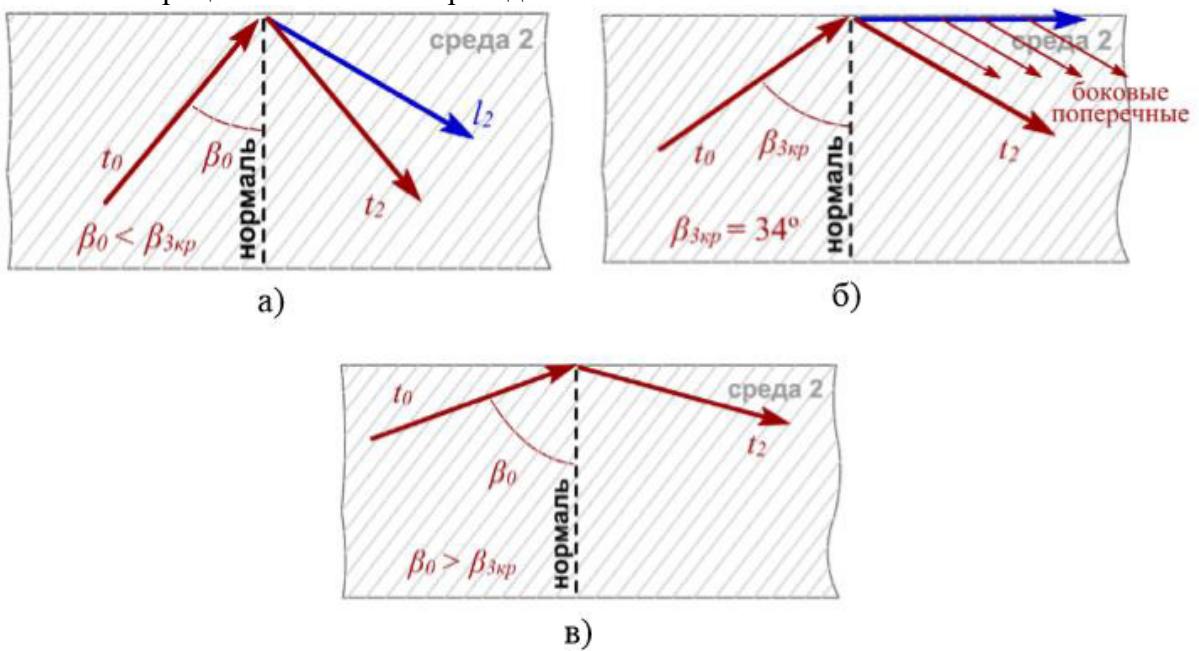


Рис. 4 – Схема падение поперечной волны на границу под углом β_0 иллюстрирует третий критический угол

Диффузное и зеркальное отражение и преломление

Шероховатость и неровность границы раздела сред может искажать общую картину прохождения и отражения волн. Поверхность считается зеркальной (рис. 5, а), если ее шероховатость существенно меньше длины волны:

$$\lambda \ll R_z, \quad (9)$$

где λ – длина волны, R_z - шероховатость поверхности.

В этом случае волна практически не взаимодействует с неровностями среды. Падающий параллельный пучок лучей отражается и преломляется в виде параллельных пучков (рис. 5, а).

Поверхность является диффузной, если ее шероховатость сравнима с длиной волны:

$$\lambda \approx R_z.$$

Отраженное и прошедшее излучение является диффузным, параллельный пучок хаотично рассеивается на неровностях среды. происходит рассеяние волны во всех направлениях.

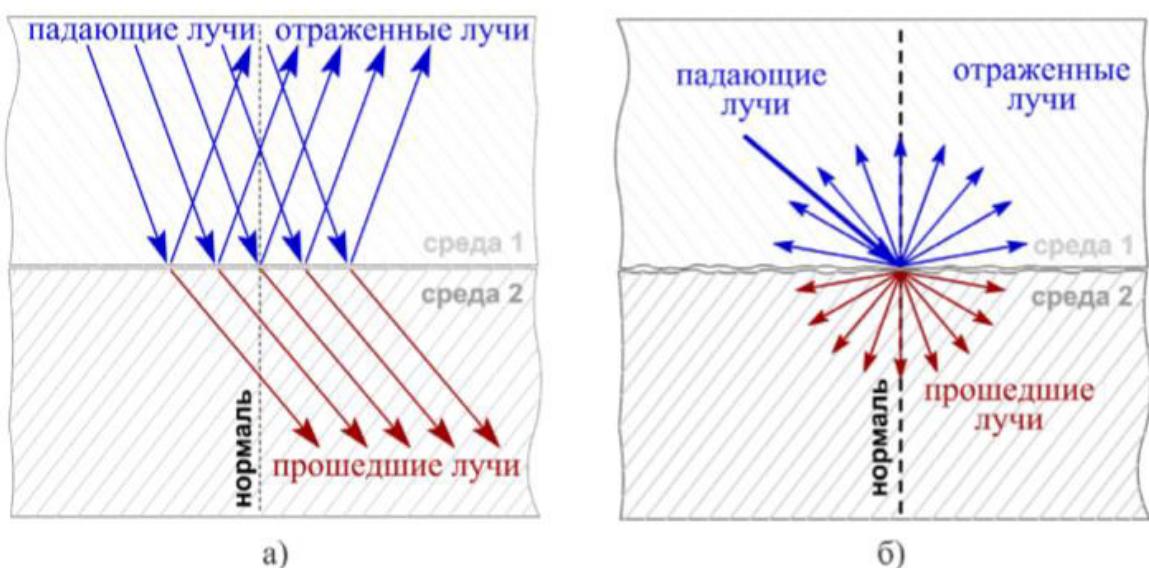


Рис. 5 – Схематичное изображение зеркального (а) и диффузного (б) отражения и преломления

Оптимальной шероховатостью поверхности для контроля прямым преобразователем является $R_z=10..20$ мкм, наклонным – $R_z=20..40$ мкм.

Порядок выполнения работы

1. Познакомиться с теоретическими сведениями по теме «Взаимодействие волн с границей раздела двух сред (закон Снеллиуса). Свойства ультразвуковых волн».
2. Изобразить схему третьего критического угла.
3. Изучить отражение луча от зеркальной и диффузной поверхностей.
4. Изобразить схему падения лучей на зеркальную и диффузную поверхность.

Содержание отчета

1. Схема третьего критического угла.
2. Определение диффузной и зеркальной поверхностей.
3. Схемы отражения лучей от зеркальной и диффузной поверхностей.

Контрольные вопросы

1. Какие способы получения ультразвука вы знаете, опишите их?
2. Назовите области и способы применения ультразвука.
3. Дайте определение интенсивности и мощности ультразвука?
4. Что такое интерференция и дифракция ультразвука?
5. Опишите процессы происходящие при падении луча на границу сред под третьим критическим углом.
6. Дайте определение зеркальной и диффузной поверхностей. Что происходит с лучом при прохождении через такие поверхности.

Практическое занятие № 5

Тема: Изучение диаграмм направленности излучателя.

Цель занятия:

Изучение направленности волнового поля.

Краткие теоретические сведения

Излучаемые ПЭП волны распределены в пространстве неравномерно. Для описания углового распределения энергии волны вводят понятие акустического поля. Акустические поля вблизи ПЭП и на удалении от него существенно отличаются.

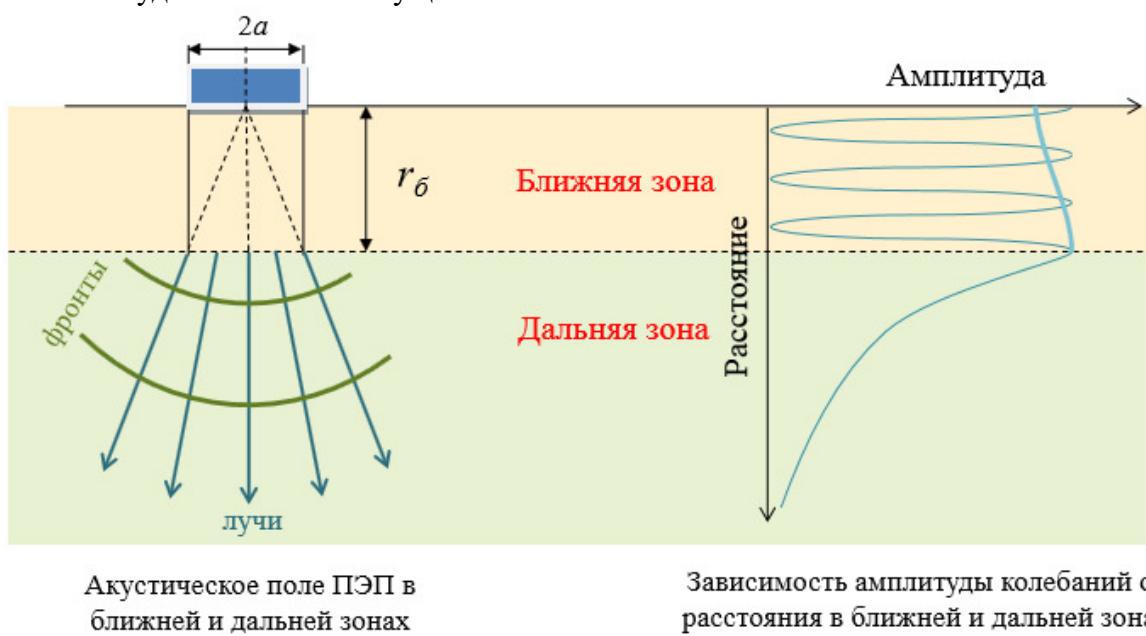


Рис. 6 – Ближняя и дальняя зона ПЭП

Ближняя зона (рис. 6) – это область объекта контроля вблизи источника волны, в которой наблюдается немонотонное изменение амплитуды колебаний (стоячих волн), связанное с интерференцией волн от разных частей ПЭП.

Дальняя зона (рис. 6) – это область ОК вдали от источника волны в которой распространяется бегущая волна с цилиндрическим (сферическим) фронтом. Амплитуда волны монотонно убывает из-за расхождения лучей от источника.

В дальней (волновой) зоне угловое распределение амплитуды волны описывается диаграммой направленности (рис. 7). На диаграмме направленности выделяют основной лепесток

(85% всей энергии излучения) и боковые лепестки (15% всей энергии излучения). Технологию контроля разрабатывают таким образом, что бы дефекты выявлялись основным лепестком.

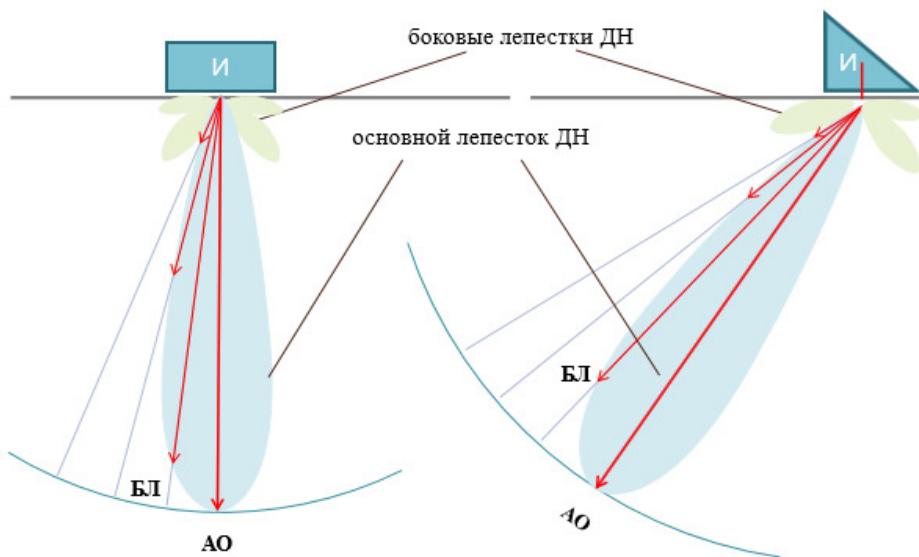


Рис. 7 – Диаграмма направленности прямого и наклонного ПЭП

Угловое распределение амплитуд (рис. 7) имеет максимум в направлении акустической оси, амплитуда боковых лучей убывает при удалении от нее. Максимальная амплитуда от ненаправленного округлого отражателя будет наблюдаться в положении отражателя на акустической оси.

Диаграмму направленности принято характеризовать двумя параметрами: углом наклона акустической оси и углом раскрытия диаграммы направленности (рис. 8).

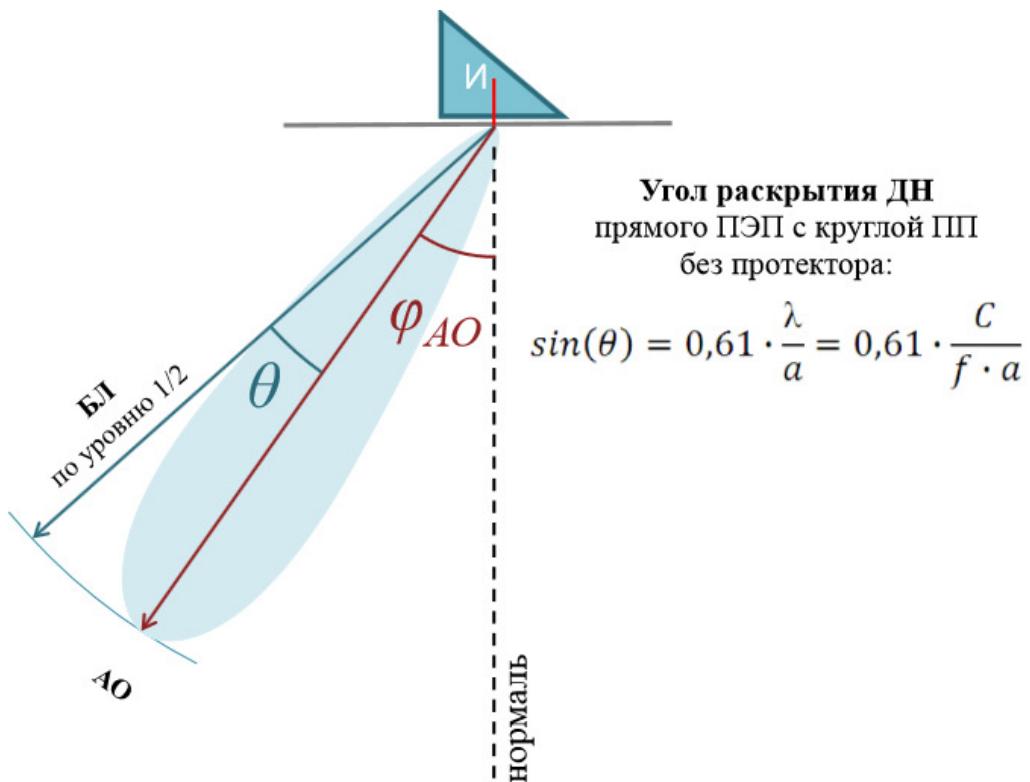


Рис. 8 – Параметры диаграммы направленности

Угол наклона акустической оси фАО (рис. 8) определяется углом призмы и отношением скоростей волн в призме и в объекте контроля.

Угол раскрытия диаграммы направленности θ (рис. 8) зависит от длины волны в объекте контроля, радиуса пьезопластины, угла призмы, скоростей ультразвуковых волн.

Широкая диаграмма направленности с большим углом раскрытия имеет преимущества на этапе поиска дефектов, так как позволяет озвучивать значительные объемы материала.

Узкая диаграмма направленности позволяет проводить измерения координат дефектов, оценивать их форму и размеры с меньшей погрешностью. Это достигается за счет возможности установить более точно преобразователь в положение максимальной амплитуды.

На практике для настройки дефектоскопа используют следующие параметры преобразователя: точка выхода луча, время ПЭП, угол ввода, погрешность глубиномера дефектоскопа.

Точка выхода луча (рис. 9) – это условная точка на поверхности преобразователя, из которой выходит расходящийся пучок лучей. Точка выхода луча наклонных ПЭП обозначается на боковой поверхности риской. Контроль точки выхода луча проводят на стандартном образце СО-3 или СО-3Р по боковой цилиндрической поверхности.

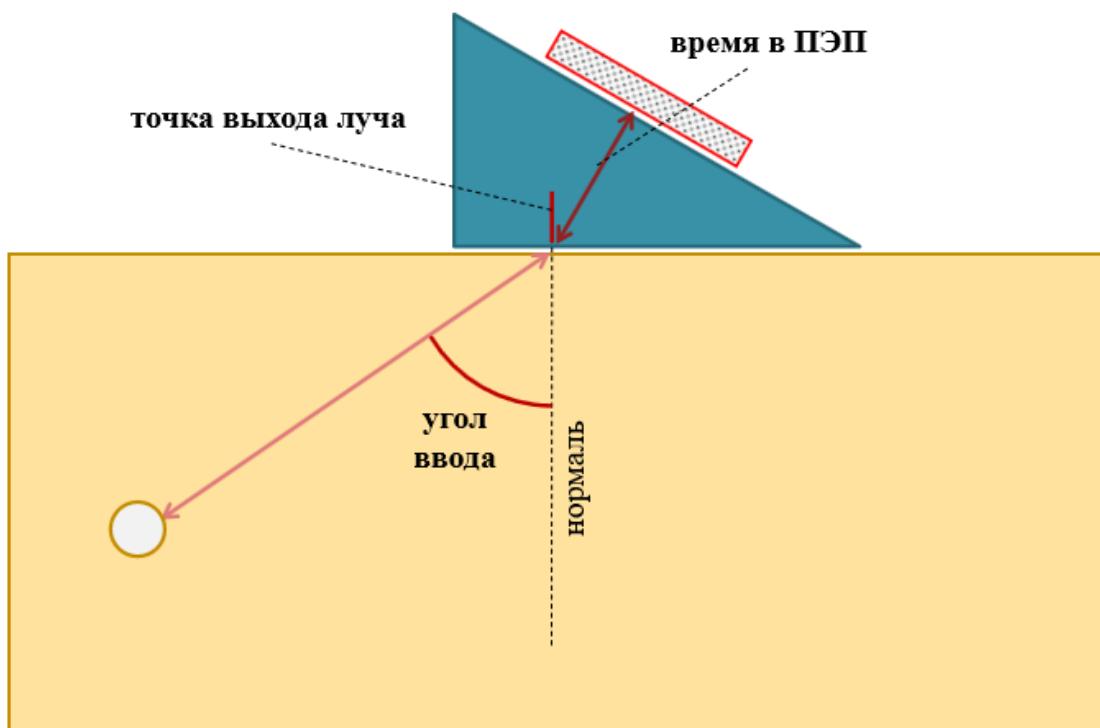


Рис. 9. Параметры ПЭП, используемые для настройки дефектоскопа

Время ПЭП (рис. 9) – это время задержки волны, связанное с распространением волны в призме и протекторе ПЭП. Время ПЭП напрямую влияет на точность определения координат дефектов. Время ПЭП компенсируют при настройке на стандартном образце СО-3 или СО-3Р по боковой цилиндрической поверхности.

Угол ввода (рис. 9) – это угол между нормалью к поверхности и линией, соединяющей центр ненаправленного (округлого отражателя) с точкой выхода луча в положении максимальной амплитуды эхо-сигнала от ненаправленного отражателя. Угол ввода указывается в маркировке преобразователя и проверяется при настройке на стандартном образце СО-2 или СО-3Р по боковому цилиндрическому отверстию диаметром 6 мм на глубине 44 мм. Угол ввода приблизительно равен углу наклона акустической оси, но всегда меньше его.

Порядок выполнения работы

- Познакомиться с теоретическими сведениями по теме «Пьезоэлектрические преобразователи. Виды и принцип работы».
- Дать определение “акустическое поля ПЭП”.
- Изобразить схему изменения акустического поля ПЭП в ближней и дальней зонах.
- Изобразить схему основных и боковых лепестков акустического поля ПЭП.
- Изобразить на схеме основные параметры диаграммы направленности.

Содержание отчета

- Схема изменения акустического поля ПЭП в ближней и дальней зонах.
- Схема основных и боковых лепестков акустического поля ПЭП.
- Схеме основные параметры диаграммы направленности.

Контрольные вопросы

- Что такое направленность излучения преобразователя, чем она характеризуется?
- Как изменяется волновое поле, по мере удаления от излучателя?
- Изобразите диаграммы направленности в разных системах координат.

Практическое занятие № 6

Тема: Изучение методик и характеристик эхо-импульсного метода.

Цель занятия:

Изучить характеристики эхо-импульсного метода дефектоскопии рельсов.

Краткие теоретические сведения

Эхометод ультразвуковой дефектоскопии основан на излучении в контролируемое изделие коротких зондирующих импульсов и регистрации эхосигнала, отражённого от дефекта. Временной интервал между зондирующими и эхопульсами пропорционален глубине залегания дефекта, а амплитуда, в определённых пределах, – отражающей способности (размеру) дефекта.

К преимуществам эхометода относятся:

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

К недостаткам эхометода можно отнести:

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

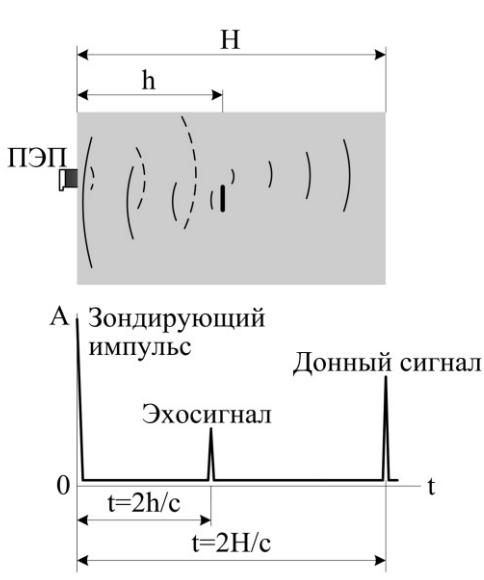


Рис. 10. Формирование эхо- и донного сигнала

Несмотря на указанные недостатки, эхометод является наиболее распространённым методом ультразвуковой дефектоскопии изделий.

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

Поэтому при контроле изделий с плоскопараллельными поверхностями возможен одновременный приём эхосигналов как от дефекта, так и от противоположной поверхности (рис. 10). Причём временное положение эхосигнала от дефекта относительно зондирующего импульса пропорционально глубине h его залегания

$$t = 2h/c, \quad (10)$$

где c – скорость распространения ультразвуковых колебаний в изделии.

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

Интервал времени между зондирующим импульсом и эхосигналом 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;
- дефект имеет значительный размер, полностью перекрывающий ультразвуковой пучок;
- высота (толщина) изделия настолько велика, что вследствие затухания ультразвуковых колебаний амплитуда эхосигнала от противоположной поверхности имеет очень малую величину.

Порядок выполнения работы

1. Изучив тему «Эхо-импульсный метод ультразвуковых колебаний» и конспект лекций, сделать теоретические обоснования, ответить на вопросы:

- a) указать достоинства и недостатки эхо-метода;
- b) указать область применения эхо-метода в рельсовой дефектоскопии;

2. Раскрыть значение и область применения эхо-метода.

3. Указать рисунки, отражающие зависимость от амплитуды при использовании эхо-метода, с пояснением:

- a) величины дефекта;
- b) глубины его залегания;
- c) ориентации дефекта;
- d) формы дефекта.

Содержание отчета

1. Значение и область применения эхо-метода.

2. Рисунки, отражающие зависимость от амплитуды при использовании эхо-метода, с пояснением:

- a) величины дефекта;
- b) глубины его залегания;
- c) ориентации дефекта;
- d) формы дефекта.

Контрольные вопросы

1. Каковы достоинства и недостатки эхо-метода?

2. Какова область применения эхо-метода в рельсовой дефектоскопии?

3. Каковы достоинства и недостатки зеркально-теневого метода?
4. Какова область применения зеркально-теневого метода в рельсовой дефектоскопии?

Практическое занятие № 7

Тема: Изучение методик и характеристик зеркального метода.

Цель занятия:

Изучить характеристики зеркального метода дефектоскопии рельсов.

Краткие теоретические сведения

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 даёт достаточно надёжные 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. 11). Для повышения эффективности обнаружения вертикально ориентированных поперечных трещин эхометод ультразвукового контроля дополняется зеркальным методом.

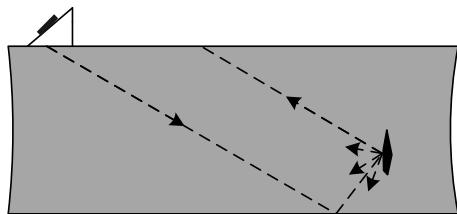


Рис. 11. Отражение ультразвуковых колебаний от вертикально ориентированной линии

Зеркальный метод ультразвукового контроля основан на анализе параметров акустических импульсов, отраженных от дефектов и донной поверхности объекта. При распространении ультразвуковой волны в объекте контроля и попадании её на отражающую поверхность, отражение волны может происходить по двум механизмам. В первом случае отражение акустических импульсов от дефектов происходит под различными углами, отличными от угла падения волны. Это явление возникает, если неровности поверхности дефекта соизмеримы с длиной волны. Такая поверхность называется диффузной. Во втором случае отражение акустических импульсов от дефектов происходит под углом, равным углу падения, если неровности отражающей поверхности много меньше длины волны среды, из которой падает волна. Такая поверхность названа зеркальной, а отражение зеркальным. Именно в этих случаях и применяется зеркальный метод. Зеркальный метод реализуется при прозвучивании изделия двумя преобразователями, которые размещены на поверхности сканирования, таким образом, чтобы фиксировать одним преобразователем сигнал, излучаемый другим. Сигнал отражается от донной поверхности и от плоскости дефекта, поступая на приемник.

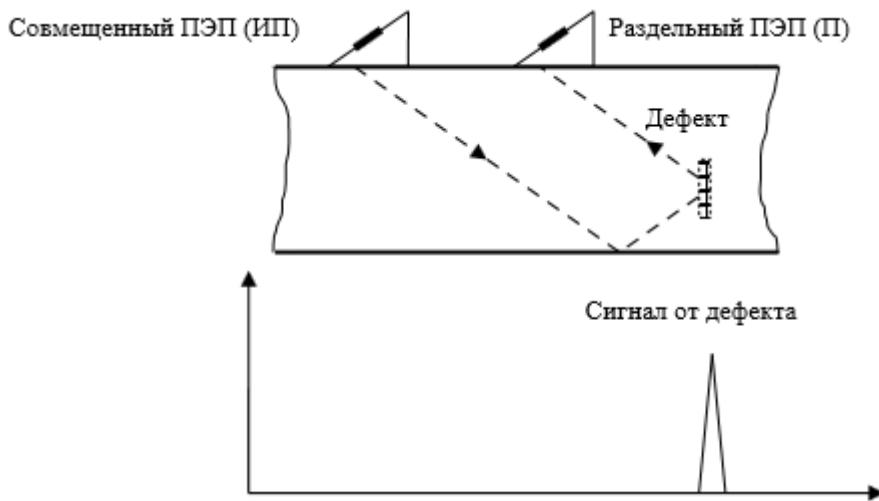


Рис. 12. Схема прозвучивания и А – развертка зеркального метода

На заданном расстоянии от первого преобразователя (ИП), работающего в режиме излучения-приема устанавливают второй, который работает только в режиме приема (П) – принимает зеркально отраженные от поверхности дефекта сигналы, как показано на рисунке 12. Расстояние между преобразователями выбирают, исходя из условия наилучшего прозвучивания зоны вероятного местоположения дефектов. Схема расположения преобразователей на прямой, параллельной направлению их перемещения, называется “тандем”. Схема расположения преобразователей на прямой, перпендикулярной направлению их перемещения, называется “дуэт”. Зеркальный метод рекомендуется использовать в качестве дополнения к эхо – методу, т.к. при этом эффективнее выявляются вертикальные поперечные трещины. Недостатком метода является необходимость периодически изменять расстояние между преобразователями, особенно при контроле толстостенных изделий. Обнаруживает до 3 % дефектов в рельсах.

Порядок выполнения работы

1. Изучив тему «Зеркальный метод ультразвукового контроля» и конспект лекций, сформулировать теоретические обоснования, ответить на вопросы:
 - а) указать достоинства и недостатки зеркального метода;
 - б) указать область применения зеркального метода в рельсовой дефектоскопии;
2. Раскрыть значение и область применения зеркального метода.

Содержание отчета

1. Значение и область применения зеркального метода.
2. Рисунки, поясняющие суть зеркального метода ультразвукового контроля.

Контрольные вопросы

1. Как реализован зеркальный метод УЗК?
2. От чего зависит расстояние В – расстояние между ПЭП?
3. В чем целесообразность применения зеркального метода?

Практическое занятие № 8

Тема: Изучение методик и характеристик теневого метода.

Цель занятия:

Изучить характеристики теневого метода дефектоскопии рельсов.

Краткие теоретические сведения

Теневой метод реализуется излучением ультразвукового сигнала преобразователем – источником (И), расположенным на поверхности сканирования, и принятием излучаемого сигнала преобразователем – приемником (П), расположенным на обратной поверхности объекта контроля. Если на пути ультразвуковых волн нет препятствий, отражающих или рассеивающих ультразвуковые волны, то уровень принятого сигнала максимальен. Этот уровень резко уменьшается, если в изделии есть дефект.

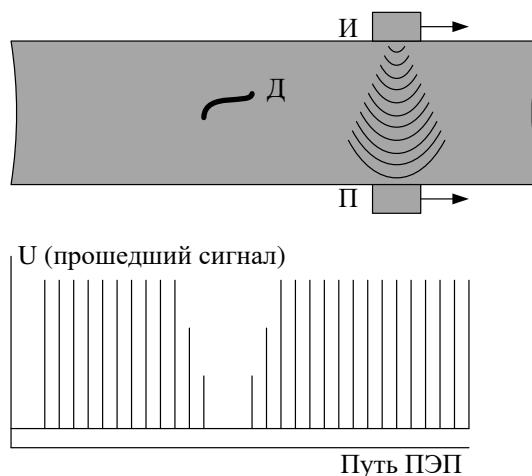


Рис. 13 - Теневой метод ультразвукового контроля

В отличие от эхо – метода теневой метод имеет высокую помехоустойчивость и слабую зависимость амплитуды принятого сигнала от ориентации дефекта. Недостатками метода являются: необходимость двухстороннего доступа к объекту контроля, отсутствие информации о координатах дефекта, погрешность показаний прибора, регистрирующего уровень принятого сигнала. Ввиду наличия данных недостатков теневой метод не применяется для сплошного контроля рельсов в пути, но широко используется на металлургических комбинатах и рельсосварочных предприятиях. Теневой метод не применяется при сплошном контроле рельсов. Однако его широко используют при контроле рельсов после изготовления на металлургических комбинатах, на рельсосварочных предприятиях для контроля сварных стыков, а так же при контроле сварных стыков рельсов, уложенных в путь. Используется для контроля головки, шейки и подошвы рельса. С помощью этого метода обнаруживают до 1 % дефектов в рельсах.

Порядок выполнения работы

1. Изучив тему «Теневой метод ультразвукового контроля» и конспект лекций, сделать теоретические обоснования, ответить на вопросы:
 - а) указать достоинства и недостатки теневого метода;
 - б) указать область применения теневого метода в рельсовой дефектоскопии;
2. Раскрыть значение и область применения теневого метода.

Содержание отчета

1. Значение и область применения теневого метода.
2. Схемы, поясняющие суть теневого метода ультразвукового контроля.

Контрольные вопросы

1. Как реализован теневой метод УЗК?
2. Каковы его преимущества и недостатки?

Практическое занятие № 9

Тема: Изучение методик и характеристик зеркально-теневого метода.

Цель занятия:

Изучить характеристики зеркально-теневого метода дефектоскопии рельсов.

Краткие теоретические сведения

В большинстве средств рельсовой дефектоскопии имеются каналы, работающие на основе зеркально-теневого метода (ЗТМ).

Как видно из рис. 14, ЗТМ ультразвукового контроля реализуется, если перенести приёмный 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).

Метод ЗТМ может быть реализован в случае:

- а) использования раздельно излучателя и приёмника;
- б) когда излучатель и приёмник, разведённые экраном, помещены в один корпус (РС);
- в) если пьезопластина совмещает функции излучателя и приёмника, чаще всего используются совмещённые ПЭП.

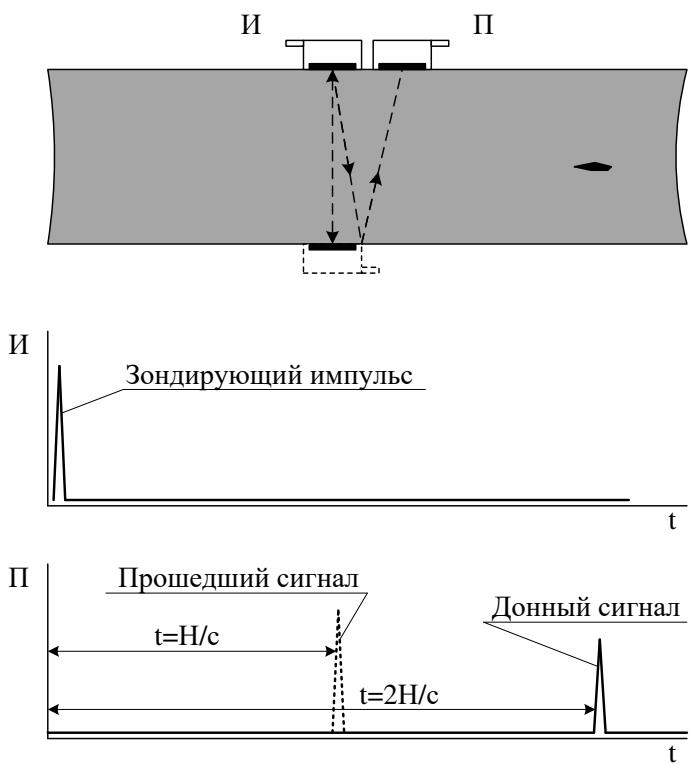


Рис. 14. Переход от теневого метода
ультразвукового контроля к зеркально-теневому

В методе используется как прямой (рис.15), так и наклонный ввод акустического луча. При любом способе реализации зеркально-теневого метода контроля признаком обнаружения дефекта является уменьшение донного сигнала в определённое, наперёд заданное число раз. Чем крупнее дефект, тем существеннее ослабление донного импульса, вызываемое этим дефектом.

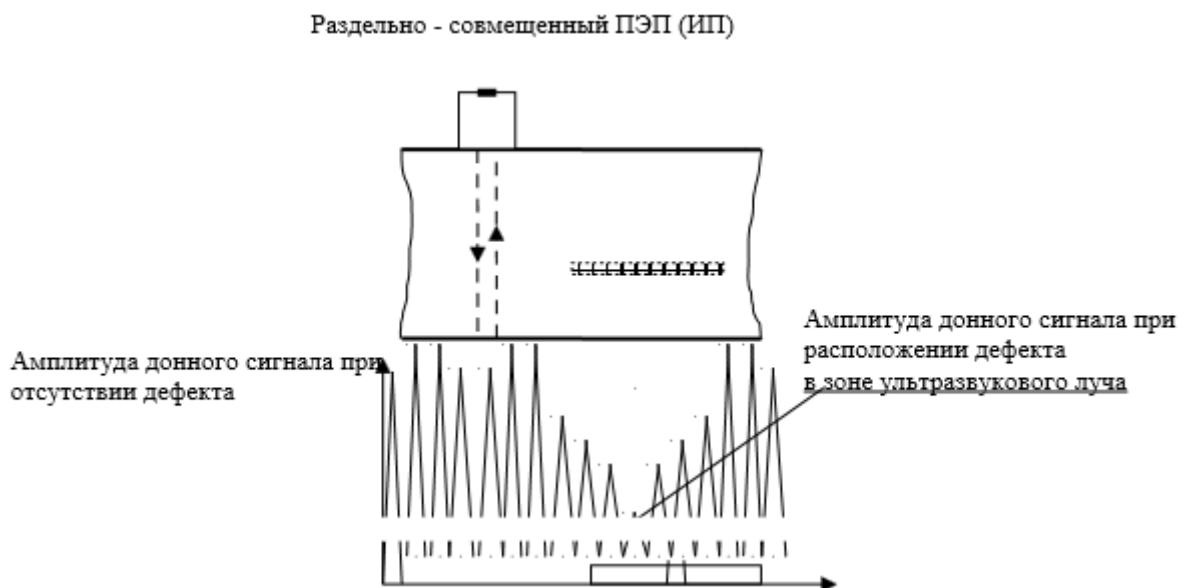


Рис. 15 - «Схема прозвучивания и А – развертка зеркально – теневого метода»

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

Преимуществом данного метода является то, что он не требует двухстороннего доступа к изделию, а к недостаткам можно отнести возможность применения данного метода только для контроля плоскопараллельных изделий. Зеркально-теневой метод занимает второе место по частоте применения после эхо-метода. С помощью этого метода обнаруживают до 10 % дефектов в рельсах.

Порядок выполнения работы

1. Изучив тему «Зеркально-теневой метод ультразвукового контроля» и конспект лекций, сделать теоретические обоснования, ответить на вопросы:
 - а) указать достоинства и недостатки зеркально-теневого метода;
 - б) указать область применения зеркально-теневого метода в рельсовой дефектоскопии;
2. Раскрыть значение и область применения зеркально-теневого метода.

Содержание отчета

1. Значение и область применения зеркально-теневого метода.
2. Схемы, поясняющие суть зеркально-теневого метода ультразвукового контроля.

Контрольные вопросы

1. Назовите физические основы метода ЗТМ.
2. Перечислите достоинства и недостатки метода.
3. В каких случаях может быть реализован ЗТМ?
4. Что такое коэффициент ослабления и коэффициент выявляемости?

Практическое занятие № 10

Тема: Освоение методики работы с однониточными дефектоскопами.

Цель занятия:

Изучить устройство дефектоскопа РДМ-1М1, схемы прозвучивания.

Оборудование: Дефектоскоп РДМ-1М1, стандартный образец СО-3Р.

Краткие теоретические сведения

Дефектоскоп РДМ – 1М1 предназначен для ультразвукового контроля рельсов в одной нити по всей длине и сечению, за исключением перьев подошвы и зон шейки под болтовыми отверстиями; для ультразвукового контроля элементов стрелочных переводов. Дефектоскоп является переносным автономным прибором и предназначен для ручного контроля.

Дефектоскоп РДМ – 1М1 реализует эхо-метод и зеркально – теневой метод ультразвукового контроля. Прозвучивание объекта контроля ведётся блоком резонаторов, в состав которого входят один раздельно-совмещенный резонатор РП РС, два наклонных

резонатора РП 58-58, два наклонных резонатора РП 42-42. В процессе контроля в головных телефонах прослушивают звуковые сигналы различной длительности и тональности в зависимости от сработавшего канала.

Процесс контроля проводится по одной из запрограммированных схем. Схема А реализована на резонаторах РП 58-58 и РП РС и содержит четыре канала. При этом три канала (1, 2, 3) используют эхо – метод и один канал (4) – зеркально – теневой метод контроля. Резонаторы РП 58-58 расположены в одном корпусе, их акустические оси направлены: у первого – в сторону движения дефектоскопа (канал1), у второго – в сторону, противоположную движению (канал2), и развернуты под углом 34° относительно продольной оси рельса в сторону рабочей грани головки. Такое расположение резонаторов обеспечивает выявление вертикальных поперечных трещин в головке рельса. Резонатор РП РС используется для выявления горизонтальных трещин в средней части головки и в шейке рельса, продольных вертикальных трещин головки и шейки, а также трещин от болтовых отверстий.

Схема Б реализована на резонаторах РП РС и РП 42-42 и содержит четыре информационных канала. При этом три канала (5, 6, 3) используют эхо – метод и один канал (4) – зеркально – теневой метод контроля. В схеме Б резонатор РП РС выявляет те же дефекты, что и в схеме А. На базе резонатора РП 42-42 реализованы два канала контроля для выявления дефектов коррозионного происхождения в подошве и изломов рельсов. Схема В реализована на резонаторах РП РС и РП 42-42 и содержит три информационных канала, реализующих эхо – метод и обнаруживает трещины в местах перехода головки в шейку и трещин от болтовых отверстий.

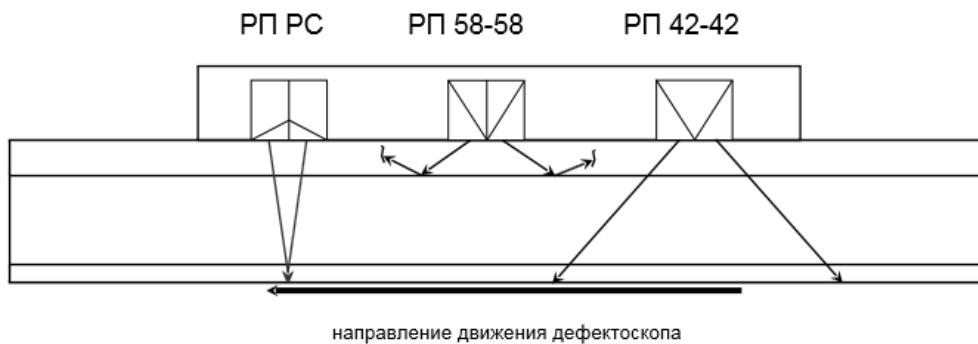


Рис. 25 - «Размещение резонаторов в блоке дефектоскопа РДМ – 1М1»

Порядок выполнения работы

1. Познакомиться с теоретическими сведениями по теме «Физические основы магнитной дефектоскопии».
2. Заполнить пропуски в тексте.

Содержание отчета

1. Описание порядка контроля рельсов дефектоскопом «Авикон-01».
2. Схема прозвучивания рельсов при сплошном контроле.
3. Порядок контроля болтовых стыков.
4. Порядок оформления результатов контроля.

Контрольные вопросы

1. Из чего состоит искательное устройство?
2. Из чего состоит намагничивающая система?
3. Где размещается все оборудование и аппаратура дефектоскопа?

Лабораторная работа № 1

Тема: Определение вида дефекта по натуральным образцам дефектных рельс

Цель занятия:

Приобретение практических навыков определения вида дефекта по натуральным образцам дефектных рельсов.

Обеспеченность занятия:

Образцы рельсов с дефектами и повреждениями.

Краткие теоретические сведения

См. практическое занятие 1.

Порядок выполнения работы

1. Познакомиться с теоретическими сведениями по теме «Классификация дефектов рельсов и повреждений».

2. По заданному в табл. 1 варианту дать название и написать коды дефектов из табл. 5.

Классификация дефектов

Таблица 5

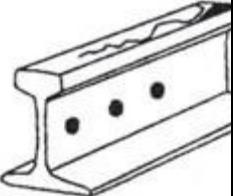
	Схема дефекта	Описание дефекта	Причины появления и развития	Способы выявления	Указания по эксплуатации рельсов
		Отслоение и выкрашивание металла на поверхности катания головки	В процессе изготовления из-за недостатков технологии на рельсах могут образовываться дефекты в виде волосовин, закатов и плен. Эти дефекты, не замеченные при приемке рельсов на заводе, приводят к образованию отслоений и выкрашиваний металла на поверхности катания после того, как по рельсам начинают ездить поезда	Внешний осмотр	Тщательное наблюдение за развитием дефектов. Рельсы, лежащие в главном пути с грузонапряженностью более 9 млн т-км/км брутто в год, на которых отслоения и выкрашивания имеют глубину более 3 мм, считаются дефектными и подлежат замене в плановом порядке. При пропущенном тоннаже менее гарантийного на рельсы с такой глубиной этого дефекта предъявляются рекламации заводу-изготовителю

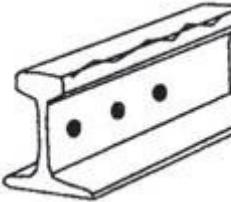
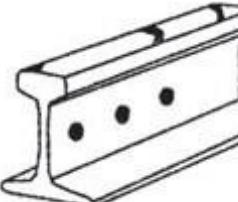
	Схема дефекта	Описание дефекта	Причины появления и развития	Способы выявления	Указания по эксплуатации рельсов
		Выкрашивание металла на боковой рабочей выкружке головки	Недостаточная контактно-усталостная прочность металла рельсов и наличие местных скоплений неметаллических включений, вытянутых вдоль и исправления прокатки (в виде дорожек). Чаще всего повреждается рабочая грань рельсов наружных нитей в кривых участках. Возможно развитие такого дефекта в дефект 7.	В начальной стадии развития может быть выявлен ультразвуковым дефектоскопом. Признак появления дефекта темные пятна вблизи рабочей выкружки головки с наплывом на нее металла.	Рельсы главного пути с грузонапряженностью более 10 млн т·км/км брутто в год, на которых выкрашивание достигает глубины более 3 мм или на поверхности катания которых вблизи рабочей выкружки головки есть темные пятна с наплывом металла, приводящее к выкрашиванию глубиной, как правило, более 3 мм, считаются дефектными и подлежат замене в плановом порядке.
		Пробуксовка колесами локомотивов	Воздействие колес подвижного состава при боксованиях вызывает образование впадин на поверхностях головок обеих рельсовых нитей. Возможно выкрашивание металла.	Внешний осмотр и проверка измерительными приборами.	Рельсы с пробуксовинами чаще проверяют дефектоскопами. Рельсы с пробуксовинами глубиной более 2 мм на участках со скоростями движения поездов 120 км/ч и менее и глубиной более 1 мм на участках со скоростями движения выше 120 км/ч относятся к дефектным и подлежат замене в плановом порядке. При наличии выкрашиваний глубиной более 3 мм рельсы также за-

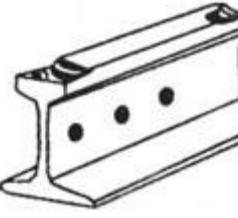
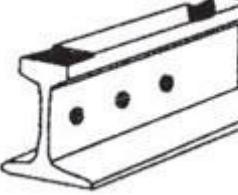
	Схема дефекта	Описание дефекта	Причины появления и развития	Способы выявления	Указания по эксплуатации рельсов
					меняют в плановом порядке.
		Выкрашивание закаленного слоя на поверхности катания головки рельса	Неудовлетворительная закалка рельсов, из-за чего в закаленном слое могут образоваться участки мартенсита или местных неравномерных переходов по твердости от закаленного к незакаленному металлу. При воздействии колес подвижного состава в этих местах выкрашивается и отслаивается металл, чему способствует также искривленность рельсовых концов.	Внешний осмотр.	Тщательное наблюдение за развитием дефекта. Рельсы, на которых выкрашивание имеет длину более 25 мм на конце или глубину более 3 мм на остальной части независимо от длины выкрашивания, относятся к дефектным и подлежат замене в плановом порядке. Если пропущенный тоннаж оказывается меньше гарантийного, на рельсы с выкрашиванием из-за дефектов термобработки глубиной более 3 мм заводу-изготовителю предъявляется рекламация.
		Выкрашивание наплавленного слоя на поверхности катания головки рельса	Нарушение технологии наплавки, приводящее к неравнопрочности сварного соединения между наплавленными и основным металлом. Под воздействием подвижного состава наплавленный слой выкрашивается или отслаивается. Возможно образование поперечных трещин, берущих начало у основания наплавленного слоя.	Внешний осмотр и проверка ультразвуковыми дефектоскопами.	После полного удаления ранее наплавленного металла необходимо наплавить рельс повторно. При выкрашивании наплавленного слоя длиной более 25 мм рельс относят к дефектным и меняют в плановом порядке.

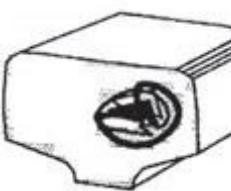
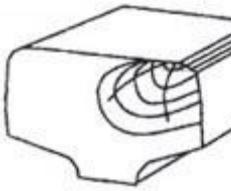
	Схема дефекта	Описание дефекта	Причины появления и развития	Способы выявления	Указания по эксплуатации рельсов
		Поперечные трещины в головке (в виде светлых или темных пятен) и изломы из-за них	Главная причина образования трещин - флокены, располагающиеся обычно на глубине более 10 мм от поверхности катания. Флокен - это зернистый надрыв, от которого под действием нагрузки от подвижного состава радиально развиваются усталостные трещины. В отечественных рельсах производства после 1949 г. флокены практически не встречаются. Усталостные трещины могут развиваться и от газовых пузырей, неметаллических включений и резко выраженной ликвидации.	Проверка дефектоскопами.	Рельс с трещинами любой величины необходимо заменить немедленно. Рельсы этой же плавки заменяют в плановом порядке, а до замены чаще проводят дефектоскопами. При пропущенном тоннаже менее гарантийного на рельс предъявляется рекламация заводу-изготовителю.
		Поперечные трещины в головке (в виде светлых или темных пятен) и изломы из-за них	Недостаточная контактно-усталостная прочность металла, наличие в стали местных скоплений неметаллических включений. Развивается под воздействием подвижного состава. В начале образования дефекта возникает продольная наклонная трещина, развитие которой приводит к отслоению металла - выщербине (дефект 2) или к поперечной трещине (дефект 6).	Проверка дефектоскопами.	Рельс с поперечными трещинами любой величины заменяют без промедления. При обнаружении поперечной трещины или излома в рельсе бесстыковой плети дефектный кусок вырезают и заменяют его другим рельсом, соединяя с концами бесстыковой плети накладками и болтами. Затем в плановом порядке непрерывность плети восстанавливают сваркой.

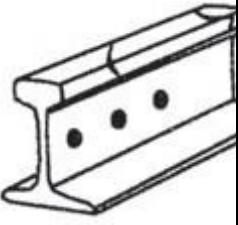
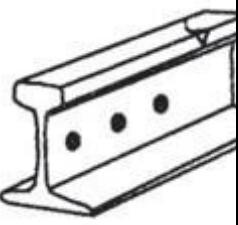
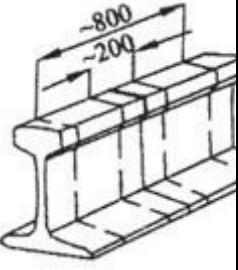
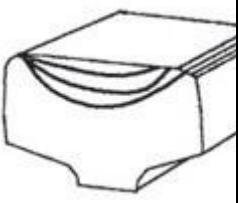
	Схема дефекта	Описание дефекта	Причины появления и развития	Способы выявления	Указания по эксплуатации рельсов
		Поперечные трещины в головке	Возникают из-за боксования или юза, а также прохода колес с большими ползунами или выбоинами. Такие трещины могут привести к хрупкому излому, особенно при низких температурах.	Внешний осмотр и проверка дефектоскопами.	Рельс заменяют без промедления. Даже если никаких внешних признаков повреждения остальных рельсов нет, за ними учащают наблюдение на всем участке, где прошел подвижной состав с неисправными колесами.
		Поперечные трещины в головке и изломы из-за них	Механические повреждения (после ударов рельс о рельс и т. п.), концентрирующие напряжения иющие становиться очагами образования трещин даже при нормальной нагрузке. Трещина быстро развивается и может привести к излому рельса.	Внешний осмотр и проверка дефектоскопами.	При выгрузке и эксплуатации рельсов в пути необходимо бережно обращаться с ними, не допуская ударов и других повреждений. Рельс с трещиной заменяют без промедления.
0		Поперечные трещины в головке сварного стыка	Недоброкачественное выполнение сварочных работ, наличие включений, пузьрей и трещин в месте сварки или неудовлетворительная обработка места сварки (наличие зарубки).	Внешний осмотр и проверка дефектоскопами.	Рельс либо немедленно заменяют, либо дефектный кусок вырезают и вваривают новую вставку.
1		Закалочные трещины в закаленном слое металла головки и изломы из-за них	Неравномерный нагрев и охлаждение рельса в процессе закалки.	Проверка дефектоскопами.	Рельс подлежит замене без промедления. При пропущенном тоннаже менее гарантийного на рельс предъявляется рекламация заводу-изготовителю.

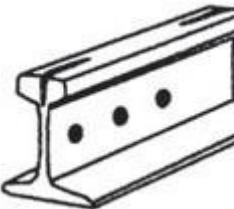
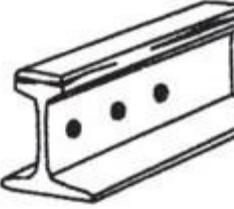
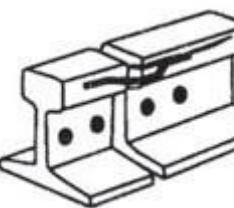
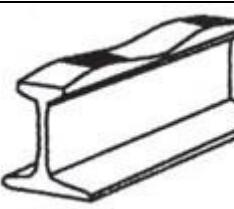
	Схема дефекта	Описание дефекта	Причины появления и развития	Способы выявления	Указания по эксплуатации рельсов
2		Вертикальное расслоение головки	Наличие в рельсе остатков усадочной раковины, резко выраженной ликвации и заворотов корки.	Внешний осмотр, проверка дефектоскопами.	Рельс немедленно заменяют. При пропущенном тоннаже менее гарантийного на него предъявляется рекламация заводу-изготовителю.
3		Горизонтальное расслоение головки	Наличие крупных скоплений неметаллических включений, вытянутых вдоль прокатки.	Внешний осмотр и проверка дефектоскопами.	Рельс подлежит замене без промедления. При пропущенном тоннаже менее гарантийного на него предъявляется рекламация заводу-изготовителю.
4		Трещины в головке близ приварного рельсового соединителя	Неправильная приварка рельсовых соединителей. Возникающие небольшие сварочные трещины могут развиваться в поперечные и иногда в продольные трещины, приводящие к выколам головки.	Внешний осмотр.	Рельс без промедления заменяют.
5		Волнообразная деформация головки (волны длиной 25-150 см)	Как правило, возникает при прокатке и правке рельсов на заводах из-за вибрации прокатной клетки, биения валков и др. При эксплуатации рельсов первоначальные дефекты развиваются и образуют волнообразные неровности.	Внешний осмотр и проверка измерительными приборами.	Шлифовка головки в пути рельсошлифовальным поездом. Если шлифовка невозможна, рельсы с глубиной волн на длине 1 м более 3 мм при скорости движения поездов до 70 км/ч включительно, более 2 мм при скорости от 71 до 100 км/ч включительно, более 1,5 мм при скорости от 101 до 120 км/ч

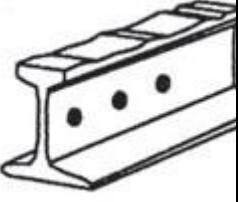
	Схема дефекта	Описание дефекта	Причины появления и развития	Способы выявления	Указания по эксплуатации рельсов
					включительно и более 1 мм при скорости выше 120 км/ч считаются дефектными, их заменяют в плановом порядке.
6		Смятие и вертикальный износ головки	Недостаточная прочность металла головки рельса. Под воздействием подвижного состава головка быстро деформируется, ее металл сплывает на боковую грань или изнашивается. К смятию концов рельсов приводит также неудовлетворительное содержание стыков.	Внешний осмотр.	При неравномерном смятии, затрудняющем содержание колен по ширине, или равномерном смятии и износе, величина которого превышает допускаемую для вертикального износа, а также при провисших концах, включая смятие на линиях со скоростями движения до 100 км/ч включительно более - 4 мм, со скоростями от 101 до 120 км/ч - более 3 мм, со скоростями от 121 до 140 км/ч - более 2 мм, со скоростями более 140 км/ч - 1,5 мм рельсы являются дефектными и их заменяют в плановом порядке.

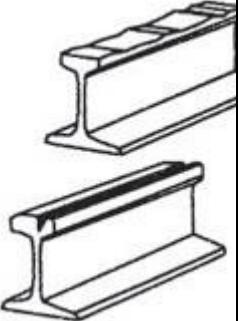
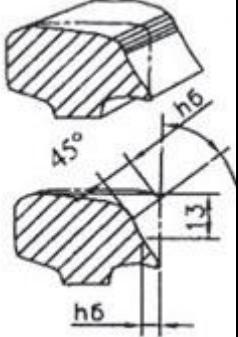
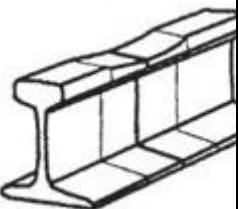
	Схема дефекта	Описание дефекта	Причины появления и развития	Способы выявления	Указания по эксплуатации рельсов
7		Смятие головки внутренне-го рельса в кривой	Увеличенное возвы-шение наружного рельса в кривых, что приводит к чрезмер-ному давлению колес на внутреннюю нить кривых. В отличие от дефекта 16 вызван не-достатками в устрой-стве и содержании пу-ти.	Внешний осмотр.	Возвышение наружного рель-са привести в со-ответствие с условиями дви-жения поездов. Рельсы с нерав-номерным смя-тием, затрудня-ющим содержа-ние колеи по ширине, или с равномерным смятием, вели-чина которого превышает до-пускаемую для вертикального износа, заменяют в плановом по-рядке.
8		Сверх-норматив-ный боко-вой износ головки	Недостаточная проч-ность металла, уси-ленное боковое давле-ние, скольжение греб-ней колесных пар по боковой грани головки наружного рельса в кривых.	Внешний осмотр и из-мерение спе-циальными приборами.	На участках с интенсивным бо-ковым износом рельсов следует поставить гребне- и рель-сосмазыватели. Необходимо сле-дить за правиль-ным положением кривых в плане и возвышением наружного рель-са. Рельсы со сверхнорматив-ным износом считаются де-фектными, их заменяют в пла-новом порядке.
9		Смятие головки в виде седло-вины в зоне сварного стыка	Неоднородность ме-ханических свойств металла после сварки рельсов, из-за чего об-разуется местное оди-ночное (одна седлови-на) или двойное (две седловины) смятие.	Внешний осмотр и проверка из-мерительны-ми прибора-ми.	Поверхность катания в зоне сварного стыка выравнивают местной шли-фовкой. При седловине глу-биной более 2 мм

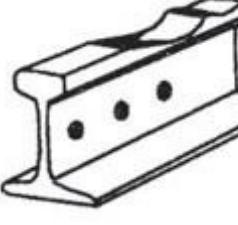
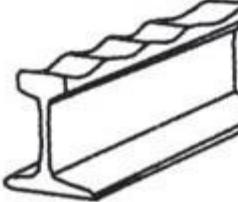
	Схема дефекта	Описание дефекта	Причины появления и развития	Способы выявления	Указания по эксплуатации рельсов
					на длине 1 м, если скорости движения поездов до 120 км/ч включительно, и более 1 мм, если скорости свыше 120 км/ч, рельсы считаются дефектными и заменяются в плановом порядке.
0		Смятие головки в виде седловины в зоне болтового стыка	Образуется в месте резкого изменения твердости закаленного и незакаленного металла.	Внешний осмотр и проверка измерительными приборами.	Поверхность катания в зоне седловины шлифуют. При глубине седловины более 3 мм на длине 1 м и скоростях движения поездов до 120 км/ч включительно, глубине более 2 мм и скоростях от 121 до 140 км/ч, глубине более 1,5 мм и скоростях свыше 140 км/ч рельсы считаются дефектными и заменяются в плановом порядке.
1		Короткие (3-12 см) волнообразные неровности на головке рельса рифли	При движении подвижного состава из-за ряда причин колеса периодически проскальзывают, что вызывает сдвиги или интенсивное истирание верхних слоев металла.	Внешний осмотр и проверка измерительными приборами.	Поверхность головки рельсов обрабатывают рельсошлифовальным поездом. Если шлифовать нельзя и глубина рифлей превышает 3 мм при скорости движения до 70 км/ч включительно, 2 мм при скорости от 71 до 100 км/ч

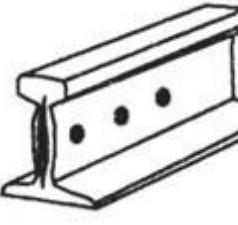
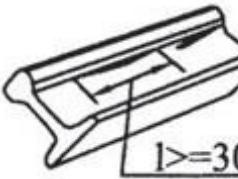
	Схема дефекта	Описание дефекта	Причины появления и развития	Способы выявления	Указания по эксплуатации рельсов
					включительно, 1,5 мм при скорости от 101 до 120 км/ч включительно и 1 мм при скорости выше 120 км/ч, рельсы считаются дефектными, их заменяют в плановом порядке.
2		Расслоение шейки	Остатки усадочной раковины, резко выраженная ликвация в шейке рельса из-за недостаточной обрезки рельсовой полосы (на заводе) или наличие скоплений неметаллических включений.	Внешний осмотр и проверка дефектоскопами.	Рельс необходимо заменить без промедления. При пропущенном тоннаже менее гарантийного на рельс предъявляется рекламация заводу-изготовителю.
3		Продольная трещина и выколы из-за нее в местах перехода головки в шейку	Недостатки профиля. Очень высокие местные напряжения. При развитии трещина может изменить направление и привести к выколу куска рельса. Плохое содержание пути, в частности подушек, также способствует образованию трещин.	Внешний осмотр и проверка дефектоскопами.	Рельсы с трещинами под головкой, выходящими в торце или начинающимися от торца независимо от их длины, а также с трещинами длиной более 30 мм, расположенными вне стыка, подлежат замене без промедления. Рельсы с краснотой под головкой, а также с продольной горизонтальной трещиной под ней вне стыка длиной до 30 мм считаются дефектными. Они могут временно оставаться в пути при условии

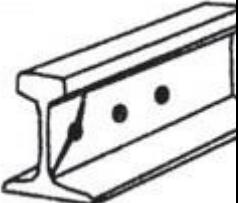
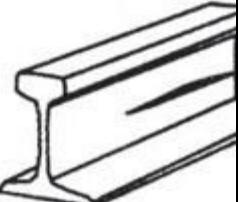
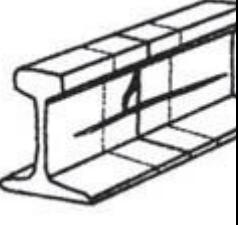
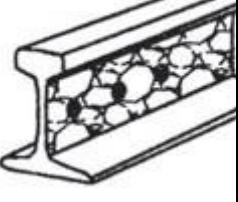
	Схема дефекта	Описание дефекта	Причины появления и развития	Способы выявления	Указания по эксплуатации рельсов
					тщательного наблюдения и последующей замены.
4		Трещина в шейке от болтовых и других отверстий	Концентрация напряжений на кромках болтовых отверстий. Надрывы на кромках отверстий, вызванные сверлением, и коррозия ускоряют образование трещины. Неудовлетворительное состояние стыков (ослабление болтов, отрывание стыковых рельсов, наличие больших зазоров) может быть основной причиной появления и развития дефектов.	Проверка дефектоскопами, ручными вспомогательными инструментами, внешний осмотр со снятием накладок.	Рельс надо заменить немедленно.
5		Трещина в шейке в местах маркировочных знаков и выколы из-за нее	Механические повреждения, где концентрируются напряжения, могущие привести к образованию трещин или излому рельса.	Проверка дефектоскопами и внешний осмотр.	Рельс надо заменить немедленно.
6		Трещина в шейке в зоне сварного шва	Недоброкачественная сварка и обработка сварного шва.	Проверка дефектоскопами и внешний осмотр.	Рельс надо заменить без промедления либо вырезать дефектный кусок и вварить новую вставку.
7		Коррозия шейки	Атмосферное влияние и воздействие химических веществ. Чаще всего такие дефекты появляются в тоннелях, на путях отстоя и загрузки ледников, в местностях с солончаковыми почвами.	Внешний осмотр.	Тщательный контроль за состоянием рельсов. Рельсы, пораженные на глубину более 4 мм, считаются дефектными, их заменяют в плановом порядке.

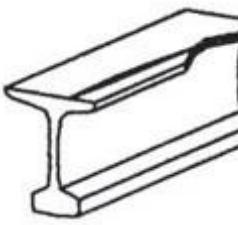
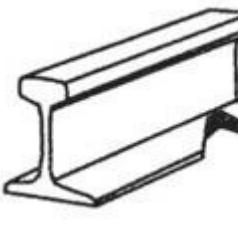
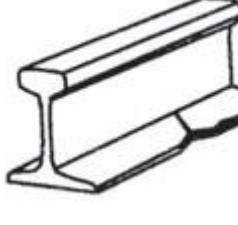
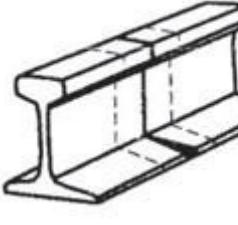
	Схема дефекта	Описание дефекта	Причины появления и развития	Способы выявления	Указания по эксплуатации рельсов
8		Продольные трещины, выкол части подошвы и излом	Из-за недостатков или нарушения технологии производства на подошве рельсов могут появляться дефекты в виде волосовин, закатов и др., что в процессе эксплуатации приводит к образованию трещин, а затем к выколу части подошвы или излому рельса.	Проверка дефектоскопами и внешний осмотр.	Рельс с трещиной или с выколом подошвы надо без промедления заменить. При пропущенном тоннаже менее гарантийного на рельс предъявляется рекламация заводу-изготовителю.
9		Выкол подошвы без видимых дефектов в изломе	Недостатки профиля рельса; недостаточная толщина подошвы, крутое сопряжение подошвы с шейкой; неравномерное опирание подошвы рельса на подкладку.	Внешний осмотр и проверка дефектоскопами.	Рельс с выколом подошвы или с трещинами вдоль нее следует заменить без промедления.
0		Трещины и выколы подошвы	Механические повреждения подошвы, что влечет за собой концентрацию напряжений. Это может привести к образованию трещин в подошве, выколу части подошвы или излому рельса.	Внешний осмотр.	Рельс с трещиной надо без промедления заменить. За рельсами с механическими повреждениями, но без трещин, постоянно наблюдают. Рекомендуется полого зачистить повреждения на поверхности рельса.
1		Трещины в подошве в сварном шве	Нарушение технологии сварки, наличие включений, пузьрей и трещин в месте сварки, неудовлетворительная механическая обработка сварного шва.	Проверка дефектоскопами и внешний осмотр.	Рельс надо немедленно заменить или вырезать дефектный кусок и вварить новую вставку.

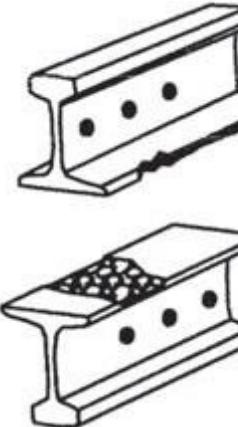
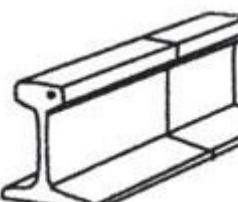
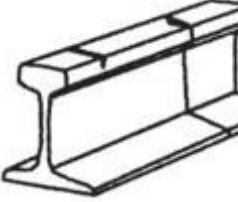
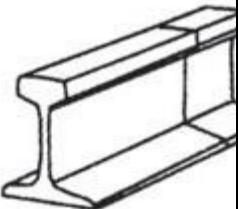
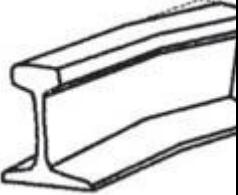
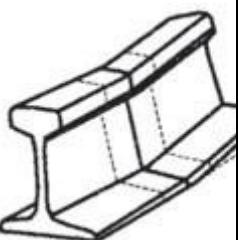
	Схема дефекта	Описание дефекта	Причины появления и развития	Способы выявления	Указания по эксплуатации рельсов
2		Коррозия подошвы	Атмосферное влияние, воздействие химических веществ, большая сезонная влажность и утечка тягового тока (электрокоррозия). Чаще всего такие дефекты бывают в тоннелях, на путях отстоя и загрузки ледников, в местностях с солончаковыми почвами и с влажным климатом. При большой сезонной влажности на пути с деревянными прокладками-амортизаторами, а в меньшей степени и с прокладками из других материалов ржавчина появляется между подкладкой и подошвой рельса, при этом на подошве могут образоваться каверны (углубления). Появления поперечных усталостных трещин и изломы по ним возможны в местах коррозии подошвы.	Внешний осмотр. Рекомендуется периодическая одиночная замена рельсов для тщательного осмотра подошвы.	При пораженной ржавчиной подошве на глубину у ее края более 4 мм рельс считается дефектным и подлежит замене в плановом порядке. Рельс, у которого кромка подошвы подвержена электрокоррозии на глубину от 5 до 8 мм, подлежит замене в плановом порядке, а если на глубину более 8 мм - немедленной. В случае обнаружения поперечной трещины рельс заменяют без промедления и проверяют остальные рельсы.
3		Поперечный излом	Наличие шлаковых или других посторонних включений, попадающих в металл при изготовлении рельсов.	Проверка дефектоскопами.	Рельс заменяют без промедления. При пропущенном тонаже менее гарантийного на рельс предъявляется рекламация заводу-изготовителю.
4		Поперечный излом	Незамеченные поперечные трещины в головке, возникшие после прохода колес с большими ползунами и выбоинами (дефект 8).	Внешний осмотр и проверка дефектоскопами.	Рельс заменяют немедленно. Чаще наблюдают за остальными рельсами на участке, где прошел подвиж-

	Схема дефекта	Описание дефекта	Причины появления и развития	Способы выявления	Указания по эксплуатации рельсов
					ной состав с неисправными колесами, даже если никаких внешних признаков повреждения рельсов нет.
5		Поперечный излом без видимых пороков в нем	Плохое состояние пути, большие растягивающие напряжения в рельсах бесстыкового пути, превышение допускаемой нагрузки, а также хрупкость и хладоломкость рельсовой стали.	Внешний осмотр и проверка дефектоскопами.	Рельсы заменяют без промедления.
6		Изгиб при выгрузке с подвижного состава	Небрежные погрузка, выгрузка и перевозка.	Внешний осмотр и проверка измерительными приборами.	Рельсы, лежащие в пути и имеющие небольшие изгибы, могут бытьправлены непосредственно в пути гидравлическим прессом или другими приспособлениями. Рельсы с резкими и большими искривлениями следует заменить.
7		Нарушение прямолинейности в сварном стыке	Сварка рельсов с невыпрямленными концами, неправильнаястыковка или изгиб рельсов при сварке.	Внешний осмотр и проверка измерительными приборами.	Изогнутые сварныестыки следует вырезать и вварить новую вставку или заменить рельс.

Содержание отчета

1. Дать название и коды дефектов по заданному варианту (см. табл. 5).

Контрольные вопросы

- Объясните правила образования кода дефектов.
- Объясните назначение первой цифры в коде дефекта.
- Объясните назначение второй цифры в коде дефекта.

4. Объясните назначение третьей цифры в коде дефекта.

Лабораторная работа № 2

Тема: Определение конструктивных особенностей стандартных образцов.

Цель занятия:

Ознакомиться с конструктивными особенностями стандартных образцов СО-1, СО-2, СО-3Р.

Оборудование: стандартные образцы СО-1, СО-2, СО-3Р.

Краткие теоретические сведения

1. Стандартный образец СО-1 (рис. 26) предназначен для определения условной чувствительности, проверки разрешающей способности и погрешности глубиномера ультразвукового дефектоскопа. Образец поставляется в комплекте со свидетельством о поверке.

Технические характеристики:

Изготовлен из органического стекла по ГОСТ 17622–72; скорость распространения продольной ультразвуковой волны на частоте $2,5 \pm 0,2$ МГц при температуре 20 ± 5 °C составляет 2670 ± 133 м/с; время распространения ультразвуковых колебаний в прямом и обратном направлениях 20 ± 1 мкс; геометрические размеры соответствуют требованиям ГОСТ 14782–86.

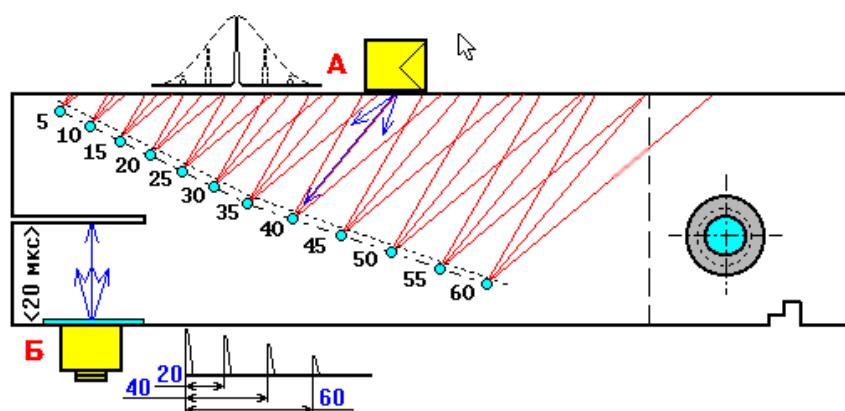


Рис. 26 - Стандартный образец СО-1.

2. Стандартный образец СО-2 (рис. 27) применяют при контроле ультразвуковым дефектоскопом изделий из малоуглеродистой и низколегированной стали для определения:

- условной чувствительности;
- «мертвой» зоны;
- погрешности глубиномера;
- угла ввода луча;
- предельной чувствительности.

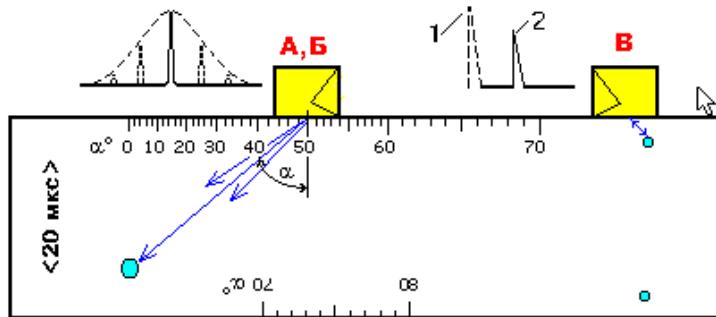


Рис. 27 - Стандартный образец СО-2.

Технические характеристики:

Изготовлен из стали марки 20 или из стали марки 3 по ГОСТ 14637–89; скорость распространения продольной волны в материале образца при температуре 20 ± 5 °С составляет 5900 ± 59 м/с; время распространения ультразвуковых колебаний в прямом и обратном направлениях 20 ± 1 мкс; геометрические размеры соответствуют требованиям РД.

3. Стандартный образец СО-3Р (рис. 28). Образец СО-3Р изготавливается из стали марки 20 в соответствии с требованиями ГОСТ 18576–96, предназначен для калибровки ультразвуковых дефектоскопов при контроле качества рельсов, а также деталей и узлов железнодорожного подвижного состава при совмещенной и раздельной схемах включения пьезоэлектрических преобразователей на частоту более 1,5 МГц.

Стандартный образец СО-3Р используют для определения:

- условной чувствительности при контроле эхо- и дельта-методами;
- «мертвой» зоны;
- погрешности глубиномера и погрешности измерения координат отражателя;
- стрелы преобразователя;
- угла ввода ультразвуковых колебаний;
- ширины основного лепестка диаграммы направленности наклонного ПЭП;
- импульсного коэффициента преобразования при контроле рельсового или близкого к нему по акустическим свойствам металла.

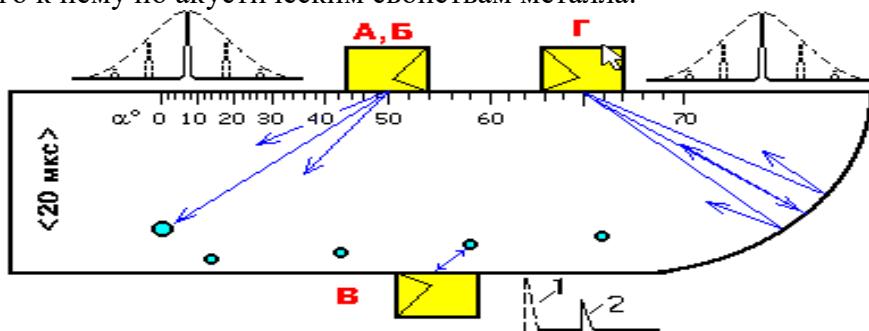


Рис. 28 - Стандартный образец СО-3Р

Порядок выполнения работы

1. Указать назначение, материал и особенности конструкции стандартных образцов СО-1, СО-2 и СО-3Р.

Содержание отчета

1. Назначение, материал и особенности конструкции стандартных образцов СО-1, СО-2 и СО-3Р.

Контрольные вопросы

1. Из какого материала изготовлены стандартные образцы СО-1, СО-2 и СО-3Р?
2. Для чего предназначены стандартные образцы СО-1, СО-2 и СО-3Р?
3. Каковы особенности конструкции стандартных образцов СО-1, СО-2 и СО-3Р?

Лабораторная работа №3

Тема: Изучение методики настройки параметров контроля по стандартным образцам.

Цель занятия:

Приобретение практических навыков определения точки выхода и угла ввода луча ПЭП, «мертвой» зоны и точности работы глубиномера.

Оборудование: Ультразвуковой дефектоскоп с электронно-лучевой трубкой, стандартный образец СО-3Р.

Краткие теоретические сведения

Определение точки выхода луча ПЭП

Перемещая преобразователь по смоченной рабочей поверхности образца, выбрать такое его положение, при котором амплитуда эхо-сигнала от вогнутой цилиндрической поверхности наибольшая. В этом случае точка выхода луча, нанесенная на поверхности ПЭП, должна совмещаться с точкой O на стандартном образце СО-3 или СО-3Р, которая является геометрическим центром полуокружности (рис. 16).

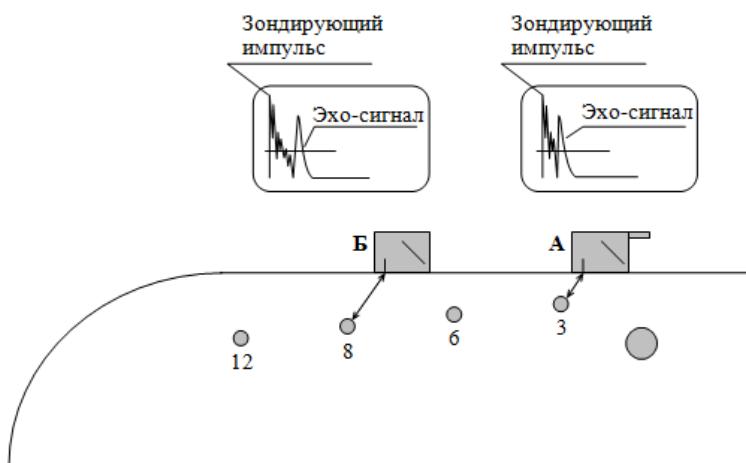


Рис. 16 - Проверка «мертвой» зоны на СО-3Р: А- сигнал от отверстия на глубине 3 мм сливаются с зондирующими импульсом, $M > 3$ мм; Б- эхо-сигнал от отверстия на глубине 8 мм наблюдается отдельно от зондирующего импульса, $M < 8$ мм.

Определение угла ввода луча ПЭП

Угол ввода луча считается по шкале стандартного образца СО-3Р против метки, обозначающей точку выхода луча, при установке преобразователя в положение, соответ-

ствующее максимальной амплитуде эхо-сигнала от отверстия диаметром 6 мм на глубине 44 мм в СО-3Р.

Под «мертвой» зоной понимают область контролируемого изделия (рельса), прилегающего к контактной поверхности, дефекты в которой не выявляются при заданной условной чувствительности дефектоскопа с преобразователем.

«Мертвая» зона при контроле наклонным ПЭП в основном обуславливается:

— уровнем реверберационных шумов в призме ПЭП;

— согласованностью акустических сопротивлений материала призмы и контролируемого материала;

— длительностью зондирующего импульса;

— настройкой приемного тракта дефектоскопа.

После подготовки дефектоскопа подключаем наклонные ПЭП с углом ввода 65° , определяем на СО-3Р «мертвую» зону — она равна ≈ 6 мм.

Величина «мертвой» зоны характеризуется минимальной глубиной расположения цилиндрического отверстия диаметром 2 мм, выполненного в СО-2 или СО-3Р. Например, при контроле сварных стыков рельсов «мертвая» зона не должна превышать для ПЭП с $\alpha = 65$ — 3 мм, для ПЭП с $\alpha = 50$ — 8 мм (см. рис. 19).

Точность работы глубиномера оценивается погрешностью измерения, известного интервала времени между двумя данными эхо-сигналами.

Точность работы глубиномера дефектоскопа проверяется по стандартным образцам СО-2 или СО-3Р измерением интервала времени между данными эхо-сигналами при прозвучивании образца прямым преобразователем в направлении, указанном стрелкой (20 мкс).

Точность работы глубиномера дефектоскопа с наклонным ПЭП проверяется по стандартному образцу СО-2 или СО-3Р путем выявления наклонным преобразователем отверстия диаметром 6 мм. Точность работы глубиномера считается удовлетворительной, если измеренное при помощи преобразователя ($\alpha = 40$ – 65) значение координаты глубины залегания составляет $H = \pm 2$ мм (рис. 17).

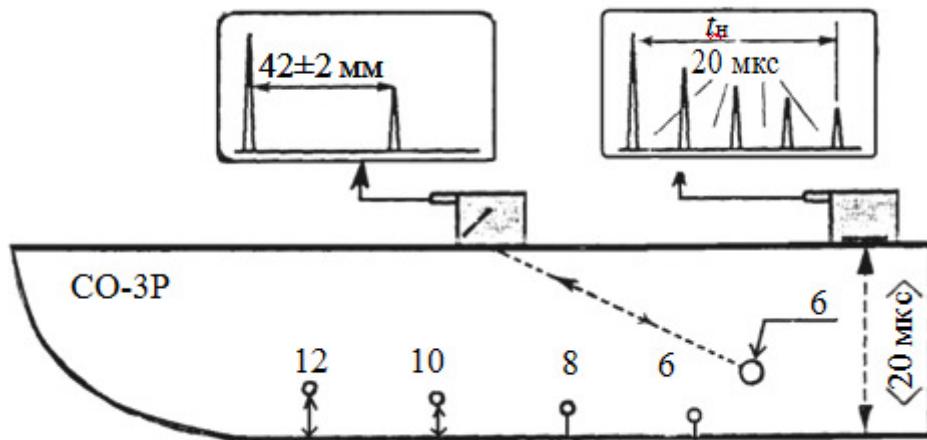


Рис. 17 - Проверка точности работы глубиномера дефектоскопа

Порядок выполнения работы

1. Изучить тему «Стандартные образцы, их применение в неразрушающем контроле рельсов», конспект лекций.
2. Определить на стандартном образце СО-3Р точку выхода и угол ввода луча ПЭП. Выполнить чертежи со схемами их определения.
3. Определить на стандартном образце СО-3Р «мертвую» зону с углом ввода 65° и 50° .
4. Определить точность работы глубиномера дефектоскопа.

Содержание отчета

1. Описание порядка определения точки выхода луча ПЭП.
2. Описание порядка определения угла ввода луча ПЭП.
3. Описание порядка определения «мертвой» зоны и точности работы глубиномера по стандартному образцу СО-3Р.
4. Понятия о точке выхода и угле ввода луча, «мертвой» зоны и точности работы глубиномера.
5. Чертежи «Определение точки выхода луча, угла ввода луча, «мертвой» зоны и точности работы глубиномера».

Контрольные вопросы

1. Что такое точка выхода и угол ввода луча?
2. От чего зависит глубина «мертвой» зоны?
3. Как проверяется точность работы глубиномера?

Лабораторная работа №4

Тема: Описание принципов расшифровки записей магнитного канала совмещенного вагона-дефектоскопа на ПК.

Цель занятия:

Изучить устройство вагона-дефектоскопа, научиться расшифровывать осциллограммы.

Оборудование: Дефектоскопная тележка «Авикон-01», стандартный образец СО-3Р.

Краткие теоретические сведения

1. Конструкция вагона-дефектоскопа

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

Все оборудование и аппаратура дефектоскопа размещаются

В другом конце вагона находится

Под вагоном между его ходовыми тележками размещается специальная индукторная тележка 6, аккумуляторная батарея 7, генератор 8 с приводом от оси вагона, ящики с селеновыми выпрямителями.

2. Конструкция индукторной тележки

Индукторная тележка (рис. 22) служит для _____. Она состоит из 4, 11 и 10. Между средними колесами размещаются _____ 5, подвешенные к раме тележки. Тележка _____ 2 и 9 связана с _____ 6. Тяги тележки крепятся к _____ 1 и 7 на хребтовой балке вагона так, чтобы было возможно свободное передвижение тележки и вписывание вагона вместе с ней в кривых участках железнодорожного пути. Для этого между каждым кронштейном и _____ 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 железнодорожного пути в кривых. _____ 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 вагонам. Тележка начинает двигаться толчками, что может вызвать появление дополнительных сигналов в искателях.

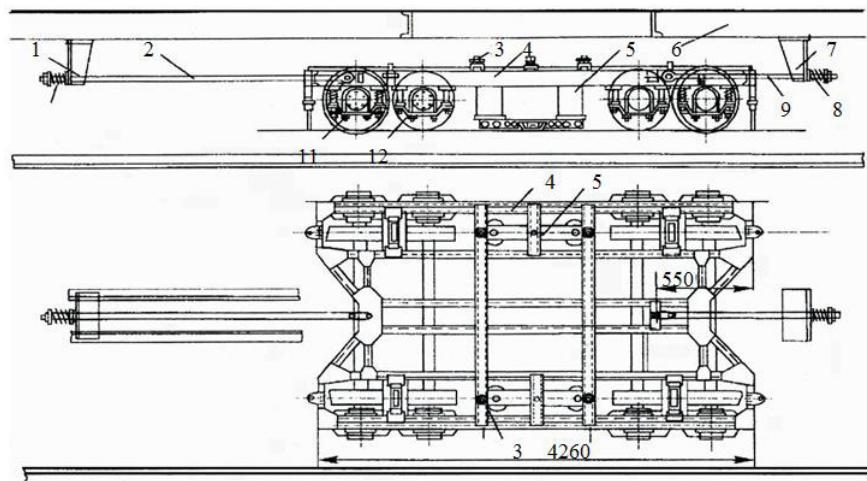


Рис. 22 - Индукторная тележка

Для нормальной работы дефектоскопа необходимо, чтобы при движении по железнодорожному пути зазор между полюсами электромагнитов и рельсами сохранялся постоянным. Поэтому рама индукторной тележки с подвешенными на ней электромагнитами опирается на две средние безребордные колесные пары без подпрессоривания. При этом рессоры крайних колесных пар отрегулированы так, что на них передается примерно две трети веса рамы. Такое распределение нагрузки на колесные пары предотвращает сход тележки с рельсов и сохраняет неизменной величину воздушного зазора между полюсами электромагнита и рельсами.

3. Намагничающая система дефектоскопа

Рельсы намагничаются _____

по одному на каждую рельсовую нить железнодорожного пути. Электромагниты подвешены к раме индукторной тележки на _____ 1 (рис. 26) . 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 (16–18 А); величина зазоров должна быть _____ мм.

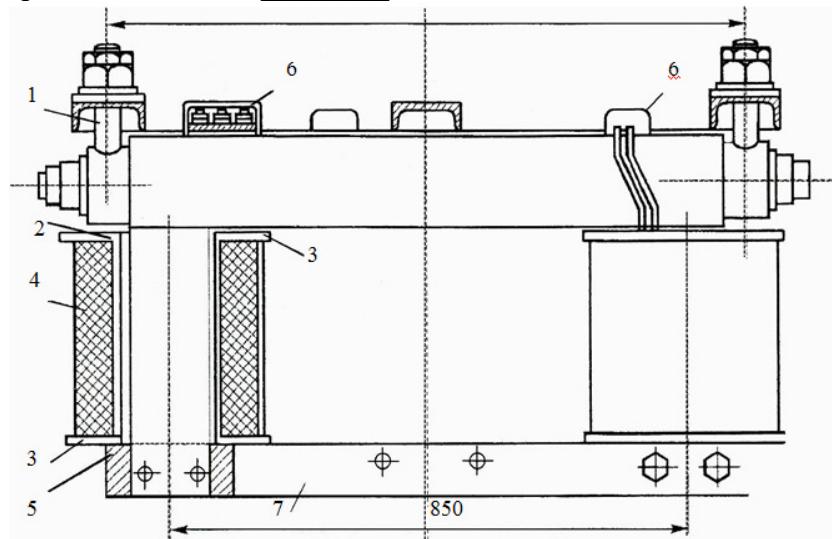


Рис. 23 - Электромагнит

Каркасом намагничивающих катушек электромагнита служат _____ 2 и _____ 3 . Гильза изолирована от обмотки слоем прессшпана. Обмотка катушек пропитана изоляционным лаком и снаружи покрыта водонепроницаемым слоем и _____ 4 . Катушки свободно надеваются на сердечники и зажимаются _____ 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 _____ 7 из немагнитных материалов (дюралюминиевые пластины толщиной 8–10 мм). Катушки электромагнита соединяются последовательно, при этом их концы, обращенные к рельсу, должны иметь противоположную полярность. Номинальная величина намагничивающего тока в катушке _____ А.

4. Искательные устройства

У дефектоскопа искательное устройство (рис. 24) состоит из _____, при помощи которой катушка ставится на поверхность катания головки и перемещается вдоль рельса. Индукционная катушка вставляется в _____ 4, укрепленный на _____ 3. Одним концом лыжа крепится на _____ 2, которая закреплена в _____ 1.

Каркас катушки выполнен из немагнитных материалов _____.

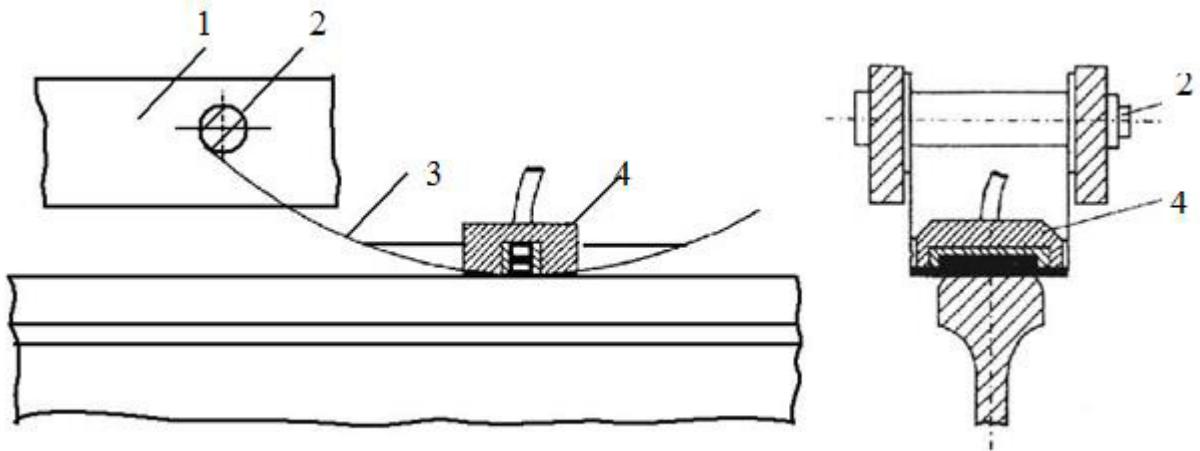


Рис. 24 - Лыжа с искательной катушкой

Обмотку катушек и корпус пропитывают изоляционной массой, например церезином, и просушивают, т.к. искатели подвержены сильному воздействию влаги. Концы обмотки выводятся на клеммы, укрепленные на корпусе, к которым припаиваются провода, соединяющие искатель с регистрирующими устройствами.

Лыжи изготавливаются 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, т.к. 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 _____ 1, допуская при этом свободное вращение его на _____. К рельсу лыжа прижимается пружиной. Нажатие не должно быть слишком сильным (0,2–0,3 кгс), т.к. 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.

5. Расшифровка осцилограмм

Расшифровка ленты магнитного вагона-дефектоскопа заключается в

_____. По результатам расшифровки составляется _____, по которой линейные работники производят натурный осмотр и вторичный контроль тех рельсов, степень дефектности которых невозможно было определить при расшифровке ленты.

Лента всегда должна рассматриваться в направлении счета километров и особенно внимательно _____, в которой чаще всего возникают дефекты 21, сигналы от которых часто почти сливаются с сигналами от начала и конца стыковых накладок.

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

стью. 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 зависят от степени развития дефекта и длины трещины. При большой ее длине в средней части сигнала образуется потемнение, которое отражает кратковременную остановку изменения электродвижущей силы над средней частью дефекта.

Порядок выполнения работы

1. Познакомиться с теоретическими сведениями по теме «Методы обнаружения дефектов в рельсах и стрелочных переводах при помощи магнитной дефектоскопии».

2. Заполнить пропуски в тексте.

Содержание отчета

1. Описание конструкции:

- а) вагона-дефектоскопа;
- б) индукторной тележки;
- в) намагничивающей системы;
- г) искательных устройств.

Контрольные вопросы

1. Из чего состоит искательное устройство?

2. Из чего состоит намагничивающая система?

3. Где размещается все оборудование и аппаратура дефектоскопа?

Лабораторная работа № 5

Часть 1

Тема: Освоение методики работы с двухниточными дефектоскопами, схемы прозвучивания.

Цель занятия:

Изучить устройство дефектоскопа АВИКОН-01, АВИКОН-11, схемы прозвучивания.

Оборудование: Дефектоскоп АВИКОН-01.

Краткие теоретические сведения

АВИКОН – 01 предназначен для сплошного контроля рельсов в обеих нитях пути по всей длине и сечению рельса, за исключением первьев подошвы и зон шейки над и под болтовыми отверстиями со скоростью движения до 4 км/ч.

Основными узлами дефектоскопа АВИКОН – 01 являются электронный блок и дефектоскопная тележка. Дефектоскопная тележка обеспечивает перемещение электронного блока по рельсам и центровку блоков резонаторов по оси рельса. Дефектоскоп обнаруживает дефекты в рельсах, реализуя три метода ультразвукового контроля: эхо – метод, зеркально – теневой метод, зеркальный метод. При контроле головки рельса дефектоскопом АВИКОН – 01 используются зеркальный и эхо – метод. Зеркальный метод применяется для выявления попеченных трещин, в том числе сильно развитых, имеющих зеркальноотражающую поверхность.

Сигнал от подобных трещин не принимается резонаторами, работающими в режиме эхо - метода. Эхо – метод реализуется схемой установки резонаторов “змейка”, где резонаторы РП 58 развернуты на 34° относительно продольной оси рельса в сторону рабочей грани. Для контроля шейки и подошвы используется зеркально -теневой и эхо-метод.

При включении дефектоскоп входит в режим ввода служебной информации: фиксируется время, число, месяц, год и код оператора. Информация о дефектах отображается на черно-сером жидкокристаллическом экране дефектоскопа в двух режимах: режим мнемонической схемы и режим А – развертки. В режиме мнемонической схемы отображение сигналов от всех информационных каналов одновременно производится на экране с указанием примерного местоположения дефекта по высоте рельса и номера сработавшего канала, который выделяется инверсией. Дефектоскоп реализует десять информационных каналов на каждую нить пути. Если на схеме загорается толстая черная линия слева от линии луча, то дефект расположен в левой рельсовой нити. Если толстая черная линия загорается справа от линии луча, то дефект расположен в правой нити.

Цифры, расположенные в левой нижней строке относятся к информационным каналам сплошного контроля левой нити, цифра в правой нижней строке – к правой нити пути. Параллельно производится звуковая трехтональная индикация обнаруженного дефекта. Размещение блоков резонаторов дефектоскопа на поверхности катания головки рельса при сплошном контроле показано на рисунке 29.

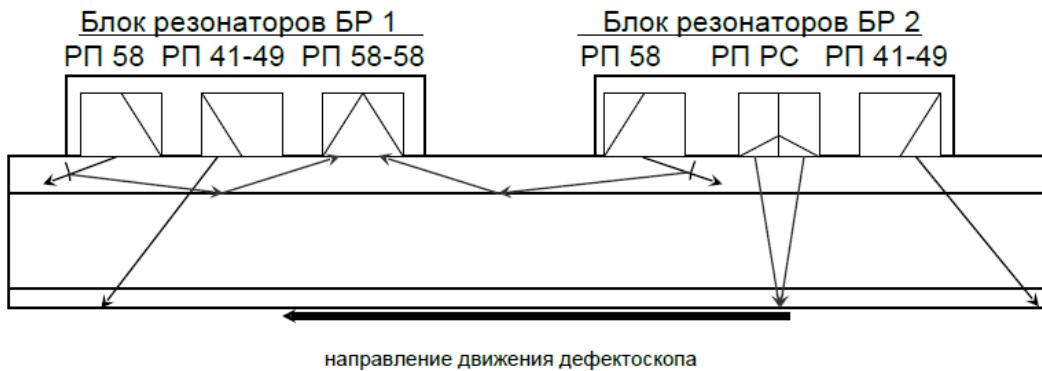


Рис. 29. Размещение блоков резонаторов дефектоскопа АВИКОН – 01

АВИКОН – 11 предназначен для сплошного контроля рельсов в обеих нитях пути по всей длине и сечению рельса, за исключением перьев подошвы и зон шейки над и под болтовыми отверстиями со скоростью движения до 5 км/ч.

В дефектоскопе используется электронный блок с упрощенной схемой управления и дефектоскопная тележка облегченной конструкции.

АВИКОН – 11 может одновременно контролировать рабочую и нерабочую грань головки рельса, используя зеркальный и эхо – метод. Зеркальный метод применяется для выявления поперечных трещин в головке, имеющих зеркальную поверхность. Эхо – метод реализуется схемой установки резонаторов “ромб +”, где резонаторы РП 58-58 развернуты на угол 34° относительно продольной оси рельса: один в сторону рабочей грани, а второй в сторону нерабочей грани. Применение подобной схемы позволяет выявлять поперечные трещины, обнаружению которых мешают горизонтальные расслоения под поверхностью катания головки рельса. Использование РП 70 позволяет проверять рельсы с сильно изношенной головкой. Для контроля шейки и подошвы применяют зеркально - теневой и эхо- метод: выявляют трещины от болтовых отверстий в ранней стадии развития. Расположение резонаторов показано на рисунке 30.

При включении дефектоскоп входит в режим ввода служебной информации: фиксируется время, число, месяц, год и код оператора. Информация о дефектах отображается на черно - белом экране дефектоскопа в трех режимах: режим мнемонической схемы, режим А – развертки, режим В – развертки. В режиме мнемонической схемы отображение сигналов от всех каналов производится на экране с указанием местоположения дефекта по высоте рельса и но-

мера сработавшего канала, который выделяется инверсией. Дефектоскоп реализует десять информационных каналов на каждую нить пути. При этом на экране фиксируется километр, пикет, метр и время обнаружения дефекта. А в головных телефонах прослушиваются звуковые сигналы разной тональности.

В дефектоскопах АВИКОН используются регистраторы информации типа РИ, которые предназначены для записи служебной информации и координат контролируемого участка пути. Они обеспечивают запись сигналов в формате В – развёртки с возможностью последующей передачи, обработки и хранения информации на персональном компьютере. Это повышает достоверность контроля и снижает вероятность неправильного решения оператора о дефектности рельсов.

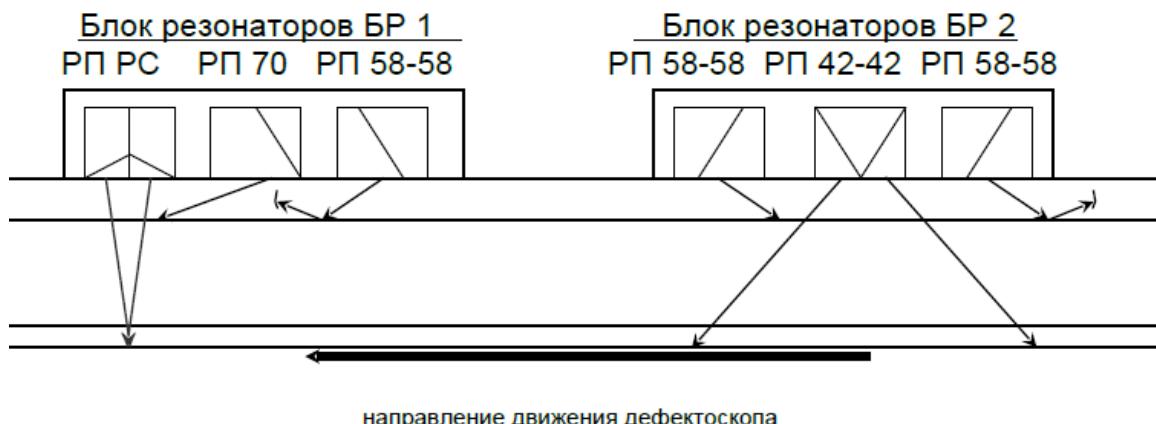


Рис. 30. Блоки резонаторов дефектоскопа АВИКОН – 11

Порядок выполнения работы

- Ссылаясь на инструкцию по эксплуатации дефектоскопа «Авион-01,11» и конспект лекций, сделать теоретические обоснования, ответить на контрольные вопросы.
- Объяснить назначение дефектоскопа «Авион-01, 11».
- Назвать виды и коды дефектов, выявляемых с помощью дефектоскопа «Авион-01,11».
- Раскрыть назначение кнопок на передней панели электронного блока дефектоскопа «Авион-01,11».
- Нарисовать схему прозвучивания дефектоскопа «Авион-01,11» и описать ее особенности.
- Раскрыть достоинства и преимущества дефектоскопа «Авион-01,11» по сравнению с более ранними видами дефектоскопов.
- Описать назначение кнопок на передней панели электронного блока дефектоскопа «Авион-01,11».

Содержание отчета

- Описание порядка контроля рельсов дефектоскопом «Авион-01,11».
- Схема прозвучивания рельсов при сплошном контроле.
- Порядок контроля болтовых стыков.
- Порядок оформления результатов контроля.

Контрольные вопросы

- Для чего предназначен дефектоскоп «Авион-01,11»?
- Перечислите виды дефектов, подлежащих выявлению дефектоскопом «Авион-

01,11».

3. Объясните назначение органов управления, находящихся на лицевой панели.
4. Каков порядок контроля болтовых стыков?
5. Каков порядок оформления результатов контроля?

Часть 2

Тема: Освоение методики работы с двухниточными дефектоскопами, схемы прозвучивания, определение координат и условные размеры дефектов.

Цель занятия:

Изучить устройство дефектоскопа РДМ-2, РДМ-22, схемы прозвучивания.

Оборудование: Дефектоскоп РДМ-2.

Краткие теоретические сведения

Дефектоскопная тележка РДМ – 2 предназначена для сплошного контроля рельсов в обеих нитях пути по всей длине и сечению рельса, за исключением перьев подошвы и зон шейки над и под болтовыми отверстиями со скоростью движения до 4 км/ч. Возможно проводить ручной контроль сварных стыков и отдельных сечений рельса и определять координаты обнаруженных дефектов ручными ПЭП.

Основными узлами дефектоскопа являются электронный блок, дефектоскопная тележка и регистратор результатов контроля типа УР – ЗР.

РДМ – 2 обнаруживает дефекты в рельсах, реализуя два метода ультразвукового контроля: эхо – метод и зеркально – теневой метод.

Основная технология контроля предусматривает для каждой из нитей пути пять канальную схему прозвучивания с условными номерами каналов 1, 2, 3, 4, 5 и реализацию на её основе шести информационных каналов. При этом пять каналов используют эхо – метод и один – зеркально-теневой метод контроля.

На основе данной схемы прозвучивания реализуются три основных режима сплошного контроля рельсов: один режим контроля рельсов на участках пути вне зон стыков с болтовыми отверстиями и два режима контроля рельсов на участках пути в зоне стыков с болтовыми отверстиями. Прозвучивание рельса в каждой из контролируемых нитей пути ведется с помощью двух блоков резонаторов. Размещение блоков резонаторов дефектоскопа РДМ – 2 показано на рисунке 31.

При включении питания дефектоскопа засветится светодиод и через 15 секунд на экране

электронно – лучевой трубки появится линия развертки и цифровая индикация. При этом во всех колонках экрана в местах индикации условной чувствительности эхо – каналов должны высвечиваться цифры “00”, а в местах индикации условной чувствительности каналов ЗТМ – знаки “- -”.

При контроле рельсов вне зоны стыка следует установить основной режим индикации на экране, в котором включены звуковые сигналы всех каналов, а на экран выведена А – развертка первого канала левой, либо правой нити пути.

В процессе контроля прослушивают в телефонах кратковременные сигналы высокого тона (от каналов 2, 3, 4, 5) или низкого тона (от канала 1). Звуковая индикация дублируется на А – развертке миганием цифр усиления частоты соответствующего канала. При необходимости уточнить место расположения дефекта следует повторно медленно прокатить тележку по проверяемому месту.

Блок резонаторов № 1
РП РС РП 70

Блок резонаторов № 2
РП 42-42 РП 55

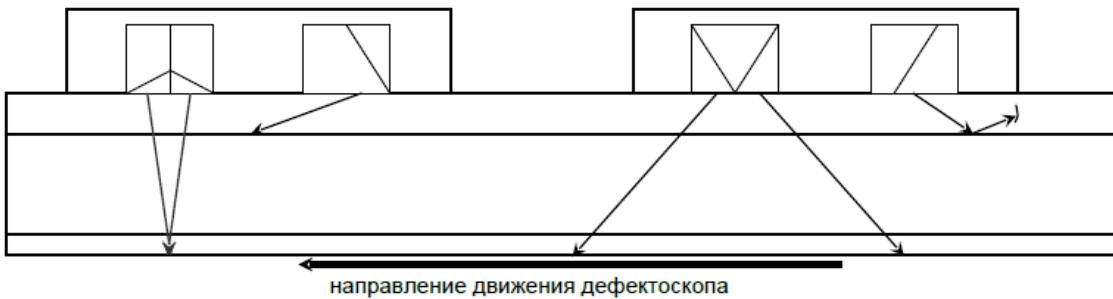


Рис. 31. Размещение блоков резонаторов дефектоскопа РДМ – 2

Дефектоскопная тележка РДМ – 22 предназначена для сплошного контроля рельсов в обеих нитях пути по всей длине и сечению рельса, за исключением перьев подошвы и зон шейки над и под болтовыми отверстиями со скоростью движения до 5 км/ч. РДМ – 22 позволяет проводить контроль сварных стыков и отдельных сечений рельса, определять координаты обнаруженных дефектов ручными ПЭП.

РДМ – 22 обнаруживает дефекты в рельсах, реализуя два метода ультразвукового контроля: эхо – метод и зеркально – теневой метод.

Основная технология контроля предусматривает для каждой из нитей пути восьмикальную схему с условными номерами каналов 0, 70N, 55Q, 55Q, 42N, 42Q, 55N, 70Q. Размещение блоков резонаторов РДМ – 22 показано на рисунке 32.

Используемые резонаторы РП 55-55 развернуты под углом 34° относительно продольной оси рельса в сторону рабочей и нерабочей грани головки рельса. Такое расположение резонаторов обеспечивает выявление вертикальных поперечных трещин, расположенных под различными углами в головке рельса.

С помощью РП70 осуществляется контроль головки рельса. Резонаторы озвучивают 80% центральной части головки рельса и предназначены для выявления развитых “зеркальных” поперечных трещин, которые плохо выявляются РП 55-55. Эти дефекты чаще всего развиваются на принимающих концах плети и звеньев.

Резонаторами РП 42-42 осуществляется контроль шейки и продолжения шейки в подошву и головку рельса: выявляются горизонтальные продольные трещины в головке; в местах сопряжения головки с шейкой; трещины от болтовых отверстий; коррозионно-усталостные трещины в подошве рельса.

Вся информация отображается на цветном жидкокристаллическом дисплее электронного блока, причем сигналы каждого канала имеют свой цвет. Запись сигналов, принятых наезжающими резонаторами (70N, 42N, 55N), осуществляется желтым или красным цветом. Сигналы отъезжающих резонаторов (55Q, 42Q, 70Q) – синим или зеленым. Запись сигналов, принятых РП РС резонаторами в зоне донного сигнала, ведется белым или оранжевым цветом, запись сигналов в зоне головки и шейки рельса осуществляется красным или сиреневым цветом.

Дефектоскоп РДМ – 22 позволяет просматривать результаты контроля на дисплее в формате Б – скан, а так же записывать информацию на USB – flash диск, съемную SD – карту памяти и проводить просмотр записанных файлов.

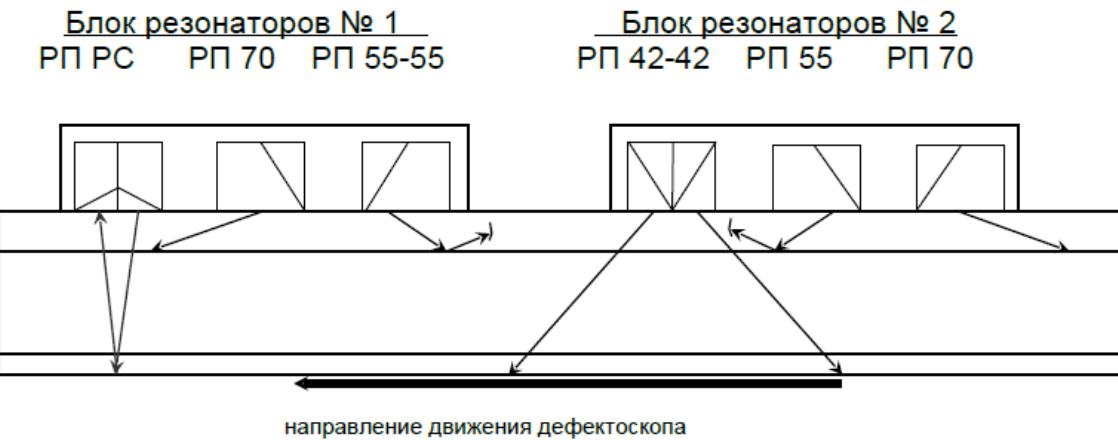


Рис. 32. Размещение блоков резонаторов дефектоскопа РДМ – 22

Порядок выполнения работы

- Ссылаясь на инструкцию по эксплуатации дефектоскопа «РДМ-2,22» и конспект лекций, сделать теоретические обоснования, ответить на контрольные вопросы.
- Объяснить назначение дефектоскопа «РДМ-2,22».
- Назвать виды и коды дефектов, выявляемых с помощью дефектоскопа «РДМ-2,22».
- Раскрыть назначение кнопок на передней панели электронного блока дефектоскопа «РДМ-2,22».
- Нарисовать схему прозвучивания дефектоскопа «РДМ-2,22» и описать ее особенности.
- Раскрыть достоинства и преимущества дефектоскопа «РДМ-2,22» по сравнению с более ранними видами дефектоскопов.
- Описать назначение кнопок на передней панели электронного блока дефектоскопа «РДМ-2,22».

Содержание отчета

- Описание порядка контроля рельсов дефектоскопом «РДМ-2,22».
- Схема прозвучивания рельсов при сплошном контроле.
- Порядок оформления результатов контроля.

Контрольные вопросы

- Для чего предназначен дефектоскоп РДМ-2?
- Перечислите виды дефектов, подлежащих выявлению дефектоскопом РДМ-2.
- Объясните назначение органов управления, находящихся на лицевой панели.