ГОСУДАРСТВЕННЫЙ КОМИТЕТ СОВЕТА МИНИСТРОВ СССР
ПО ДЕЛАМ СТРОИТЕЛЬСТВА
(ГОССТРОЙ СССР)

ИНСТРУКЦИЯ
ПО МЕТОДАМ КОНТРОЛЯ, ПРИМЕНЯЕМЫМ ПРИ ПРОВЕРКЕ КАЧЕСТВА СВАРНЫХ СОЕДИНЕНИЙ СТАЛЬНЫХ СТРОИТЕЛЬНЫХ КОНСТРУКЦИЙ И ТРУБОПРОВОДОВ

СН 375-67

Отменен постановлением Госстроя N-241 от 13.12.79 - БСТ N 2, 1980 г. с. 28.
Заменен: Руководство по методам контроля качества сварных соединений металлических конструкций и трубопроводов / ЦНИИпроектстальконструкция 1979 г.

Москва — 1968

gost.e-ecolog.ru

Издание официальное

ГОСУДАРСТВЕННЫЙ КОМИТЕТ СОВЕТА МИНИСТРОВ СССР
ПО ДЕЛАМ СТРОИТЕЛЬСТВА
(ГОССТРОЙ СССР)

ИНСТРУКЦИЯ
ПО МЕТОДАМ КОНТРОЛЯ, ПРИМЕНЯЕМЫМ ПРИ ПРОВЕРКЕ КАЧЕСТВА СВАРНЫХ СОЕДИНЕНИЙ СТАЛЬНЫХ СТРОИТЕЛЬНЫХ КОНСТРУКЦИЙ И ТРУБОПРОВОДОВ

СН 375-67

Утверждена
Государственным комитетом Совета Министров СССР
по делам строительства
26 июля 1967 г.

ИЗДАТЕЛЬСТВО ЛИТЕРАТУРЫ ПО СТРОИТЕЛЬСТВУ
Москва — 1968

УДК 69.057.4 : 621 791 05 002 237(083 96)

«Инструкция по методам контроля, применяемым при проверке качества сварных соединений стальных строительных конструкций и трубопроводов» разработана Всесоюзным научно-исследовательским институтом по строительству магистральных трубопроводов Министерства газовой промышленности совместно с институтами ЦНИИПроектстальконструкция Госстроя СССР, Оргэнергострой Министерства энергетики и электрификации СССР и ВНИИМонтажспецстрой Министерства монтажных и специальных строительных работ СССР.

Инструкция предназначается для руководства при проверке качества сварных соединений без их разрушений. Принятые методы контроля соответствуют требованиям, установленным Строительными нормами и правилами (СНиП) по проверке качества сварных швов листовых и решетчатых конструкций и трубопроводов.

В разработке инструкции приняли участие:

инж. И. Е. Нейфельд, канд. техн. наук А. С. Фалькевич канд. техн. наук К. И. Зайцев, инж. М. Х. Хусанов (ВНИИСТ);

инж. Н. Н. Белоус, канд. техн. наук А. С Чесноков, канд. техн. наук А. С. Довженко (ЦНИИПроектстальконструкция Госстроя СССР);

инж. В. П. Пушкин, С. С. Якобсон, канд, техн. наук Конторовский (Оргэнергострой).

канд. техн. наук А. М. Гофнер (НИИМонтажспецстрой).

3—2—4

План III кв. 1967 г., п. 14

Государственный комитет Совета Министров СССР по делам строительства (Госстрой СССР)	Строительные нормы **Инструкция по методам контроля, применяемым при проверке качества сварных соединений стальных строительных конструкций и трубопроводов**	СН 375-67

I. ОБЩАЯ ЧАСТЬ

1.1. Настоящая Инструкция является руководством по выбору и применению методов контроля качества сварных соединений стальных строительных конструкций и трубопроводов без разрушений контролируемых соединений.

Настоящая Инструкция не распространяется на контроль сварных соединений, выполненных прессовыми методами сварки.

1.2. Методы контроля, приведенные в настоящей Инструкции, применяются в соответствии с требованиями Строительных норм и правил глав: СНиП III-В.5-62 «Металлические конструкции. Правила изготовления, монтажа и приемки», СНиП III-Г.9-62 «Технологические трубопроводы. Правила производства и приемки работ», СНиП III-Д.10-62 «Магистральные трубопроводы. Правила организации строительства, производства и приемки в эксплуатацию», СНиП III-Г.7-66 «Газоснабжение. Наружные сети и сооружения. Правила организации и производства работ. Приемка в эксплуатацию» и др., а также в соответствии с правилами Госгортехнадзора по контролю качества сварных соединений.

Внесены Министерством газовой промышленности СССР	Утверждены Государственным комитетом Совета Министров СССР по делам строительства 26 июля 1967 г.	Срок введения 1 июля 1968 г.

1.3. Методы контроля без нарушений сварных соединений предназначаются для выявления внутренних макродефектов сварного шва и околошовной зоны (трещин, непроваров, шлаковых включений и газовых пор), а также для проверки герметичности этих соединений.

1.4. Количество и протяженность контролируемых сварных соединений устанавливаются Строительными нормами и правилами и Техническими условиями на данную конструкцию.

1.5. Сварные соединения или их участки, подлежащие контролю, определяются оператором совместно с техническим руководителем выполняемых работ. Для контроля следует выбирать сварные соединения или участки, выполненные в наименее благоприятных условиях и разными сварщиками.

1.6. Рекомендуемые области применения методов контроля в зависимости от типа и толщины контролируемых сварных соединений приведены в табл. 1.

Таблица 1

Методы контроля	Толщина контролируемых соединений в *мм*	Тип сварных соединений
Контроль сплошности		
1. Просвечивание:		
а) рентгеновыми лучами	1—60	Стыковые, угловые и нахлесточные соединения
б) гамма-лучами . .	3—200	То же
2. Ультразвуковой контроль	10—15 и выше	Стыковые и угловые швы неаустенитных сталей
3. Магнитографический контроль	До 16	Стыковые швы ферромагнитных металлов при ширине свариваемых деталей не менее 150 *мм*
Контроль герметичности		
1. Вакуумметод	До 16 *мм*	Стыковые нахлесточные и угловые соединения
2. Химические реакции	То же	То же
3. Керосиновая проба	»	»

1.7. Заключения по качеству сварных соединений и швов должны выполняться лицом (оператором, контролером), имеющим специальную подготовку и удостоверение на право производства этих работ.

1.8. Теоретическая подготовка и практическое обучение лиц, назначаемых на работу по контролю качества сварки, может проводиться только в учебной организации по специальным утвержденным программам.

Проверка знаний лиц (операторов, контролеров), занятых на контроле сварки, должна проводиться не реже одного раза в год. При перерыве в работе по контролю более 6 месяцев лицо, возобновляющее работу по контролю, должно быть подвергнуто проверке знаний и практических навыков.

В состав квалификационной комиссии по аттестации контролеров-операторов, допускаемых к работе по контролю и оценке качества сварных швов на объектах, поднадзорных Госгортехнадзору, должен быть включен представитель Госгортехнадзора.

2. ПРОСВЕЧИВАНИЕ РЕНТГЕНОВЫМИ ЛУЧАМИ И ГАММА-ЛУЧАМИ

2.1. Просвечивание сварных швов должно осуществляться в соответствии с требованиями ГОСТ 7512-55 «Швы сварные. Методы контроля рентгенографированием и гамма-графированием» и настоящей Инструкции.

2.2. Основными источниками гамма-излучения, применяемыми для гамма-дефектоскопии сварных соединений, являются изотопы: кобальт-60, цезий-137, иридий-192 и тулий-170.

Характеристики изотопов и рекомендуемые области применения приведены в табл. 2.

Таблица 2

Наименование изотопа	Средняя энергия излучения МЭВ	Период полураспада в годах	Рекомендуемая область применения
Кобальт-60	1,17—1,25	5,27	Сварные соединения из стали и тяжелых металлов толщиной 20—200 *мм*
Цезий-137	0,66	33,00	Сварные соединения из стали толщиной 5—100 *мм*
Иридий-192	0,14—0,42	0,20	То же, 3—50 *мм*
Тулий-170	0,08—0,12	0,40	То же, 1—20 *мм* и легких сплавов

2.3. При гамма-дефектоскопии применяются дефектоскопы типов ГУП-Цезий 1—2 завода «Мосрентген», РИД-21Г ВНИИРТа и другие типы дефектоскопов, согласованные с органами санитарного надзора.

2.4. Рентгенографирование сварных швов конструкций из металла толщиной до 60 *мм* можно производить с помощью рентгеновских аппаратов РУП-200-20 и РУП-200-5, имеющих максимальное рабочее напряжение 200 *кв* при токе 5—20 *ма* и аналогичными им.

Для конструкций с толщиной металла до 30 *мм* рационально применять аппараты РУП-120-5, РАП-150-5 и ИРА-1 и др. (изготовители — заводы «Мосрентген» и «Буревестник»).

Примечание. Из импортного оборудования можно использовать любые аналогичные аппараты, предназначенные для рентгенодефектоскопии металлов.

2.5. При работе с рентгеновской аппаратурой необходимо руководствоваться соответствующими инструкциями по их эксплуатации.

Применяемые материалы

2.6. При просвечивании сварных швов применяются отечественные рентгеновские пленки типов РТ и РМ. Также находят применение рентгеновские пленки типа «Агфа-Дуро», «Агфа-Сино» «Агфа-Текс» (ГДР).

Пленка типа РТ с двусторонней эмульсией увеличенной толщины слоя предназначена специально для жестких гамма-излучений и применяется, как с усиливающими экранами, так и без них.

Пленка типа РМ-1 также имеет двустороннюю эмульсию.

2.7. Для проверки качества пленок от каждой партии, но не более чем от 20 пачек, берется контрольная пленка, которая проявляется в течение времени, указанного в рецептуре для данной пленки, затем фиксируется.

При отсутствии на пленке вуали, пятен, полос и других дефектов эмульсии данная партия пленки считается годной и допускается к применению.

2.8. Ширина применяемых для просвечивания пленок должна быть равна ширине шва и прилегающих к нему участков с каждой стороны не менее 20 *мм*.

2.9. Пленки должны храниться в пачках, поставленных на ребро, в специальных помещениях, обеспечиваю-

щих защиту от сырости, воспламенения и воздействия проникающего излучения. Кроме того, помещения для хранения пленок должны удовлетворять следующим условиям:

а) температура в помещении должна быть 10—25°С;

б) коробки с пленкой следует располагать на расстоянии не менее 1 *м* от нагревательных приборов и должны быть защищены от воздействия прямых солнечных лучей;

в) в помещение не должны проникать вредные газы: сероводород, окись углерода, аммиак, а также пары ароматических веществ;

г) в помещении не должны находиться кислоты, бензин, керосин и другие легковоспламеняющиеся жидкости.

2.10. Усиливающие экраны имеют слой эмульсии из вольфрамата кальция и используются для уменьшения времени экспозиции при просвечивании. Время экспозиции при пользовании указанными экранами уменьшается в зависимости от жесткости излучения до 40 раз.

2.11. Усиливающие экраны должны иметь чистую поверхность без трещин, пятен и царапин. Края экранов должны быть тщательно подклеены колодием во избежание осыпания флюоресцирующего состава и попадания его на пленку.

2.12. В целях увеличения четкости изображения применяются экраны из свинцовой фольги толщиной 0,1—0,2 *мм*.

Свинцовая фольга должна иметь гладкую и чистую поверхность без царапин, вмятин и складок.

Подготовка к просвечиванию

2.13. Места просвечивания сварных швов на объекте намечаются в соответствии с п. 1.5 настоящей Инструкции.

2.14. Перед просвечиванием все намеченные к контролю сварные швы должны быть тщательно очищены от шлака, брызг, грязи и приняты по внешнему осмотру. Сварные швы, не принятые по внешнему осмотру, просвечиванию не подлежат.

2.15. Перед просвечиванием сварные швы размечаются на отдельные участки, отмечаются мелом и затем маркируются масляной краской или клеймятся металлическими клеймами, выбиваемыми рядом со швом. Мар-

кировка наносится на развернутую схему просвечивания.

2.16. На кассетах при помощи приспособления устанавливаются соответствующие клейма (марки), изготовленные из свинца.

При невозможности установки маркировочных знаков допускается производить просвечивание без них. При этом на усиливающих экранах надписывается тушью номер кассеты и при просвечивании этот номер проектируется на снимке. Допускается маркировка снимка простым карандашом на самом снимке перед его проявлением.

2.17. Для предохранения рентгеновской пленки от засвечивания ее укладывают в кассету, изготовленную из светонепроницаемого материала (черная бумага, дерматин, резина или алюминий). Наиболее простой является кассета из черной светонепроницаемой бумаги, состоящая из двух конвертов, помещаемых один в другой. Внутренний конверт укладывается в наружный открытым концом внутрь.

2.18. Зарядка и разрядка кассет должна производиться в фотокомнате, имеющей затемнение и вентиляцию.

2.19. Рентгеновская пленка, усиливающие и свинцовые экраны, помещаются в кассету в различных комбинациях в зависимости от требований, предъявляемых к снимку. Схемы зарядки кассет в соответствии с ГОСТ 7512-55 приведены на рис. 1.

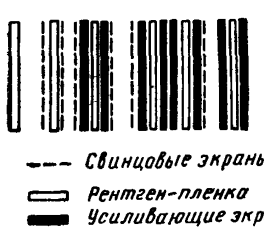

Рис. 1. Схемы зарядки кассет

2.20. Зарядка и разрядка кассет должна производиться без повреждения эмульсии пленки и усиливающих экранов. Пленки с поврежденным слоем и загрязненной поверхностью употреблять не разрешается.

Зарядку и разрядку кассет следует производить на сухом столе отдельно от кювет с проявителем и фиксажем. При этом пленки кладут на чистую бумагу, предварительно уложенную на стол.

2.21. Усиливающие экраны, имеющие на поверхности эмульсии следы грязи, пятен, а также трещины и цара-

пины, к употреблению не допускаются. Следы грязи или пятен должны осторожно смываться теплой мыльной водой.

2.22. Свинцовые экраны перед установкой в кассету при необходимости разглаживаются для удаления складок и неровностей на их поверхности.

Методика рентгено- и гамма- просвечивания

2.23. Рентгено- и гамма-просвечивание состоит из следующих этапов:

а) установка на просвечиваемый участок эталона чувствительности, свинцовых указателей и маркировочных знаков;

б) установка и закрепление кассеты на участке просвечиваемого шва со стороны, противоположной расположению источника излучения. При этом следует кассету прижимать к поверхности контролируемого шва;

в) установка источника излучения на заданном фокусном расстоянии (на расстоянии от источника излучения до середины кассеты) и закрепление его на штативе или специальном приспособлении при гамма-графировании;

г) экспонирование при заданном времени экспозиции.

Примечания: 1. Источник излучения и контролируемый объект с прижатой кассетой должны быть надежно закреплены от смещения и вибрации на время экспонирования.

2. Фокусное расстояние должно приниматься не менее длины единовременно просвечиваемого участка шва.

2.24. Эталон чувствительности — дефектометр (рис. 2) — и маркировочные знаки устанавливаются со стороны источника излучения рядом со сварным швом параллельно последнему так, чтобы они не проектировались на контролируемую часть шва.

2.25. Время экспозиции определяется по специальным графикам (рис. 3, 4), а затем уточняется опытным путем.

Для этого производится несколько пробных снимков с разным временем экспозиций, и после проявления определяется чувствительность снимка. Максимальная чувствительность указывает на оптимальное время экспозиции для данных условий.

2.26. Сварные швы стыковых соединений без скоса кромок или с разделкой кромок просвечиваются, как правило, лучом, направленным перпендикулярно шву.

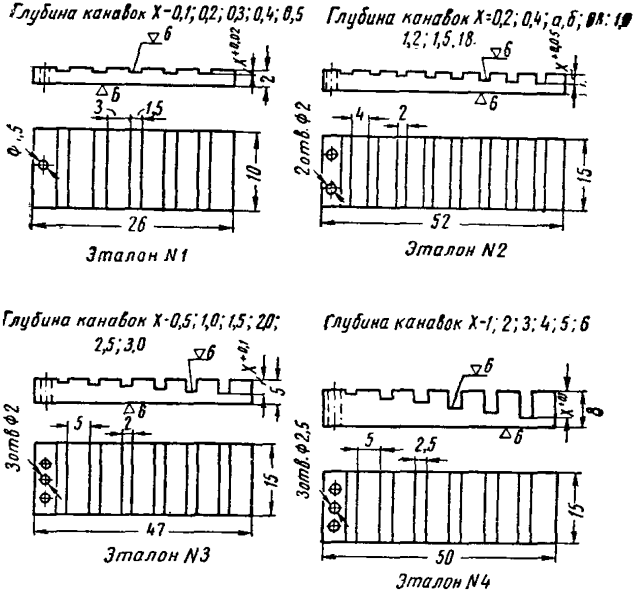

Рис. 2. Эталон чувствительности — дефектомер

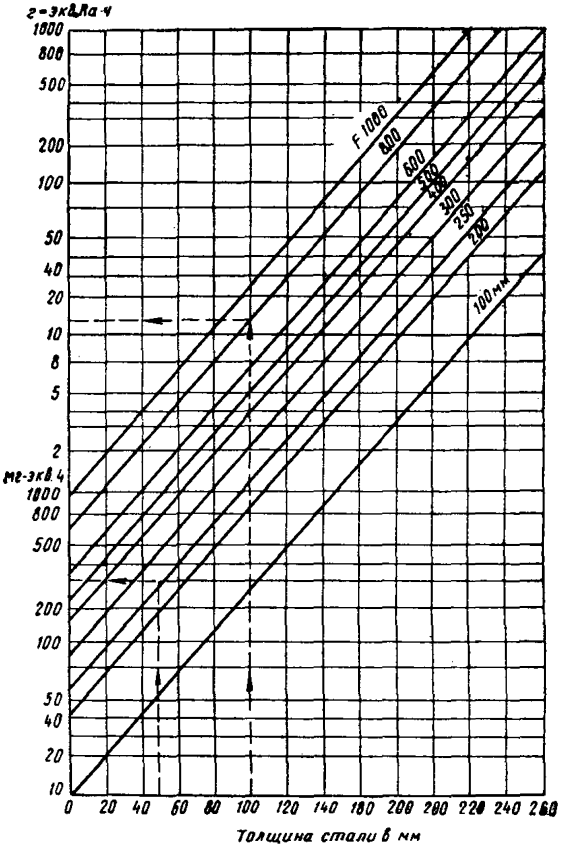

Рис. 3. График времени экспозиции при просвечивании стали гамма лучами кобальта-60

F — фокусное расстояние в *мм*

2.27. Рекомендуемые схемы просвечивания стыковых соединений с различной разделкой кромок приведены на рис. 5. В случае необходимости выявления непроваров по скосам кромок допускается производить просвечивание таким образом, чтобы лучи совпадали с направлением кромок (рис. 6).

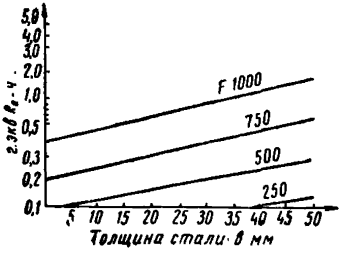

Рис. 4. График времени экспозиции при просвечивании стали гамма-лучами Цезия-137

F— фокусное расстояние в *мм*

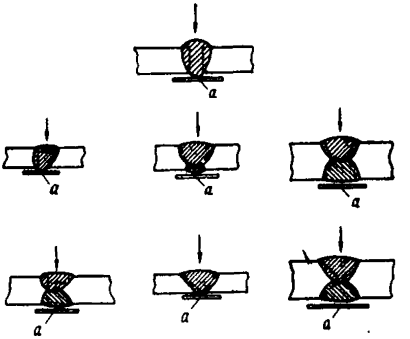

Рис. 5. Схемы просвечивания стыковых сварных соединений с различной подготовкой

а — пленка

2.28. Сварные швы стыковых соединений листовых цилиндрических или сферических металлоконструкций небольших диаметров (до 10 *м*) могут просвечиваться при одной установке источника. Для этого источник, имеющий большую активность, устанавливают в центре

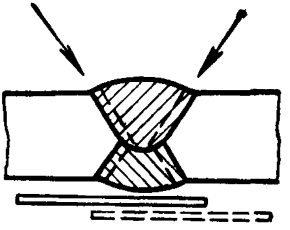

Рис. 6. Схема просвечивания сварных стыков с Х-образной подготовкой кромок для обнаружения дефектов по скосу кромок

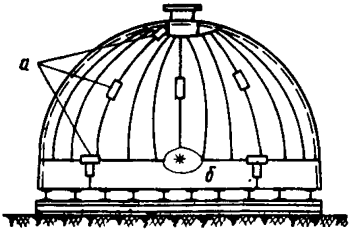

Рис. 7. Просвечивание сферического купола кожуха воздухонагревателя и аналогичных конструкций

а — кассеты; *б* — источник излучения

изделия (рис. 7), и просвечивание всей окружности осуществляется за одну установку источника.

2.29. Просвечивание сварных стыков трубопроводов производится тремя способами.

а) Источник излучения помещается внутри трубы, в центре ее (рис. 8). Расположение источника внутри трубы является наиболее эффективным и дает возможность проконтролировать весь стык за одну установку. Однако этот способ может применяться только для просвечивания труб диаметром свыше 200 *мм*.

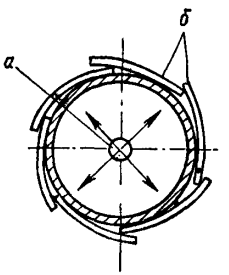

Рис. 8. Панорамное просвечивание сварных стыков трубопроводов с расположением источника излучения в центре трубы

а — источник излучения; *б* — пленка

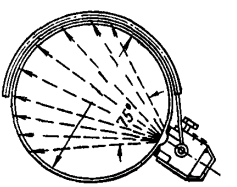

Рис. 9. Просвечивание сварного стыка трубы через две стенки

б) Источник излучения помещается снаружи трубы: при этом на намеченный к просвечиванию участок стыка устанавливается кассета с рентгенпленкой, а с обратной стороны трубы помещается источник излучения. Фокусное расстояние в этом случае выбирается в зависимости от диаметра трубы, и источник излучения может быть расположен непосредственно на трубе или на необходимом расстоянии от нее, но не менее 300 *мм* (рис. 9).

Этим способом просвечиваются любые стыки труб диаметром более 50 *мм*, в том числе и стыки действующих трубопроводов. Весь периметр стыка при этом контролируется не менее чем за три установки источника.

Контроль сварных соединений стыков трубопроводов,

заполненных жидкостью, допускается проводить в исключительных случаях при согласовании этой проверки с проектной организацией.

Источник излучения помещается снаружи трубы, и весь стык просвечивается на плоскую кассету за одну установку (рис. 10). Этот способ эффективен при просвечивании труб малого диаметра (до 75 *мм*). Он применяется также при определении толщины стенки трубопровода.

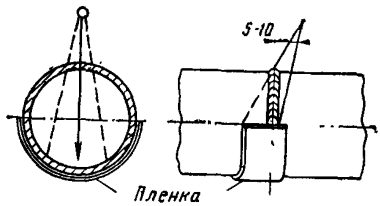

Рис. 10. Просвечивание сварных стыков труб малого диаметра через две стенки за одну установку источника излучения

Фокусное расстояние в этом случае должно быть не менее 300 *мм*, а источник должен быть смещен относительно оси шва на 30—40 *мм* таким образом, чтобы весь шов проектировался на пленку. При этом изображения противоположных сторон стыка не должны накладываться на пленке друг на друга.

Фотообработка пленок

2.30. Обработка экспонированных пленок производится в фотокомнате.

Работы с открытой пленкой производятся в зависимости от типа пленки в полной темноте или при свете неактиничного темно-красного фонаря. Для проверки неактиничности фонаря необходимо засветить его светом кусочек пленки в течение 5—7 *мин* на расстоянии 10—15 *см*, другая половинка пленки предохраняется от засвечивания черной бумагой. Если после проявления и фиксирования будет заметна граница между половинками пленки, светофильтр следует заменить на более темный.

Проверка светофильтра должна производиться не реже одного раза в месяц.

2.31. Фотокомнату необходимо вентилировать и в холодное время отапливать. Рабочие места для «сухих» работ (зарядка и разрядка кассет) должны быть отделены от участка «мокрых» работ (проявление, фиксирование, промывка, сушка пленок).

2.32. Сушка пленок производится в месте, исключающем возможность оседания пыли на сырую пленку.

Для ускорения сушки следует использовать сушильные шкафы или вентиляторы (пленка в этом случае должна помещаться параллельно направлению воздушного потока).

2.33. Проявление рентгеновских пленок, экспонированных рентгеновыми лучами или гамма-лучами, следует производить в проявляющих растворах, рекомендуемых фабрикой, изготовляющей рентгенпленку.

При отсутствии указанного проявителя можно пользоваться и другими проявляющими растворами.

2.34. В состав проявляющих растворов, кроме воды, должны входить следующие реактивы:

Проявляющие вещества	— метол (ГОСТ 24-60); гидрохинон (ГОСТ 254-60); парааминофенол, финидол;
Сохраняющие вещества, предохраняющие раствор от окисления:	— сульфит натрия кристаллический (ГОСТ 903-41) или безводный иногда метабисульфит калия;
Ускоряющие, повышающие скорость действия проявителя	— щелочи: сода, поташ (ГОСТ 4143-65), едкий калий, едкий натрий;
Противовуалирующие вещества, предупреждающие появление вуали и несколько замедляющие скорость действия проявителя	— бромистый калий (ГОСТ 4160-65)

2.35. При составлении проявляющих растворов нужно строго придерживаться порядка растворения реактивов, указанных в рецептах. Растворение следует производить при энергичном помешивании раствора стеклянной палочкой. Встряхивать и взбалтывать раствор не следует.

2.36. Перед проявлением раствор должен быть охлажден до температуры 18—20°С и профильтрован.

Проявление пленок в растворах с температурой менее 16°и выше 24°С не разрешается.

2.37. Проявление надлежит производить в специальных бачках в течение времени, указанного в Инструкции к пленке. Время проявления указывается в рецептах фабрики, выпускающей рентгеновскую пленку, для свежих проявляющих растворов. Время может изменяться в зависимости от температуры проявителя в соответствии с табл. 3.

Примечание. Допускается проявление в обычных горизонтальных кюветах с выверкой степени проявления на свет фотофонаря.

Таблица 3

Температура проявителя в *град*	17	18—19	20	21	22	23	24	25
Время проявления в *мин*	6,6	6	5,3	5	4,5	4	3,5	3

2.38. В зависимости от сработанности проявителя время проявления увеличивается в соответствии с табл. 4.

Таблица 4

Размеры пленок	Количество проявляемых пленок в 1 *л*			
	всего в шт.	время проявления в *мин*		
		5	6	7
13 × 18	46	25	12	9
18 × 24	25	14	6	5
24 × 30	15	8	4	3
30 × 40	9	5	2	2

Примечание. Всего в 1 *л* проявителя можно проявить 1 $м^2$ пленки.

2.39. Внешним признаком сработанности проявителя служит его помутнение.

2.40. Бачки и кюветы для проявления должны быть чистыми. Размер их должен быть немного больше размера проявляемых пленок. Количество растворов проявителя и фиксажа, наливаемых в кюветы, приведены в табл. 5.

Таблица 5

Размеры кюветы	Количество проявляющего раствора в *см*³	Количество закрепителя (фиксажа) в *см*³
9 × 12	200	250
13 × 18	300	350
18 × 24	500	500
24 × 30	600	600
30 × 40	1000	1000

2.41. Перед фиксированием проявленную пленку необходимо промыть в воде, затем быстро ввести в фиксажный раствор.

2.42. При фиксировании невосстановленное во время проявления бромистое серебро, которое, быстро разлагаясь, может испортить снимок, растворяется и уходит в осадок.

Фиксирование производится раствором гипосульфита (ГОСТ 244—41)*.

2.43. Для нейтрализации остатков проявителя в эмульсии пленки, могущих попасть в раствор фиксажа и испортить его, в фиксирующие растворы рекомендуется добавлять сульфит натрия и серную или уксусную кислоту.

Кислый фиксаж изготовляется по следующему рецепту:

раствор «а»:
- гипосульфит . . . . . 400 *г*
- вода . . . . . 500 *см*³

раствор «б»:
- сульфит кристаллический (ГОСТ 903-41)* . . 50 *г*
- уксусная кислота 30% . . . . . 40 *см*³
- вода . . . . . 150 *см*³

Через 10—15 *мин* после приготовления раствор «б» вливают в раствор «а» и добавляют воды до 1000 *см*³. Время фиксирования в таком растворе 6—8 *мин*. Температура фиксажа должна быть 15—18°С.

2.44. Пленки выдерживаются в фиксажном растворе до полного удаления светлых пятен невосстановленного бромистого серебра, что устанавливается просмотром пленок при красном свете.

2.45. Передержка пленок в чистом растворе фиксажа не портит их.

2.46. Раствор фиксажа должен быть прозрачным; старые окрашенные фиксажи портят негатив. Не допускается добавлять свежий раствор фиксажа в старый.

2.47. После фиксирования негативы промывают в проточной воде в течение 20—25 *мин* и сушат. При отсутствии проточной воды негативы надлежит промывать в 3—4 сменах воды по 5—10 *мин* в каждой.

2.48. Для удаления с пленок жировых пятен, могущих возникнуть при недостаточно тщательном обращении, последние надлежит удалять промывкой негатива в спирте-ректификате. Применение сырца или денатурированного спирта недопустимо из-за окраски негатива сивушным маслом или красителем.

2.49. Сушка негативов должна производиться в сухом чистом помещении; при этом негативы рекомендуется подвешивать на специальных закрепках из нержавеющей стали.

2.50. Не следует вешать пленки около приборов отопления, так как односторонний подогрев вызывает неравномерное просыхание пленки и свертывание ее.

Для ускорения сушки пленок рекомендуется пользоваться специальным сушильным шкафом.

2.51. В особых случаях, когда требуется осуществить быструю просушку пленок, последние перед просушкой надлежит опустить на 3 *мин* в раствор следующего состава:

метиловый спирт	1000 *см*³
вода	400 *см*³
формалин	50 *г*

Вынутая из такого раствора пленка просыхает в течение 4—5 *мин*.

2.52. После просушки негативы проверяют на негатископе, определяя их качество и пригодность для дачи заключения. При отсутствии негатископа пленку просматривают на дневной свет или лампочку.

Негативы, не поддающиеся исправлению в соответствии с табл. 6, считаются браком и не пригодны для заключения о качестве сварных швов.

2.53. В ряде случаев плотные (передержанные) негативы могут быть исправлены в специальных ослабляющих растворах.

Таблица 6

Вид дефекта	Причины	Меры предотвращения или исправления
Вуаль общая или местная	Большая давность хранения или хранение не по правилам	Исправление невозможно
	Слишком сильный свет от красного фонаря	То же
	Передержка в теплом проявителе	»
	Рассеянное излучение, возможно вторичное	»
	Засвечивание гамма-лучами	»
Недостаточная резкость снимка по всей площади негатива	При экспонировании кассета с пленкой была плохо прижата к просвечиваемой поверхности	»
	Слишком мало фокусное расстояние	»
	Ошибочная зарядка кассет, пленка помещена между усиливающим и свинцовым экраном	»
	Во время просвечивания вибрировал или сдвигался источник или кассета с пленкой	»
Вялый монотонный или плотный негатив	Проявитель слишком теплый и крепкий	»
	Передержка со слишком коротким проявлением	»
Жесткий снимок-передержка	Слишком большая экспозиция	Ослабление фармеровским ослабителем
Тонкий снимок-недодержка	Слишком малая экспозиция	Исправление невозможно
	Слишком холодный или истощенный проявитель или недостаточная его концентрация	То же
Желтые пятна на негативе	Малая экспозиция. Проявитель окисленный окрашивает пленку	»
Белые точки на негативе	Пыль на пленке или соприкосновение ее со свинцом	»
Желтая вуаль без серого тона после длительного хранения негатива	Слишком короткое время пребывания пленки в фиксаже	»

Наиболее распространенным является фармеровский ослабитель следующего рецепта:

раствор «а»:
вода . . . . . 100 *см*³
гипосульфит . . . . . 10 *г*
раствор «б»:
железосинеродистый калий (красная кровяная соль) . . . . . 5 *г*

Для употребления смешивают 10 частей раствора «а» и 1 часть раствора «б».

Оценка качества сварных соединений

2.54. *Оценка качества сварных швов производится* по каждому снимку в отдельности.

2.55. Заключение о качестве сварных швов может производиться только по снимкам, на которых:

а) видно изображение дефектометра с четко выраженным затемнением части канавок, соответствующим чувствительности снимка 3—6%;

б) виден отпечаток клейма;

в) нет пятен, натеков и повреждений эмульсий пленки, затрудняющих выявление дефектов;

г) степени почернения лежат в пределах 1—2 единиц оптической плотности.

2.56. Оценка качества сварного шва производится при рассмотрении сухого снимка на негатоскопе с «молочным» стеклом или просмотром на свет от любого источника освещения. Негатоскоп должен иметь шторки для ограничения размеров освещенного поля и устройство для регулировки степени освещенности с широкими пределами.

2.57. Запрещается давать заключение по мокрому снимку или по снимку, не удовлетворяющему требованиям ГОСТ 7512—55.

2.58. Просмотр снимков рекомендуется производить в затемненном помещении.

2.59. Определение глубины дефектов по снимкам производится с помощью фотометров.

2.60. При отсутствии фотометра приближенное определение глубины дефекта производится сопоставлением затемненности дефектных мест на снимке с затемнением канавок дефектометра при условии, что толщина дефектометра равна средней высоте усиления данного участка шва. При несоблюдении этого условия надлежит

производить пересчет с поправкой на разность толщины дефектометра и среднюю высоту усиления шва.

2.61. В заключении указываются характер, количество и размеры (протяженность и глубина) всех выявленных при просвечивании дефектов сварных швов.

2.62. В соответствии с ГОСТ 7512-55 все дефекты швов подразделяются на три группы:

Группа А — отдельные дефекты;
» Б — цепочка дефектов;
» В — скопление дефектов.

2.63. Дефекты распределяются на группы по следующим признакам.

Группа А. К отдельным дефектам относятся такие, которые по своему расположению не образуют цепочки или скопления.

Группа Б. К цепочке дефектов относятся такие дефекты, которые расположены на одной линии в количестве более трех при расстоянии между ними, равном трехкратной величине дефектов и менее.

Группа В. К скоплениям дефектов относятся дефекты с кучным расположением в количестве более трех и расстоянием между ними, равным трехкратной величине дефектов и менее.

2.64. Для сокращенного обозначения вида дефекта должны применяться следующие знаки: П — газовые включения (поры); Ш — шлаковые включения; Н — непровары; НС — непровар сплошной (на протяжении снимка); ТП — трещины поперечные; ТПР — трещины продольные; ТР — трещины радиальные.

2.65. Размеры дефектов в заключениях указываются в *мм*; при этом длина дефекта указывается на каждой пленке. Глубина дефектов (в направлении прохождения лучей) в заключении указывается в *мм* или % к толщине основного металла. Размером дефекта по длине считается наибольшая протяженность изображения дефекта на снимке.

2.66. При наличии дефектов одного вида, но разных размеров, указывается средний или преобладающий размер дефектов в группе. Если в группе дефектов имеются такие, размер которых значительно превышает средний или преобладающий, то они указываются в заключении отдельно.

2.67. Количество дефектов указывается в заключении следующим образом:

для группы А указывается число дефектов на всей длине снимка,

для групп Б и В указывается протяженность участка шва в *мм* между крайними дефектами, образующими цепочку или скопление.

2.68. Каждая группа дефектов должна быть указана в заключении отдельно, иметь подробное описание (буквенное и цифровое обозначения): буквой обозначается наименование дефекта; буквой — группа дефекта; цифрой — размер дефекта; цифрой — количество дефектов.

Примечания: 1. Глубина дефекта в процентах обозначается дробно.

2. Допускается в случае отсутствия дефектов «непровара» и «непровара сплошного» обозначать их одной буквой Н, а также для ТП, ТПР, ТР обозначать буквой Т.

2.69. Отсутствие дефектов в какой-либо группе указывается соответствующими буквенными обозначениями и нулевым знаком.

Пример. На снимке участка шва длиной 400 *мм* выявлены: непровар на длине 150 *мм*, глубиной 15%, цепочка пор на протяжении 80 *мм* размером по 1 *мм*, два шлаковых включения размером по 5 *мм* и глубиной 20%.

Заключение по снимку записывается в следующем виде: Т-0; Н-150/15%; ПБ-1/80, ША-5/20%-2.

2.70. При обнаружении в сварных швах недопустимых дефектов швы бракуются и после исправления повторно просвечиваются.

Учет и регистрация снимков

2.71. Результаты контроля качества сварных соединений методом рентгено- и гамма-графирования должны регистрироваться в специальном журнале.

2.72. Регистрация и хранение снимков и всей документации по просвечиванию должны производиться в соответствии с техническими условиями на сооружение объекта.

2.73. При выполнении работ по контролю качества сварных швов просвечиванием рентгеновыми лучами и гамма-лучами следует обеспечивать меры безопасности, предусмотренные специальными правилами.

3. УЛЬТРАЗВУКОВОЙ КОНТРОЛЬ

3.1. Ультразвуковой контроль качества сварных соединений осуществляется ультразвуковыми дефектоско-

пами, имеющими рабочую частоту 1,8—2,5 *Мгц* и укомплектованными призматическими искателями с углами наклона 30, 45 и 50°.

Для контроля качества сварных соединений рекомендуется применять дефектоскопы типа УЗД-7Н, УЗД-60, УДМ-1м и ДУК-11.

3.2. Дефектоскоп при работе должен иметь надежное заземление медным проводом сечением не менее 2,5 *мм*^{2}. Работать с незаземленным дефектоскопом категорически запрещается.

3.3. Поверхность изделия у сварного шва, подлежащего контролю с помощью ультразвука, должна быть очищена от брызг металла, шлака и окалины.

Чистая поверхность металла без раковин, рисок, расслоений и окалины является удовлетворительной для ультразвукового контроля.

Размер очищаемой поверхности в зависимости от методики контроля, толщины металла, угла наклона щупа-искателя должен устанавливаться в соответствующих производственных инструкциях на выполнение этих работ.

Зачистка поверхности производится наждачным кругом, напильником и другим инструментом и приспособлениями.

3.4. Для обеспечения акустического контакта между искателем и поверхностью контролируемого изделия последняя обильно покрывается маслом. В качестве смазок следует применять автол марок 6, 10, 18, компрессорное масло или другие аналогичные типы масел.

3.5. Перед проведением работ по ультразвуковому контролю сварного соединения оператор обязан:

а) ознакомиться с конструкцией соединения;

б) провести внешний осмотр шва и убедиться в отсутствии дефектов (проводить ультразвуковой контроль при наличии наружных дефектов запрещается);

в) настроить скорость развертки и чувствительность прибора с помощью эталонных образцов или глубиномера.

Контроль стыковых швов стальных конструкций

3.6. Ультразвуковой контроль сварных стыковых швов осуществляется призматическими искателями.

Швы толщиной 10—20 *мм* рекомендуется контролировать призматическими искателями с углом наклона

50°, а сварные швы толщиной 20 *мм* и более — с углом наклона 30—40°.

3.7. Надежность контроля всего сечения шва обеспечивается правильностью настройки скорости развертки прибора, а также определением зоны перемещения искателя по поверхности металла.

Наиболее удобно настраивать скорость развертки и определять зону перемещения щупа-искателя с помощью эталонного образца (*способ изготовления эталонных образцов* изложен в приложении 1 к разделу 3).

3.8. В случае отсутствия эталонных образцов зона перемещения искателя определяется графическим путем: вычерчивается в масштабе 1 : 1 сечение сварного соединения, наносятся пути прохождения ультразвукового луча с учетом углов преломления, ширины и углов раствора и определяются два крайних положения искателя, при которых обеспечивается контроль всего сечения шва. Расстояние между продольными гранями участка ввода луча при этих двух крайних положениях искателя и является зоной перемещения щупа (рис. 11).

3.9. При ультразвуковом контроле сварных стыков с толщиной стенки менее 20 *мм* усиление шва, как прави-

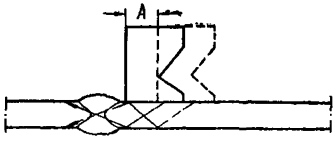

Рис. 11. Определение зоны перемещения искателя при ультразвуковом контроле сварного стыка толщиной стенки до 20 *мм*

А — зона перемещения искателя

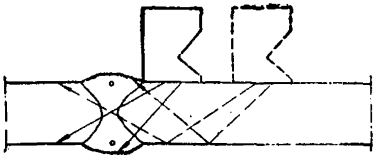

Рис. 13. Контроль стыковых швов металла толщиной свыше 20 *мм*

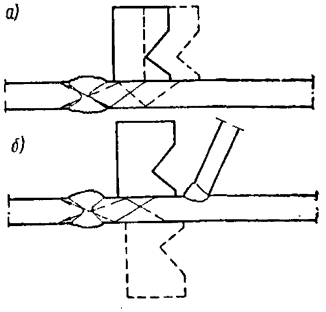

Рис. 12. Контроль стыковых швов металла толщиной от 10 до 20 *мм*

а — контроль однократно и двукратно отраженным лучом; *б* — контроль однократно отраженным лучом с двух сторон

ло, не дает возможности установить призматический искатель так, чтобы ультразвуковой луч проходил через корень шва.

Поэтому контроль производится однократно и двукратно отраженным лучом (на втором и третьем отражении, рис. 12,*а*).

В том случае, когда не имеется возможности установить искатель для контроля на третьем отражении, контроль ведется с противоположной стороны (рис. 12,*б*).

3.10. Сварные стыки с толщиной стенки 20 *мм* и более контролируются прямым и однократно отраженным лучом (на первом и втором отражении, рис. 13). При применении такой методики обеспечивается надежный контроль всего сечения шва.

3.11. Для определения размера обнаруженного дефекта необходимо правильно настроить чувствительность дефектоскопа. Чувствительность настраивается по эталонному образцу, в котором искусственный дефект делается определенного размера (см. примеры к разделу 3). Размер искусственного дефекта в эталонном образце должен быть равен максимально допустимому дефекту для контролируемого сварного шва.

Чувствительность настраивается соответствующими рукоятками прибора таким образом, чтобы импульс от эталонного дефекта не выходил за пределы экрана.

Оператор должен запомнить положения рукояток при настроенной на эталоне чувствительности прибора. При контроле сварного шва на изделии чувствительность прибора несколько завышают в сравнении с эталоном, и в случае появления импульса от дефекта рукоятки устанавливаются в исходное положение.

Если при нормальной чувствительности прибора импульс от дефекта на контролируемом изделии превышает импульс от эталонного дефекта, то это значит, что дефект в сварном соединении больше эталонного.

3.12. Протяженность дефекта по оси шва, если величина его более 10 *мм*, определяется по крайним положениям искателя, при которых наблюдается появление и исчезновение импульса на экране прибора при эталонной чувствительности (рис. 14).

В случае, если амплитуда на экране дефектоскопа непрерывно меняется при движении искателя вдоль шва (т. е. если дефект неравномерен по сечению или представляет собой группу близлежащих дефектов), опре-

деляется протяженность всего дефектного участка. В сварных соединениях с протяженными дефектами, как правило, являются непровары или трещины. Максимальная амплитуда импульса на экране прибора от непровара или трещины получается при установке искателя под прямым углом к дефекту (рис. 15).

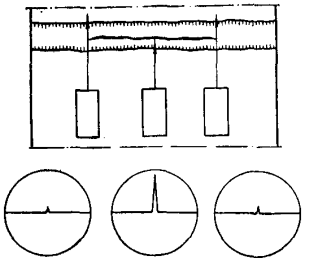

Рис. 14. Определение протяженности дефекта

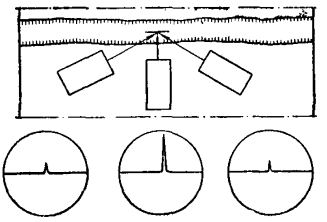

Рис. 15. Выявление трещины или непровара

3.13. Отдельное шлаковое включение или пора дают обычно достаточно устойчивую амплитуду импульса при прозвучивании под разными углами (рис. 16).

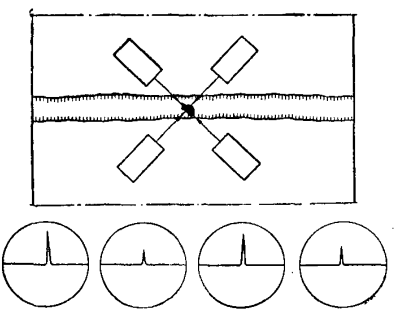

Рис. 16. Выявление пор или шлаковых включений

При незначительном смещении искателя вдоль шва импульс на экране прибора исчезает. Размер шлаковых включений или пор определяется путем сравнения ам-

плитуды импульса от дефекта на изделии с амплитудой импульса, полученного от эталонного дефекта. Скопления шлаковых включений или пор выявляются в виде нескольких небольших импульсов, которые при незначительном смещении искателя резко меняют свою амплитуду.

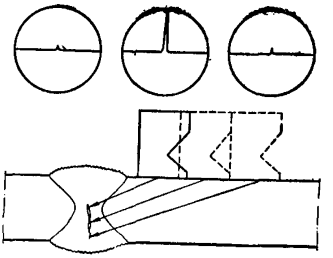

Рис. 17. Определение высоты дефекта

3.14. Высота дефекта *а* (размер дефекта по вертикальному сечению шва) при контроле стыковых швов металла толщиной 25 *мм* и более ориентировочно может быть определена также без применения эталона. В этом случае величина *б* определяется как разность глубин, измеренных при положениях искателя, в которых наблюдается появление и исчезновение импульса на экране прибора (рис. 17). Измерение глубины производится с помощью глубинометра.

Контроль угловых швов стальных конструкций

3.15. Прозвучивание угловых швов осуществляется с помощью призматических искателей путем ввода ультразвуковых колебаний в шов через основной металл примыкаемого листа. Контроль ведется однократно и двукратно отраженным лучом (на втором и третьем отражении), а в случае невозможности контроля двукратно отраженным лучом (на третьем отражении), контроль производится с двух сторон однократно отраженным лучом (на втором отражении, рис. 18).

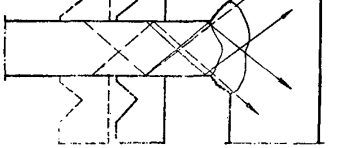

Рис. 18. Прозвучивание углового шва

3.16. Угловые швы с толщиной стенки до 20 *мм* контролируются призматическими искателями с углом наклона 50°, а швы с толщиной стенки свыше 20 *мм* — искателями с углом наклона 30—40°.

Контроль стыковых швов стальных трубопроводов

3.17. Ультразвуковому контролю подвергаются сварные стыки трубопроводов, выполненные как на остающихся или удаляемых подкладных кольцах, так и без колец при толщине стенки не менее 15 *мм*.

3.18. Ультразвуковой контроль осуществляется путем плавного возвратно-поступательного перемещения призматического искателя по поверхности трубы, прилегающей к сварному соединению. Сварной шов на стыке двух труб контролируется последовательно с двух сторон по ходу и против хода рабочей среды, а швы на стыке трубы с литой арматурой — только со стороны трубы. Стыки между литыми деталями подвергаются ультразвуковому контролю на наличие поперечных трещин.

3.19. Сварные стыки труб с толщиной стенки от 15 до 40 *мм* контролируются однократно и двукратно отраженным лучом (на втором и третьем отражении), с толщиной стенки свыше 40 *мм* — прямым и однократно отраженным лучом (на первом и втором отражении).

3.20. До начала работы по контролю сварного стыка производится настройка развертки и чувствительности прибора по эталонным образцам.

Эталон представляет собой копию контролируемого сварного соединения и изготовляется из труб той же марки стали и той же номинальной толщины, что и контролируемый трубопровод. Способ изготовления эталонных образцов изложен в примерах к разделу 3.

3.21. Настройка скорости развертки прибора производится для того, чтобы ультразвуковая волна, отраженная от препятствий, расположенных в любой части сечения шва, при прозвучивании прямым, однократно и двукратно отраженным лучом (на первом, втором и третьем отражении), давала сигналы в пределах экрана дефектоскопа и устанавливалась такой, чтобы эти сигналы располагались в определенных местах на линии развертки (рис. 19).

3.22. Предварительно скорость развертки настраивается по углам эталонного образца (рис. 20). Плавно перемещая искатель от угла вдоль эталона, последовательно получают на экране дефектоскопа импульсы, соответствующие отражению ультразвуковой волны: от нижнего угла — прямым лучом (первое отражение), от верхнего — однократно отраженным (второе), снова от

нижнего — двукратно отраженным (третье). Для определения угла, от которого идет отражение, можно воспользоваться методом прощупывания. Для этого пальцем, смоченным маслом, прикасаются к углам эталонного образца (точки *а* и *б* на рис. 20). В случае прикосновения пальца к углу, от которого отражается ультразвуковой пучок, часть энергии через масло попадает в палец и импульс на экране прибора изменяет свою амплитуду.

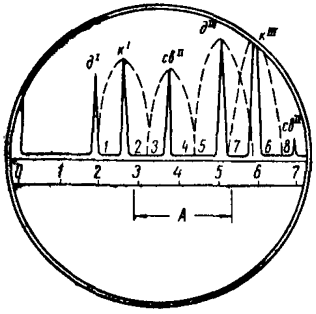

Рис. 19. Расположение сигналов на экране дефектоскопа при правильной настройке скорости развертки
A — область появления сигналов от дефекта; $д^{I}$, $д^{III}$ — сигналы от дефекта; $к^{I}$, $к^{III}$ — сигналы от подкладного кольца; $св^{II}$, $св^{IV}$ — сигналы от сверления под усиления шва; *1—8* — точки, ограничивающие точку появления и исчезновения сигналов

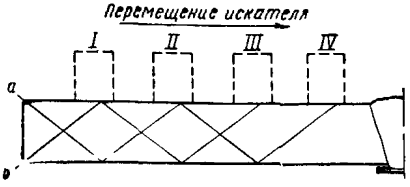

Рис. 20. Настройка скорости развертки по углам эталонного образца
I, II, III, IV — положение искателей в зависимости от схемы прозвучивания; *а, б* — точки «прощупывания»

3.23. Окончательная настройка скорости развертки производится по шву эталонного образца.

Перемещая искатель вдоль эталона, необходимо получить на экране дефектоскопа сигнал от подкладного кольца двукратно отраженным лучом (на третьем отражении) и, «прощупывая» подкладное кольцо, убедиться, что отражение ультразвуковой волны происходит от него.

Если предварительная настройка скорости развертки была проведена правильно, то сигнал от этого кольца появится в правой части экрана. Рукоятками регулируют развертку, устанавливая такую скорость развертки, при которой зона перемещения этого сигнала отстоит примерно на 10 *мм* от конца экрана (см. рис. 19).

Перемещая искатель от сварного шва вдоль эталонного образца, последовательно получают на экране дефектоскопа сигналы: от подкладного кольца прямым лучом (на первом отражении $к^{I}$), от контрольного сверления под усилением шва однократно отраженным лучом (на втором отражении $св.^{II}$), от подкладного кольца (на третьем отражении $к^{III}$) и отмечают, между какими делениями шкалы перемещается каждый из этих сигналов (зона пробега сигналов вдоль оси развертки). Точки, ограничивающие эти зоны, на рис. 19 пронумерованы соответственно для $к^{I}$ — 1 и 2, для $св^{II}$ — 3 и 4, для $к^{III}$ — 7 и 8. Замечают также, на каких делениях шкалы сигналы $св^{II}$ и $к^{III}$ имеют максимальную амплитуду.

3.24. Точное определение размера обнаруженного дефекта зависит от правильной настройки чувствительности прибора. При рабочей частоте 1,8 *Мгц* может быть обнаружен дефект с отражающей поверхностью не менее 2,5 *мм*^{2}. Настройка чувствительности дефектоскопа производится по отражению от искусственных дефектов в эталонном образце, толщина которого соответствует толщине стенок труб контролируемого трубопровода.

Целью этой настройки является определение наименьшего размера дефекта, который может быть выявлен при выбранной чувствительности.

Размеры контрольного искусственного дефекта выбраны такими, чтобы его отражающая поверхность была эквивалентна отражающей поверхности допустимого дефекта.

3.25. Чувствительность прибора устанавливается так, чтобы от контрольного искусственного дефекта в корне шва высота импульса на экране дефектоскопа была равна 20—25 *мм*.

Вначале на приборе устанавливают режим максимального усиления и минимальной отсечки и находят сигналы от искусственного дефекта. Затем понижают чувствительность прибора так, чтобы импульс от искусственного дефекта на экране прибора не превышал 20—25 *мм*. При этом сначала увеличивают отсечку, и лишь при полном ее введении в случае необходимости дальнейшее понижение чувствительности производят рукояткой, регулирующей усиление. Положение рукояток, регулирующих чувствительность дефектоскопа, после настройки чувствительности необходимо запомнить. Затем замечают высоту импульса, полученную на втором отра-

жении от контрольного искусственного дефекта под усилением шва.

3.26. Шов контролируется последовательно по всей длине, для чего, плавно перемещая искатель по окружности трубы, оператор производит одновременно возвратно-поступательное движение вдоль трубы таким образом, чтобы сам искатель все время был направлен перпендикулярно шву (рис. 21). При этом необходимо обеспечивать постоянный акустический контакт искателя с трубой. Величина смещения искателя по окружности

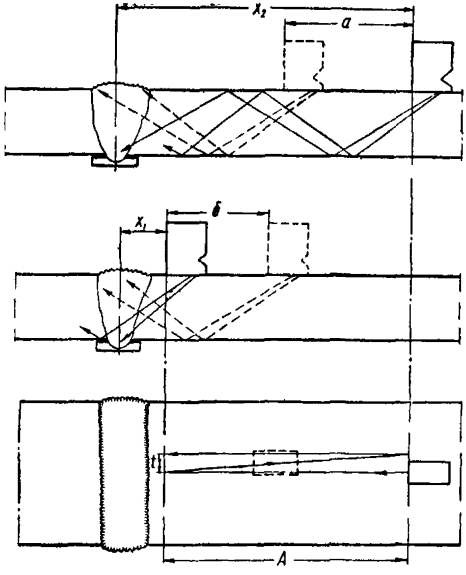

Рис. 21. Перемещение щупа по поверхности трубы при контроле сварного стыка

А — зона перемещения искателя; *а* — зона III отражения; *б* — зона II отражения; *t* — величина смещения искателя вдоль шва; x_1, x_2 — минимальное и максимальное расстояние от оси шва до передней грани искателя

трубы должна быть не более ширины искателя. Зона перемещения искателя вдоль трубы должна обеспечивать контроль всего сечения шва. Она зависит от толщины стенок стыкуемых труб (рис. 21).

3.27. Для фиксирования размеров дефектов и мест их расположения контролируемый стык по окружности разбивается на 12 частей и нумеруется аналогично часо-

вому циферблату (рис. 22). Нумерация делений отсчета ведется по часовой стрелке, если смотреть на стык по направлению движения рабочей среды в трубопроводе.

3.28. Место расположения дефектов в сварном шве определяется на основании следующих признаков:

а) если импульс на экране прибора появляется в зоне третьего отражения (перед импульсом от подкладного кольца), то дефект расположен в корневой части шва;

б) если импульс на экране прибора появляется в зоне второго отражения (левее импульса от искусственного дефекта под усилением шва) на эталонном образце, то выявляемый дефект расположен в наружной части сечения сварного шва.

3.29. Расположение дефектов по длине шва фиксируется в соответствии с принятой разбивкой стыка по окружности на «часы» аналогично часовому циферблату. Например, обнаружен дефект в корне шва от 2 до 4 *ч* (см. рис. 22).

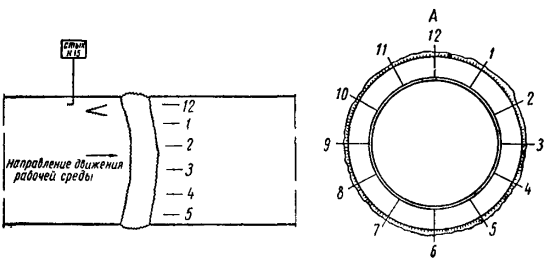

Рис. 22. Контролируемый стык, разбитый на 12 частей
1 — 12 — части стыка

Протяженность дефекта вдоль шва определяется по длине зоны перемещения искателя вдоль шва, при котором на экране дефектоскопа наблюдается сигнал от дефекта.

3.30. Наиболее опасный дефект в сварных соединениях трубопроводов — трещины.

Чаще всего встречаются продольные трещины, которые распространяются от внутренней кромки трубы в наплавленный металл и идут вдоль шва.

Глубина выявляемых трещин может быть от 0,5 *мм* и более; протяженность вдоль длины шва 10 *мм* и более.

3.31. Трещины любых размеров и направлений являются недопустимыми дефектами, поэтому важно отличить их от других дефектов (непровара, шлаковых включений и т. п.).

В сварных швах, выполняемых на подкладных кольцах, отличительным признаком трещин является то, что трещины любой глубины частично или полностью экранируют подкладное кольцо при контроле с одной стороны — со стороны трубы, у кромки которой она начинается (рис. 23).

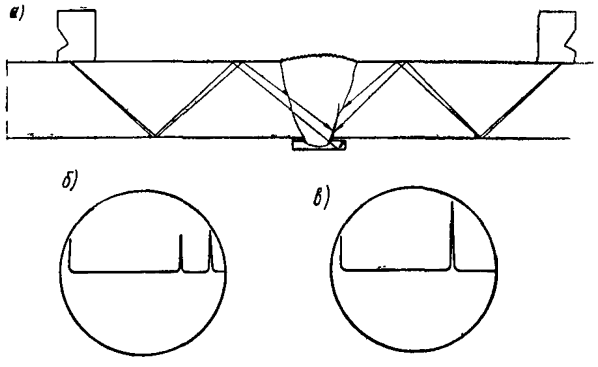

Рис. 23. Контроль стыка с трещиной в корне шва глубиной более 3 *мм*

А—вид по ходу пара; *а*—распространение ультразвуковых колебаний; *б*—картина, наблюдаемая на экране прибора при контроле со стороны трубы, у кромки которой трещины нет; *в*—то же, при контроле со стороны трещины

При контроле шва с противоположной стороны трещина не экранирует подкладное кольцо, и ультразвуковая волна свободно проходит в него. На экране дефектоскопа возникают два сигнала: от подкладного кольца и от трещины.

3.32. Основным критерием для приближенной оценки глубины трещины является величина пробега сигнала от нее на экране дефектоскопа.

Трещина глубиной 3—4 *мм* и более полностью экранирует подкладное кольцо независимо от толщины стенки контролируемой трубы (см. рис. 23).

Добавочным критерием при оценке глубины трещины служит высота сигнала на экране, которая возрастает с увеличением глубины трещины до 6 *мм*.

3.33. Непровары по конфигурации, глубине и длине могут быть самые разнообразные. Непровар уменьшает проплавленную часть корня шва, и в подкладное кольцо проходит меньшая часть ультразвукового пучка.

В отличие от трещин непровары любых размеров полностью или частично экранируют подкладное кольцо при контроле с обеих сторон сварного шва (рис. 24).

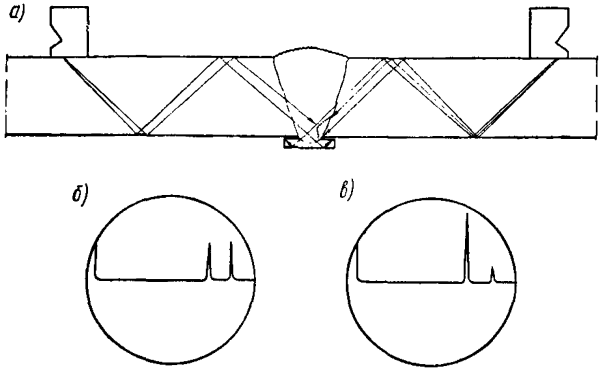

Рис. 24. Контроль сварного стыка с частичным непроваром корня шва глубиной менее 3 *мм*

а — распространение ультразвуковых колебаний; *б* — картина, наблюдаемая на экране прибора при контроле со стороны трубы, у кромки которой нет непровара; *в* — то же, при контроле со стороны непровара

При наличии полного непровара корня шва подкладное кольцо не выявляется ни с той, ни с другой стороны независимо от глубины непровара.

Частичный непровар, расположенный у одной из кромок стыкуемых труб и контролируемый со стороны второй трубы, будет выявляться вместе с подкладным кольцом; однако высота сигнала от кольца и пробег на экране будут меньше, чем в местах стыка, где дефектов нет. При контроле со стороны непровара кольцо экранируется им в большей степени или совсем не выявляется. Непровар, расположенный выше корневых слоев сварного шва, мало или совсем не экранирует подкладное кольцо. На экране прибора при контроле с обеих сторон возникают сигналы от подкладного кольца и дефекта. Расстояние между этими сигналами несколько больше, чем при дефектах, расположенных в корне шва. Не исключена возможность, что от дефекта и подкладного

кольца будет наблюдаться на экране несколько сигналов.

Если на экране отсутствует сигнал от подкладного кольца при контроле с обеих сторон шва, то ширина непровара равна ширине наплавленного металла в корне шва. О глубине непровара судят по высоте сигнала, который сравнивают с высотой сигнала, отраженного от контрольного искусственного дефекта в корне шва.

3.34. Шлаковые включения располагаются обычно между слоями наплавленного металла, чаще всего между корневыми. Они достигают нескольких миллиметров в поперечнике и могут иметь как сферическую, так и вытянутую форму.

Поры могут располагаться в любой части шва отдельными группами в виде цепочки или единичных образований.

Отдельные крупные шлаковые включения и поры выявляются при контроле как дефект, не имеющий протяженности вдоль шва.

О размерах такого дефекта можно судить по сравнению высоты сигнала от него с высотой сигнала от контрольного искусственного дефекта в эталоне.

Цепочки крупных шлаковых включений или пор вдоль шва выявляются так же, как и непровары тех же размеров.

Цепочки мелких шлаковых включений или пор в корне шва (менее 7 *мм*^{2}) дают перед сигналом от подкладного кольца один или несколько небольших по высоте сигналов, исчезающих и появляющихся вновь при перемещении искателя вдоль шва.

Скопления шлаковых включений и пористость в наплавленном металле с размером отдельных дефектов до 3 *мм*^{2} дают на экране несколько сигналов или один широкий сигнал с несколькими вершинами. Если они расположены в корневых слоях шва, то подкладное кольцо выявляется слабо.

3.35. Несплавление металла шва с основным, если оно начинается от подкладного кольца, выявляется как трещина.

Если несплавление расположено выше корневого слоя, то оно выявляется как непровар.

3.36. Прожог подкладного кольца, если этот дефект не сопровождается непроваром, выявляется на экране в виде импульса, расположенного перед импульсом от кольца. При этом высота сигнала от кольца уменьшает-

ся по сравнению с высотой сигнала в местах, где прожог отсутствует. Это явление наблюдается при контроле с обеих сторон шва. На экране появляется один сигнал с двумя вершинами или два сигнала в непосредственной близости друг от друга. Эти сигналы перемещаются в зоне расположения сигнала от подкладного кольца, возникающего при контроле тех участков стыка, где дефектов нет. Этим прожог отличается от других дефектов шва.

Особенности контроля стыков трубопроводов, сваренных на удаляемых подкладных кольцах (или без колец)

3.37. При контроле сварных стыков, выполняемых на удаляемых подкладных кольцах, необходимо учитывать особенности формирования корневого слоя шва.

Сварной шов формируется с затеком металла внутрь стыка на 1,5—2 *мм* от внутренней поверхности при сварке в нижнем положении и с проседанием на такую же величину в потолочном положении (рис. 25).

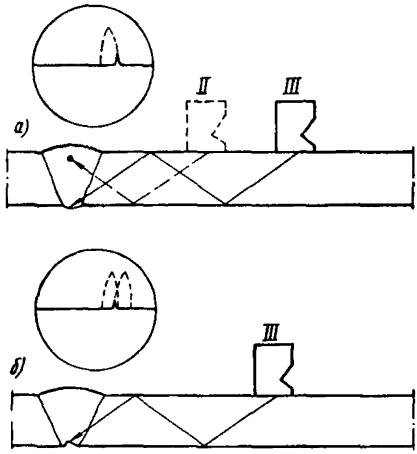

Рис. 25. Контроль сварного стыка, сваренного на удаляемом подкладном кольце

а — сечение участка стыка, сваренного в нижнем положении; *б* — сечение участка стыка, сваренного в потолочном положении; *II* — контроль однажды отраженным лучом; *III* — контроль дважды отраженным лучом

3.38. Контроль стыков, сваренных на удаляемых подкладных кольцах (или без колец), отличается от стыков, выполняемых на подкладных кольцах, тем, что вместо сигнала от подкладного кольца на экране дефектоскопа ориентирующим будет являться сигнал от внутренней кромки сварного шва (корня шва).

3.39. Настройка скорости развертки производится по

эталонному образцу методом прощупывания импульсов, отраженных от нижней кромки стыка.

Чувствительность прибора при этом следует повышать до получения устойчивых сигналов, отражаемых от внутренней кромки шва.

3.40. Чувствительность прибора для оценки дефектов в корневой части шва настраивается на эталонном образце. Правый ориентирующий импульс получается от максимально допустимого проседания металла шва так, чтобы сигнал от него на экране имел высоту 15—20 *мм* (импульс *III* на рис. 25), а другим ориентирующим импульсом берется импульс от контрольного высверленного отверстия ∅3 *мм* в верхней части шва эталонного образца (импульс *II*).

Положение ручек «Усиление — чувствительность» и «Отсечка» должно запоминаться.

3.41. Методика ультразвукового контроля и оценка размеров дефекта те же, что и при контроле сварных стыков трубопроводов, сваренных на остающихся подкладных кольцах.

3.42. Для контроля стыков, выполненных на удаляемых подкладных кольцах, необходимо иметь для каждой номинальной толщины стенки контролируемого трубопровода три эталонных образца без дефектов в сварном шве:

1) эталонный образец, выполненный в нижнем положении шва с максимально допустимым затеком металла внутрь трубы, для контроля верхней половины окружности вертикального сварного шва;

2) эталонный образец, выполненный в потолочном положении шва с максимально допустимым проседанием наплавленного металла в корне шва, для контроля нижней половины окружности вертикального сварного стыка.

3) эталонный образец с горизонтальным сварным швом для контроля горизонтальных стыков.

Примеры изготовления эталонных образцов для ультразвукового контроля качества сварных соединений

1. Эталонные образцы должны представлять точную копию сварного соединения контролируемого изделия как по конструкции, так и по условиям выполнения сварки и положению соединения в пространстве.

Методика изготовления эталонов и имитации дефектов одинаковы для всех типов сварных соединений и видов изделий.

В качестве примера приводится методика изготовления эталонных образцов соединений труб.

На рис. 26, 27 и 28 показаны эталонные образцы, применяемые при контроле сварных соединений металлоконструкций.



Рис. 26. Эталонный образец стыкового шва

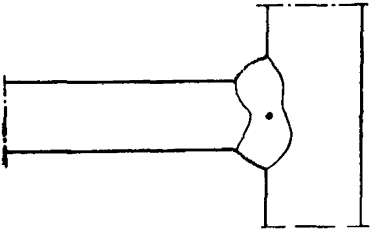

Рис. 27. Эталонный образец углового шва

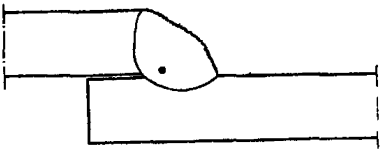

Рис. 28. Эталонный образец нахлесточного шва

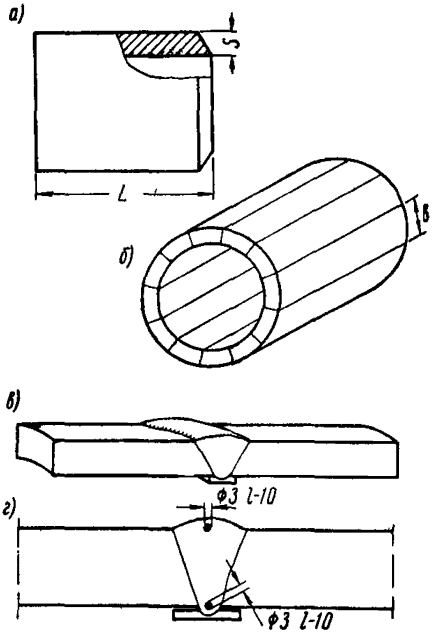

Рис 29. Изготовление эталонных образцов из обрезка трубы

а — отрезок трубы с разделанной кромкой (катушка); *б* — разделка катушки на полосы; *в* — готовый эталонный образец; *г* — эталонный образец с контрольным сверлением для настройки чувствительности прибора; *L* — длина катушки; *S* — толщина стенки катушки; *в* — ширина полосы

2. Эталоны изготовляются следующим образом (рис. 29):

а) от проектной трубы отрезается катушка. Катушка торцуется с обеих сторон, и на одном из торцов производится разделка кромок в соответствии с примененной на трубопроводе конструкций стыка по проекту (рис. 29). Затем катушку разрезают автогеном на полосы шириной 80—90 *мм* (рис. 29).

Длина катушки выбирается в соответствии с таблицей.

Обозначения	Размеры в *мм*					
Диаметр трубы	133	168	192	218	273	325
Толщина стенки трубы . . .	15	18	20	24	28	35
Длина катушки	130	150	160	180	200	240

б) каждая пара полос стыкуется и сваривается по той же технологии, что и контролируемые стыки (рис. 29);

в) после сварки боковые грани эталона простругиваются для того, чтобы сделать видимым сечение сварного шва и созданные в нем дефекты.

3. Эталонный образец с трещиной в корне шва изготавливается следующим образом (рис. 30):

а) на стыке полос накладывается один или несколько слоев сварного шва в зависимости от требуемой глубины трещины (рис. 30,*а*);

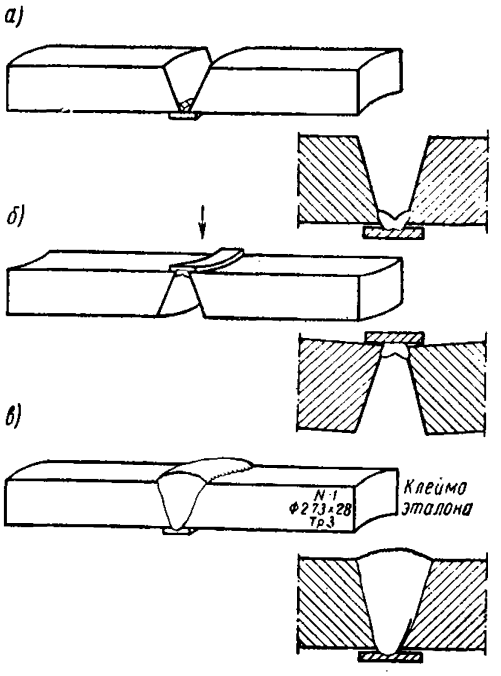

Рис. 30. Изготовление эталонного образца с трещиной в корне шва

а — наложение корневых слоев; *б* — разрушение образца; *в* — готовый эталонный образец с трещиной

б) сваренный образец разламывается (рис. 30,*б*). Для получения хрупкого излома без деформации шва излом необходимо производить в температурном интервале красноломкости для данной стали;

в) затем образец тщательно состыковывается по излому и производится наложение следующих слоев наплавленного металла до размеров проектного сварного шва. При этом следует добиваться отсутствия в шве других дефектов;

г) производится строжка боковых граней и на одной из них наносится маркировка образца (в дальнейшем эту грань образца считают передней). Готовый эталонный образец показан на рис. 30,*в*.

4. Непровары и шлаковые включения требуемых размеров создаются в эталонных образцах в процессе сварки. Для образования непровара в корне шва можно положить асбестовую нить.

5. Для настройки чувствительности прибора используется эталонный образец, на котором изготовляются контрольные искусственные дефекты. В качестве эталонных искусственных дефектов рекомендуется изготавливать зарубки (рис. 31), размеры которых обусловливаются техническими условиями. Допускается в качестве эталонных искусственных дефектов использовать торцовые сверления (рис. 29 и 31).

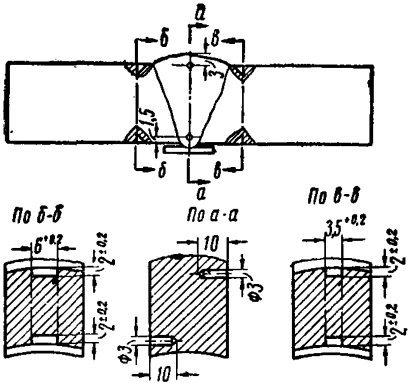

Рис. 31. Эталонный образец для настройки дефектоскопа

6. Для контроля сварных стыков трубопроводов необходимо иметь набор эталонных образцов:

а) эталонные образцы с искусственными дефектами в сварном шве — по 1 образцу для каждой номинальной толщины стенки и диаметра трубопровода;

б) эталонные образцы с трещиной 3-миллиметровой глубины в корне шва — 2—3 шт. от наиболее ходовых толщин.

Примечание. Для накопления опыта по оценке дефектов рекомендуется иметь кроме вышеперечисленных набор эталонных образцов с дефектами различной глубины и конфигурации: трещинами, непроварами, шлаковыми включениями и порами.

4. МАГНИТОГРАФИЧЕСКИЙ КОНТРОЛЬ

Принцип и область применения магнитографического метода контроля

4.1. Магнитографический метод контроля качества сварных соединений основан на обнаружении полей рассеяния, образующихся в местах дефектов при намагничивании контролируемых изделий.

В отличие от других магнитных методов дефектоскопии при магнитографическом методе поля рассеяния от дефектов фиксируются на эластичном магнитоносителе (магнитной ленте), плотно прижатом к поверхности шва.

4.2. Магнитографический метод состоит из двух последовательных операций:

а) намагничивания изделий специальными устройствами, при котором поля дефектов записываются на магнитную ленту;

б) воспроизведения или считывания записи с ленты при помощи магнитографических дефектоскопов.

4.3. Магнитографический метод контроля может применяться для проверки сплошности стыковых сварных швов труб различных диаметров, изготовленных из ферромагнитных металлов.

Подготовка сварных стыков к контролю

4.4. Для контроля могут быть допущены стыки, удовлетворяющие требованиям технических условий на сооружение трубопроводов и принятые по внешнему виду.

4.5. Перед контролем сварной шов должен быть очищен от грязи, воды, снега и льда. Кроме того, с поверхности шва и прилегающей зоны (по 50 *мм* с каждой его стороны) должны быть тщательно удалены остатки шлака, брызги металла.

При контроле стыков труб, лежащих на земле, должен быть вырыт приямок или подложена деревянная подкладка (лежак) для беспрепятственного перемещения намагничивающего устройства.

Магнитные ленты

4.6. В качестве магнитоносителя при магнитографическом контроле используют двухслойные магнитные ленты, аналогичные магнитным лентам, применяемым в различных отраслях промышленности.

Двухслойные ленты состоят из основы и магнитного слоя (рис. 32).

4.7. Наилучшие результаты при магнитографическом контроле дают ленты типа МК-1 и МК-2, позволяющие фиксировать поля от дефектов глубиной в пределах от 5—6 до 35—40% толщины контролируемых швов.

Примечание. При отсутствии ленты МК в отдельных случаях допускается применение ленты типа «Агфа-С» или типа I (характеристики лент см. на рис. 33).

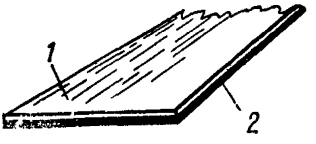

Рис. 32. Конструкция двухслойной магнитной ленты

1 — эластичная основа; *2* — магнитный слой

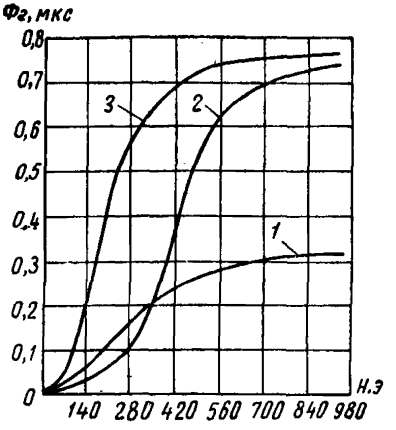

Рис. 33. Амплитудные характеристики магнитных лент по остаточному потоку

1 — лента типа 1 (или «Агфа-С»); *2* — лента типа *2* (или «Агфа-СН»); *3* — лента типа МК-1 или МК-2

4.8. Перед началом работы магнитная лента независимо от того, новая она или была в употреблении, должна быть подвергнута размагничиванию.

В процессе размагничивания, который заключается в циклическом перемагничивании рабочего слоя ленты в убывающем магнитном поле, производятся внешний осмотр и отбраковка ленты. Не допускается применение ленты, имеющей сквозные проколы, надрывы краев и складки.

После размагничивания лента наматывается на кассету и доставляется к месту контроля.

Условия транспортировки и хранения размагниченной ленты должны исключать случайное ее намагничивание от посторонних «полей».

Не допускается класть ленту на стальные предметы, которые могут оказаться намагниченными, а также приближать ленту ближе чем на 1 *м* к сварочным генераторам, электродвигателям, кабелям и другим намагничивающим источникам.

4.9. Для записи полей рассеяния от дефектов лента

накладывается на контролируемый шов стороной, имеющей магнитный слой, и плотно к нему прижимается.

Для считывания записи лента устанавливается в лентопротяжный механизм воспроизводящего устройства так, чтобы вращающиеся магнитные головки соприкасались с основой ленты, а не с ее магнитным слоем. В противном случае могут иметь место повреждения магнитного слоя и нарушения записи.

Процесс намагничивания сварных швов и записи полей от дефектов на магнитную ленту

4.10. Намагничивание контролируемых стыков трубопроводов производится постоянным магнитным полем, создаваемым при прохождении постоянного или выпрямленного тока через катушку электромагнита.

При сварке малоуглеродистых и низколегированных конструкционных сталей большинство наиболее опасных и часто встречающихся дефектов располагается вдоль оси в корне сварного шва. Магнитный поток, создаваемый электромагнитом, должен быть направлен перпендикулярно вертикальной оси шва.

Для обеспечения высокой чувствительности записи полей от дефектов намагничивание контролируемого шва должно производиться до состояния насыщения. При этом уровень намагниченности должен находиться на верхнем пологом участке кривой намагничивания.

4.11. Намагничивание контролируемых стыков трубопроводов должно осуществляться с помощью специальных электромагнитов, обычно называемых намагничивающими устройствами и подразделяемых на две группы;

а) подвижные устройства — ПНУ и ДМ, перемещаемые по периметру намагничиваемого стыка;

б) неподвижно устанавливаемые устройства — НК и НВ, охватывающие весь периметр контролируемого стыка.

Наиболее широкое применение при контроле стыков трубопроводов имеют подвижные намагничивающие устройства ПНУ (рис. 34), представляющие собой П-образный электромагнит, опирающийся на немагнитные ролики для перемещения вдоль стыка.

При подключении катушки к источнику питания постоянным током на всем протяжении каркаса магнита возникает магнитный поток, проходящий поперек контролируемого сварного шва или участка основного ме-

талла. Благодаря такой конструкции намагничивающего устройства:

а) обеспечивается равномерное намагничивание участка шва или основного металла значительной протяженности, что позволяет ликвидировать растекание магнитного потока в контролируемой зоне;

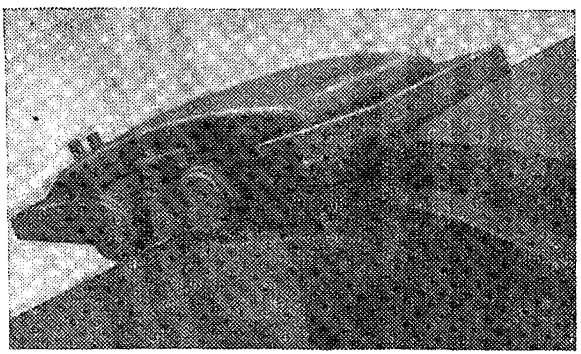

Рис. 34. Намагничивание сварного стыка и запись на магнитную ленту с помощью устройства типа ПНУ

б) существенно повышается к.п.д. намагничивающего устройства и эффективность выявления дефектов;

Таблица 7

Тип намагничивающего устройства	Ток в *а* при толщине металла в *мм*								Область применения
	2	4	6	8	10	12	14	16	
ПНУ-1	2	5	9	15	18	24	37	30	Трубы ∅ 720—1020 *мм*
ПНУ-М1	5	9	12	15	21	24	27	30	Трубы ∅ 720—1020 *мм* и листовые конструкции
ПНУ-М2	5	9	15	18	24	25	28	32	Трубы ∅ 168—325 *мм*
ПНУ-М3	—	15	20	25	—	—	—	—	Трубы ∅ 100—168 *мм*
НВ	—	15	20	25	—	—	—	—	Трубы ∅ 57—89 *мм*

Примечание. Токи, указанные в таблице для устройств типа ПНУ-1, предусматривают последовательное соединение катушек. При параллельном соединении катушек величина тока удваивается.

в) значительно облегчается перемещение намагничивающего устройства по поверхности контролируемой трубы или листа.

Режимы питания намагничивающих устройств типа ПНУ приведены в табл. 7.

Намагничивающая вилка НВ (рис. 35) предназначена для контроля стыков труб небольших диаметров (до 89 *мм*) и состоит из стального каркаса и рукоятки. Полюса вилки охватывают контролируемый стык на половину длины его окружности.

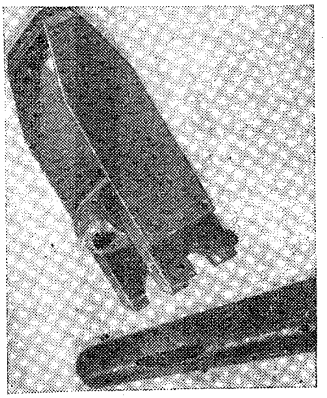

Рис. 35. Намагничивающее устройство типа НВ для контроля стыков труб малого диаметра

4.12. Энергопитание намагничивающих устройств в монтажных полевых условиях осуществляется от специальных генераторов постоянного тока или аккумуляторных батарей, установленных в передвижных магнитографических автолабораториях, а также от сварочных генераторов передвижных агрегатов марок АСБ-300, АСДП-500, стационарных и передвижных пунктов электрогазового питания.

В стационарных цеховых условиях энергопитание намагничивающих устройств осуществляется от выпрямителей (например, ВСА-5), сварочных или иных генераторов постоянного тока.

Подключение намагничивающих устройств к источнику питания обычно производится через специальный реостат (регулирующее устройство) для подбора необходимого тока.

4.13. Энергопитание намагничивающих устройств предпочтительнее всего осуществлять от специальных генераторов постоянного тока, установленных в передвижных магнитографических автолабораториях марок ПМЛ-4, ПМЛ-5 и РМЛ-1.

4.14. Питание намагничивающих устройств от генераторов сварочных агрегатов или преобразователей

может применяться для намагничивания стыков труб любых диаметров с толщиной стенки до 16 *мм*.

Питание намагничивающих устройств от сварочных генераторов должно, как правило, осуществляться в период, когда сварка не производится; в отдельных случаях (особо оговоренных ниже) питание намагничивающих устройств может осуществляться одновременно с питанием сварочной дуги.

4.15. Порядок подключения намагничивающих устройств ПНУ следующий:

а) при наличии у намагничивающего устройства двух катушек их необходимо соединить последовательно;

б) подключение намагничивающего или регулирующего устройства к клеммам сварочного генератора производится согласно схеме, приведенной на рис. 36;

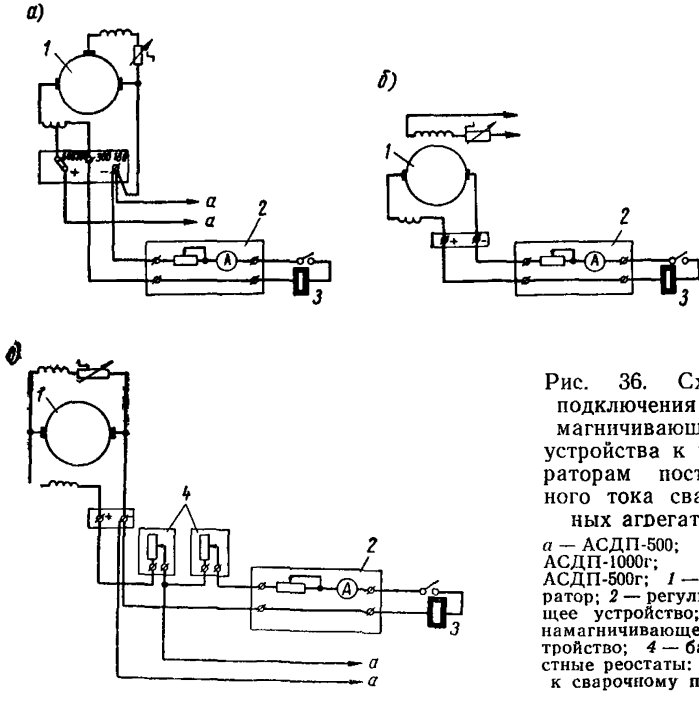

Рис. 36. Схемы подключения намагничивающего устройства к генераторам постоянного тока сварочных агрегатов

а — АСДП-500; *б* — АСДП-1000г; *в* — АСДП-500г; *1* — генератор; *2* — регулирующее устройство; *3* — намагничивающее устройство; *4* — балластные реостаты: *а*/*а*— к сварочному посту

в) рукоятки реостатов регулировки сварочного тока в генераторах должны при подключении устанавливаться в крайнее левое положение, соответствующее минимальному току.

Реостат регулировки напряжения сварочного генератора агрегата АСДП-500Г должен устанавливаться в крайнее левое положение, соответствующее минимальному напряжению. Кроме того, на балластном реостате сварочного поста, к которому подключается намагничивающее устройство ПНУ, необходимо включить рубильник с надписью 80а;

г) полностью ввести реостат регулирующего устройства ПНУ;

д) запустить двигатель сварочного агрегата;

е) включить устройство ПНУ и по амперметру регулирующего устройства установить в катушках ток, соответствующий режиму намагничивания для данной толщины стенки (см. табл. 7).

Для возможности энергопитания намагничивающих устройств ПНУ от сварочных агрегатов с падающей внешней характеристикой (например, АСДП-500 и АСД 3-1) при одновременной работе от этих агрегатов сварочных постов в этих агрегатах следует сделать выводы от третьей дополнительной щетки и щетки «+». Выводы делаются проводом сечением не менее 4 *мм*^{2}. Эти выводы присоединяются к клеммам диаметром 5—6 *мм*, монтируемым на клеммной доске генератора агрегата или на дополнительной клеммной доске, укрепленной на агрегате. Схема соединений приведена на рис. 37.

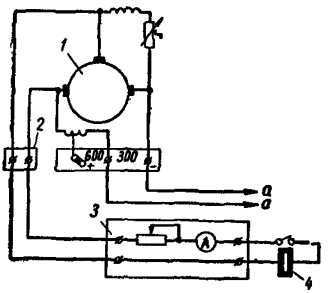

Рис. 37. Схема подключения намагничивающего устройства к генератору сварочного агрегата АСД 3-1

1 — генератор; *2* — дополнительная клеммная доска; *3* — регулирующее устройство; *4* — намагничивающее устройство

Регулировка тока в катушках намагничивающего устройства производится при помощи регулирующего устройства. При питании от двухпостовых агрегатов АСДП-500Г намагничивающее устройство подключается к одному посту. При этом от другого поста может производиться сварка либо на агрегате устанавливается третий балластный реостат и к нему подключается намагничивающее устройство.

4.16. Отрезок ленты длиной на 100—150 *мм* больше периметра шва накладывается на контролируемый стык.

Начало магнитной ленты (60—70 *мм* от ее края) совмещается с условным «началом» на шве.

Начало шва для кольцевых стыков принимается около клейма сварщика или от первого продольного шва по ходу продукта. Наложение ленты производится по часовой стрелке также по ходу продукта. На конце ленты записывается номер шва и клеймо сварщика. На соответствующих участках ленты карандашом отмечаются также все наружные дефекты шва (наплывы, грубая чешуя, кратеры). После этого на ленту сверху надевается резиновый пояс, обеспечивающий ее плотный прижим к поверхности контролируемого шва.

4.17. Намагничивающее устройство ПНУ устанавливается так, чтобы шов и наложенная на него магнитная лента находились симметрично между полюсами. После этого включается ток и устройство прокатывается вдоль шва.

4.18. Скорость перемещения намагничивающего устройства по шву может быть любой. Однако оператор должен внимательно следить за тем, чтобы лента не смещалась со шва и была плотно прижата к его поверхности резиновым роликом или поясом. Кроме того, оператор должен следить за тем, чтобы диски магнита или полюса устройства ПНУ не накатывались на ленту. Лента, соприкоснувшаяся с магнитом, должна быть изъята и заменена, а шов должен быть намагничен повторно.

После окончания работы намагничивающее устройство отсоединяется от источника питания и убирается. Загрязненные места магнита должны быть очищены.

Процесс считывания записи (воспроизведение)

4.19. После намагничивания лента снимается со шва, наматывается на кассету и доставляется к месту, где находится воспроизводящее устройство, или в передвижную магнитографическую автолабораторию. Допускается намотка нескольких кусков ленты на одну кассету.

Примечание. При наложении или снятии ленты со шва не следует перемещать ее со скольжением по металлу, так как при этом может получиться «ложная» запись.

4.20. В воспроизводящих устройствах магнитографических дефектоскопов для считывания записей с магнитной ленты применяются воспроизводящие головки с кольцевым ферромагнитным сердечником (см. схему на

рис. 38,*а*). Основным достоинством таких головок является их большая отдача.

Для записи контролируемого сварного шва магнитный поток направлен поперек продольной оси шва и прижатой к его поверхности магнитной ленты (рис. 38,*в*). Поэтому поля рассеяния, создаваемые дефектами в намагничиваемой зоне сварного шва, оставляют на ленте намагниченные отпечатки в виде полуволновых диполей, полярность которых ориентирована также поперек магнитной ленты (рис. 38,*б*).

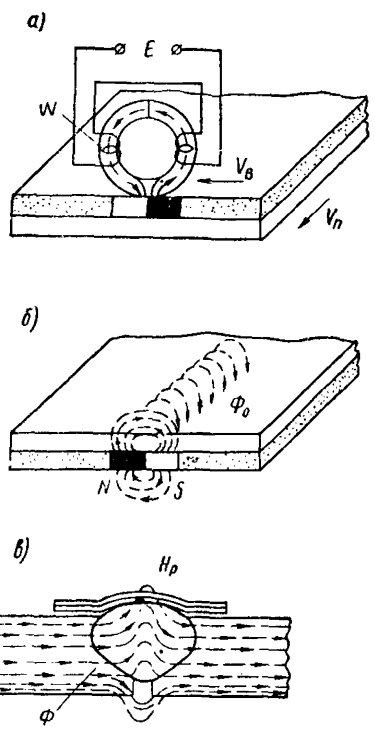

Рис. 38. Процесс считывания с магнитной ленты записи полей дефектов

а — считывание записи с магнитной ленты кольцевой воспроизводящей головкой; *б* — магнитный отпечаток поля дефекта на ленте; *в* — запись поля дефекта на магнитную ленту

4.21. *Воспроизводящие* магнитные головки независимо от их конструктивных особенностей предназначены для преобразования зафиксированных на ленте магнитных сигналов в виде намагниченных отпечатков полей рассеяния от дефектов, в электрические сигналы, в виде э.д.с. электромагнитной индукции. Для этой цели в процессе воспроизведения относительное положение магнитной ленты и головки должно непрерывно меняться. При этом может перемещаться или магнитная головка, или лента.

Необходимо, чтобы в процессе воспроизведения сохранялось постоянство скорости перемещения, а также стабильное и равномерное соприкосновение рабочих поверхностей магнитной ленты и головки.

4.22. Принцип работы воспроизводящей магнитной головки (рис. 38) заключается в ответвлении части

внешнего магнитного потока (Φ_0), создаваемого намагниченными отпечатками на ленте, через сердечник головки, полюсные наконечники рабочего зазора которой должны быть установлены в направлении поляризации записи на ленте. Ответвлению магнитного потока записи через сердечник головки способствуют, с одной стороны, большое магнитное сопротивление ее немагнитного рабочего зазора и, с другой стороны, весьма малое магнитное сопротивление сердечника, изготовленного из материала с очень высокой магнитной проницаемостью.

4.23. Магнитная головка состоит из сердечника, собранного из двух полуколец, каждое из которых склеивается из тонких пластин пермаллоя в пакет нужной толщины. На каждое полукольцо сердечника надеваются катушки, имеющие большое число витков тонкого эмалированного провода. В собранной головке обе катушки соединяются последовательно, составляя общее число витков. Сердечник головки между утонченными наконечниками полуколец имеет немагнитный, так называемый передний рабочий зазор, образованный прокладкой из тонкой бронзовой фольги.

Схема воспроизведения и индикация дефектов

4.24. В зависимости от способа намагничивания контролируемых сварных стыков при записи и основных условий принципа работы магнитных головок в магнитографических дефектоскопах применяется поперечный способ считывания.

В воспроизводящих узлах магнитографических дефектоскопов применяются вращающиеся барабаны с магнитными головками (рис. 39), обеспечивающие высокую скорость и чувствительность воспроизведения.

4.25. При воспроизведении записей полей дефектов возникают кратковременные электрические сигналы в виде непериодических импульсов.

Индикация таких сигналов требует применения безынерционных приборов—электронно-лучевых трубок, с помощью которых могут изучаться параметры полей рассеяния от дефектов.

В магнитографических дефектоскопах используются три вида индикации:

а) импульсная, при которой в процессе воспроизведения на экране электронно-лучевой трубки возника-

ют изображения импульсов, амплитуда которых характеризует высоту дефектов в направлении по сечению шва. Характер дефектов по форме импульсов может быть определен только примерно;

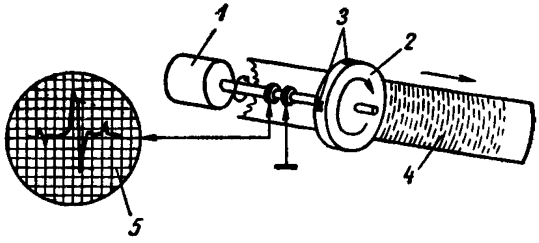

Рис. 39. Схема поперечного воспроизведения записи с магнитной ленты с помощью вращающегося барабана с магнитными головками

1 — электромотор; *2* — цилиндрический барабан; *3* — магнитные головки; *4* — магнитная лента; *5* — индикатор сигналов

б) видеоиндикация, при которой магнитный потенциальный рельеф полей рассеяния от дефектов с ленты переносится на экран электроннолучевой трубки в виде телевизионного изображения отдельных участков контролируемого шва;

в) комбинированная универсальная индикация, при которой с помощью двух однолучевых или одной двухлучевой трубок одновременно осуществляются оба вида индикации.

Примечание. Эксплуатация магнитографических дефектоскопов осуществляется в соответствии с инструкциями, прилагаемыми к аппаратуре.

Воспроизведение и расшифровка показаний приборов, контрольные стыки, пленки и эталонные ленты

4.26. Для определения величины дефектов настройка магнитографических дефектоскопов производится по эталонным лентам, записанным с контрольных стыков труб или планок, которые должны быть сварены тем же методом и по той же технологии (проволока, флюс, режим сварки), что и сварные стыки, качество которых проверяется магнитографическим методом.

Сварка контрольных стыков должна производиться таким образом, чтобы поверхность шва была достаточно

ровной и в некоторых участках стыка имелись внутренние дефекты (непровар или цепочка шлаковых включений) глубиной около 10% толщины стенки трубы.

4.27. После сварки контрольные стыки должны быть тщательно просвечены рентгеновыми или гамма-лучами. Затем на поверхность контрольного стыка краской наносится расположение участков просвечивания с указанием вида и глубины дефектов.

Контрольные стыки после тщательной проверки должны быть замаркированы.

Образцы контрольных стыков, рентгеновские пленки и магнитные ленты с них должны храниться в лаборатории.

4.28. Помимо контрольных стыков труб могут также применяться контрольные планки размером не менее 300 *мм*. Посередине планки параллельно ее оси должна быть путем фрезерования или засверловки сделана канавка шириной 1,5—2 *мм* и глубиной не более 10% толщины планки. С обратной (по отношению к канавке) стороны планки наплавляется валик, имитирующий усиление шва. Валик должен наплавляться тем же методом, что и облицовочный шов контролируемых стыков, и иметь аналогичные размеры по ширине и высоте. Оси канавки и валика должны быть точно совмещены.

4.29. Эталонные ленты записываются с контрольных стыков труб или планок с применением рабочих намагничивающих устройств.

Для изготовления эталонов и контроля стыков следует применять магнитную ленту одной марки.

Запись эталонных лент должна производиться по той же технологии, что и при контроле стыков.

Эталонные ленты должны храниться в лаборатории.

4.30. При совместной работе с одним дефектоскопом нескольких намагничивающих устройств каждым из них записывается эталонная лента, по которой производится настройка дефектоскопа.

Регулировка приборов по эталонным лентам

4.31. Для регулировки дефектоскопа МД-9 с импульсной индикацией после включения его в сеть лента укладывается в откидную крышку неэмульсионной стороной к барабану так, чтобы отмеченный участок ленты с записью эталонного дефекта находился напротив головок. После этого воспроизводится запись с ленты.

На экране прибора должен появиться импульс от дефекта. Если амплитуда импульса недостаточна по величине (менее 30 *мм* от пика до пика), то ручкой «Усиление» нужно увеличить его амплитуду.

Если амплитуда импульса доведена до величины, достаточной для рассмотрения (примерно 30 *мм*), то регулировку прибора можно считать законченной.

Примечание. Прибор, отрегулированный на выявление непровара глубиной свыше 10%, также выявляет цепочки и сетки пор, шлаковые включения свыше 10% и все продольные трещины.

4.32. При регулировке прибора нужно строго следить за стабильностью напряжения сети и за тем, чтобы отмеченный участок ленты не сходил с воспроизводящих головок.

4.33. В приборах с видеоиндикацией (дефектоскоп МД-11) регулировка производится следующим образом:

а) эталонная магнитная лента с записью на контрольном стыке, имеющем непровар в корне шва заданной глубины, устанавливается в лентопротяжный механизм;

б) нажатием кнопки на панели прибора запускается кадровая развертка, и на экране трубки наблюдается изображение участка шва с указанным дефектом. При этом помимо линии от дефекта на экране видны также линии от краев шва (а иногда и от краев ленты);

в) далее лента перемещается вручную в обратном направлении, и вторично запускается тот же кадр. Одновременно производится плавная регулировка ручкой «Контрастность» только до исчезновения на экране изображения эталонного дефекта. При этом линии от краев шва с крутым усилением могут остаться;

г) после этого прибор настроен по эталонной ленте; дальнейшее изменение положения ручки «Контрастность» впредь до новой регулировки, не допускается;

д) по окончании описанной регулировки выявление недопустимых дефектов производится по визуальному наблюдению их на экране прибора; в случае обнаружения изображения дефектов их глубина будет превышать глубину дефекта, зафиксированного на эталонной ленте.

4.34. Регулировка приборов МДУ с универсальной индикацией производится по высоте амплитуды импульса так же, как в дефектоскопах МД-9.

Контрастность телевизионного изображения полей рассеяния участка контрольного стыка с эталонным де-

фектом регулируется ручкой «Контрастность» до получения четкого изображения.

Техника считывания записей с магнитных лент

4.35. В современных магнитографических дефектоскопах во избежание нарушения магнитного слоя ленты и зафиксированной на ней записи воспроизводящими головками магнитную ленту необходимо устанавливать в прибор так, чтобы при считывании воспроизводящие головки соприкасались с основой ленты.

При считывании ленты со стороны основы уровень сигнала, возбуждаемого в головках, снижается незначительно, но при этом сохраняются уровень и форма записи для многократного воспроизведения.

Такой порядок считывания способствует уменьшению износа поверхности воспроизводящих головок и уменьшению засорения их рабочих зазоров.

4.36. В приборах МД-9 с импульсной индикацией магнитная лента после установки в каретку лентопротяжного механизма мимо вращающегося барабана с головками протягивается вручную. Скорость перемещения ленты устанавливается произвольно. Направление протяжки ленты в дефектоскопах этого типа значения не имеет.

В процессе воспроизведения необходимо внимательно следить за лучом на экране прибора. Если при протягивании ленты на экране появились импульсы, продольная подача должна быть немедленно прекращена.

4.37. Поочередным протягиванием ленты в обе стороны определяется и отмечается место и длина дефектного участка.

Определение размера и примерного характера дефектов производится по величине и форме импульса на экране трубки.

При наличии недопустимых дефектов (трещины, непровар глубиной свыше 10%, поры и шлаковые включения глубиной свыше 10%) высота амплитуды импульса превышает величину, установленную при регулировке прибора по эталонной ленте.

Характер дефекта по форме импульса можно определить только примерно и после приобретения оператором определенных навыков. При этом чем шире дефект, тем больше длительность импульса. Так, например, трещина дает на экране прибора более узкий импульс, чем непровар.

4.38. При воспроизведении записей с магнитных лент в дефектоскопах МД-11 с видеоиндикацией прибор подключается к сети переменного тока через сетевой шнур. Для включения прибора тумблер «Сеть» (на передней панели) устанавливается в положение «вкл.». При этом должна загораться сигнальная лампочка, показывая тем самым исправность цепей питания прибора. После 2—3-минутного прогрева следует:

а) тумблером «Мотор» включить двигатель барабана;

б) нажимом кнопки на нижней части передней панели включить кадровую развертку. Если прибор исправен, то при этом на экране трубки должен появиться растр, заполняемый вертикальными строками.

4.39. Во время заполнения кадра следует проверить и отрегулировать центровку кадра, яркость и фокусировку луча на экране. По окончании заполнения кадра должно четко сработать гашение обратного хода луча.

4.40. Ввиду того что в процессе считывания записи магнитными головками возникают двухполярные импульсы, а для получения видеосигналов, создающих телевизионное изображение дефектов, используется только одна (отрицательная) полярность, направление движения ленты в данном случае имеет важное значение.

В целях получения изображения оптимальной четкости магнитную ленту следует устанавливать в лентопротяжный механизм и поочередно пропускать с обоих концов на длину двух-трех кадров и по получаемым кадрам выбрать правильное направление считывания записи с ленты.

4.41. В процессе контроля последовательно просматриваются кадры с изображением шва. В случае, если в шве отсутствуют недопустимые дефекты, просмотр кадров осуществляется без перерыва (кнопка запуска кадров на панели лентопротяжного механизма постоянно включена).

4.42. При обнаружении в каком-либо из кадров изображения недопустимых дефектов кнопка отпускается, и в течение 15 *сек* можно рассматривать полученное изображение. При необходимости повторного рассмотрения того же кадра оператор откидывает рычажок прижимного устройства и вручную перемещает ленту назад на необходимую длину. После обнаружения в шве участка с недопустимыми дефектами и установления его границ оператор делает карандашом на обратной сторо-

не магнитной ленты необходимые пометки. После этого процесс воспроизведения продолжается.

4.43. При работе на дефектоскопах МДУ с комбинированной индикацией после запуска очередного кадра, заполняемого на экране с телевизионным изображением за 2—3 *сек,* оператор внимательно следит за изображением полей дефектов.

В случае наличия таких дефектов оператор по амплитуде сигналов на экране с импульсной индикацией устанавливает их величину. Для этого следует откинуть прижимной ролик лентопротяжного механизма и, перемещая вручную ленту в обратном направлении, в местах недопустимых дефектов сделать отметки карандашом.

Выявление величины и характера дефектов

4.44. При расшифровке показаний дефектоскопа МД-9 с импульсной индикацией необходимо руководствоваться следующим:

а) при считывании участков ленты, записанных со швов с нормальным усилением и не имеющих недопустимых дефектов, форма и расположение импульсов соответствуют рис. 40.

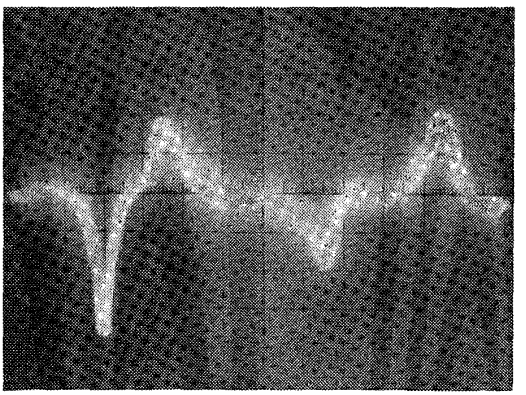

Рис. 40. Изображение сигналов на экране дефектоскопа с импульсной индикацией от участка сварного шва без дефектов

Находящиеся по краям экрана и небольшие по величине импульсы соответствуют краям шва, а расположенные между ними многочисленные импульсы — шероховатостям поверхности усиления;

б) при наличии несплошностей в швах между импульсами от краев усиления на экране появляется импульс от дефекта (рис. 41, 42 и 43).

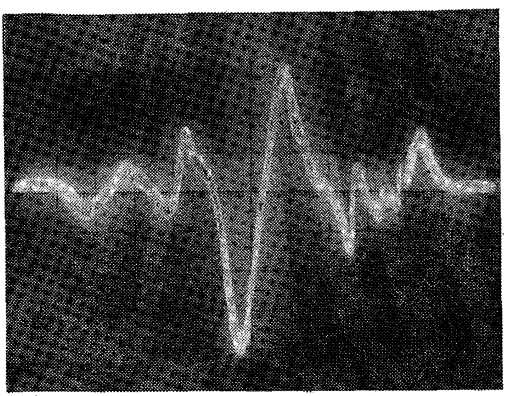

Рис. 41. Изображение импульсов от участка сварного шва с непроваром

4.45. В случае, если амплитуда этого импульса ниже уровня, установленного по эталонной ленте, то в протоколе испытаний фиксируется наличие в шве допустимых дефектов, не определяя их величины.

Если же амплитуда импульса на экране превышает установленный по эталону уровень, то фиксируется наличие недопустимых дефектов. Протяженность дефектов определяется по длине их записи на ленте.

При этом импульсы от непроваров, внутренних подрезов в основании шва и продольных трещин, сохраняясь по длине считываемого участка магнитной ленты соответственно длине зафиксированного дефекта, могут одновременно изменять амплитуду в зависимости от вертикального размера дефекта.

Длительность импульса зависит от ширины несплошности, а его местонахождение между краевыми импульсами характеризует расположение дефекта в шве.

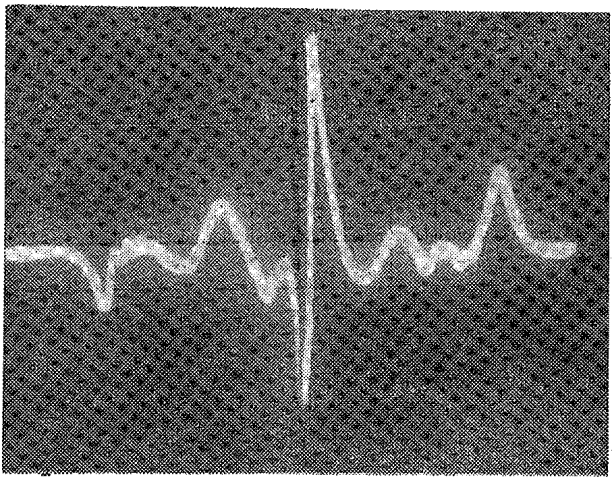

Рис. 42. Изображение импульсов от участка сварного шва с трещиной

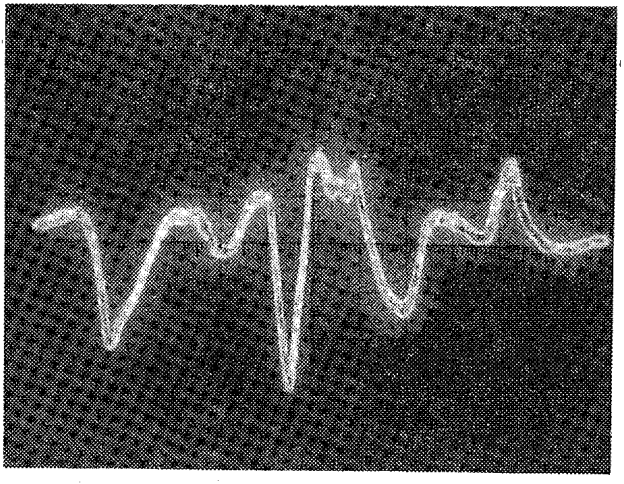

Рис. 43. Изображение импульсов от участка шва со шлаковыми включениями

4.46. Импульсы от одиночных дефектов типа пор и шлаковых включений исчезают при протягивании ленты в обоих направлениях на незначительное расстояние.

4.47. При расшифровке показаний дефектоскопа с видеоиндикацией в процессе считывания определение размеров выявляемых в сварных швах дефектов производится по форме и степени почернения изображения.

При воспроизведении шва без дефектов на экране появляются две линии от краев шва (рис. 44).

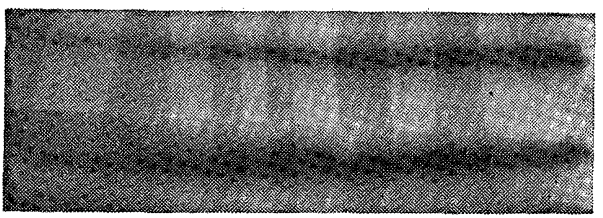

Рис. 44. Фотоснимок с экрана дефектоскопа с видеоиндикацией телевизионного изображения магнитограммы с участка сварного шва без дефектов

При воспроизведении участка с недопустимым дефектом (непровар свыше 10%) на экране прибора должно появиться изображение участка сварного шва, состоящее из двух темных линий, соответствующих очертаниям краев усиления шва, и изображение непровара в виде темной линии между ними (рис. 45).

Форма изображения на экране трубки соответствует форме дефекта, а степень почернения (как при рентгеновском просвечивании) характеризует его глубину.

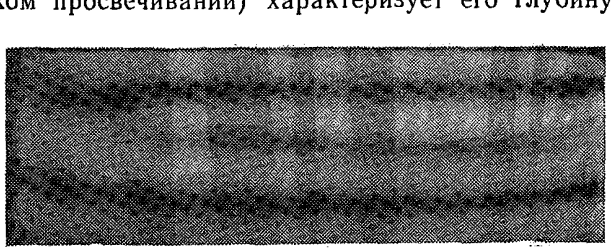

Рис. 45. Телевизионное изображение магнитограммы с участка сварного шва с непроваром

4.48. Изображения полей рассеяния от дефектного участка шва по длине кадра (110 *мм*) на экране дефектоскопа МДУ получаются в масштабе 1 : 1.

4.49. Трещины характеризуются наличием извилистых темных линий с большой контрастностью, направление которых соответствует расположению их в металле шва или околошовной зоне (рис. 46).

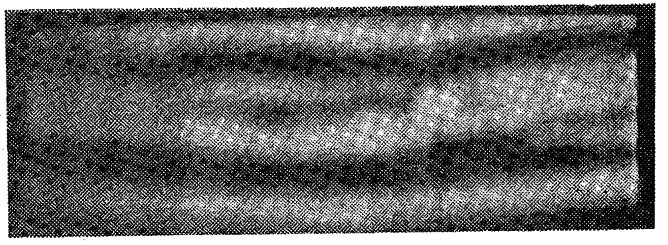

Рис. 46. Телевизионное изображение магнитограммы с участка сварного шва с трещиной

Наличие непровара в корне шва выявляется в виде темной линии по оси шва; глубина непровара определяется степенью почернения изображения (рис. 47). Наличие шлаковых включений выявляется в виде отдельных темных пятен на растре, форма которых примерно соответствует форме дефектов (рис. 48).

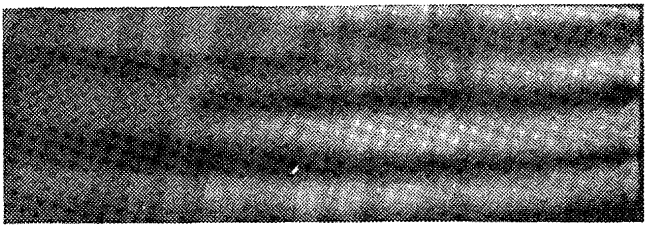

Рис. 47. Телевизионное изображение магнитограммы с участка сварного шва с непроваром и подрезом

Цепочки или скопления газовых пор фиксируются в виде темных пятен небольшого размера, расположенных соответственно как в сварном шве (рис. 49).

В случае, если в шве имеется подрез, линия края шва в местах дефекта расширяется и степень ее почернения увеличивается (см. рис. 47).

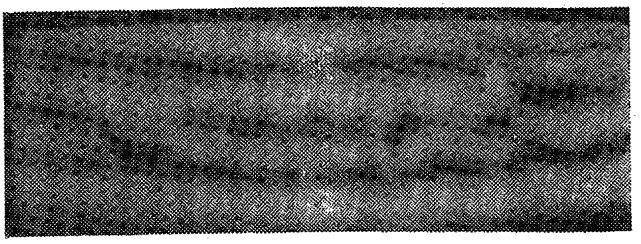

Рис. 48. Телевизионное изображение магнитограммы с участка сварного шва с цепочкой шлаковых включений

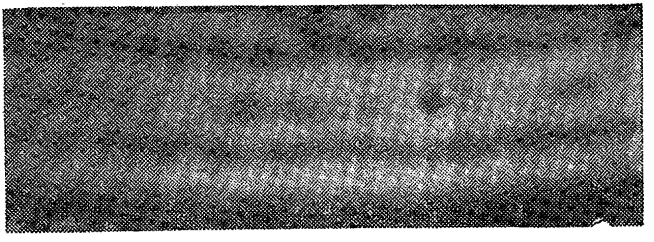

Рис. 49. Телевизионное изображение магнитограммы с участка сварного шва с цепочкой газовых пор

Примечание. Изображение магнитных полей, возникающих от грубой чешуйчатости и других неровностей поверхности шва, резко отличается от изображения непровара, наблюдаемого в виде темной линии по оси шва (рис. 50).

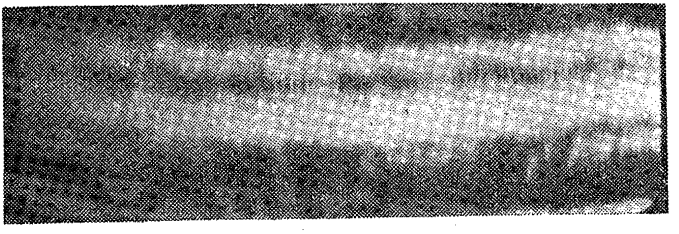

Рис. 50. Телевизионное изображение непровара в сварном шве, выполненном ручной электродуговой сваркой с чешуйчатой поверхностью

4.50. При работе на универсальных дефектоскопах МДУ качественная и количественная оценка дефектов в швах осуществляется по показаниям, полученным одновременно на экранах электроннолучевых трубок с импульсной и видеоиндикацией, согласно приведенной выше методике.

4.51. Для получения стабильных результатов магнитографического контроля должны тщательно выполняться следующие основные операции процессов записи и воспроизведения:

а) при записи магнитная лента должна быть плотно и равномерно прижата к поверхности подготовленного к контролю сварного стыка. Наличие значительного воздушного зазора между швом и лентой приводит к резкому снижению уровня записи;

б) в процессе записи должны тщательно подбираться режимы намагничивания. Подбор оптимальных режимов осуществляется по табл. 7 исходя из толщины контролируемого металла и типа намагничивающих устройств.

Приведенные в таблице режимы намагничивания действительны для контроля стыков труб из малоуглеродистых и некоторых марок низколегированных сталей (19Г, 14ХГС, 17ГС, 14ГН). В случае контроля стыков труб из сталей с другими магнитными свойствами режимы намагничивания должны подбираться опытным путем;

в) режимы записи стыков табл. 7 рассчитаны на применение низкокоэрцитивных лент типа МК-1;

г) операция воспроизведения должна производиться на тщательно проверенной и отрегулированной по эталонам аппаратуре;

д) в процессе считывания магнитная лента должна быть плотно и равномерно по ширине прижата к рабочей поверхности барабана с воспроизводящими головками. Поэтому перед началом работы необходимо внимательно проверить исправность прижимного устройства лентопротяжного механизма.

Оценка результатов контроля, требования к стыкам трубопроводов и объем контроля

4.52. Основным документом по результатам магнитографического контроля является магнитная лента, на которой в процессе записи фиксируются поля рассеяния от дефектов.

На этой ленте должна иметься точная привязка к контролируемому стыку с указанием его номера, номера плети и клейма сварщика. Надписи должны быть выполнены чернилами или химическим карандашом на свободном от записи конце ленты. Этот конец ленты должен совпадать с началом записи в направлении часовой стрелки по ходу продукта.

4.53. На основании отметок, нанесенных на магнитную ленту в процессе воспроизведения, оператор составляет заключение о качестве контролируемого шва по установленной форме.

При составлении заключений следует пользоваться условными обозначениями различных типов дефектов согласно ГОСТ 7512-55 на просвечивание.

4.54. В целях проверки оценки качества стыков в ряде случаев рекомендуется результаты магнитографического контроля дублировать просвечиванием стыков рентгеновыми лучами или гамма-лучами радиоактивных изотопов с мягким излучением.

Дублирование просвечиванием рекомендуется осуществлять:

а) при проверке контрольных стыков или планок, с помощью которых изготавливаются эталонные ленты;

б) при проверке контрольных стыков, завариваемых сварщиком перед началом работы;

в) в процессе приобретения оператором-магнитографом необходимого опыта в первый период его работы после окончания курсов;

г) при контроле отремонтированных стыков;

д) в отдельных спорных случаях, когда возникает сомнение в исправности магнитографической аппаратуры, качестве применяемой магнитной ленты и правильности режимов намагничивания.

5. КОНТРОЛЬ ПЛОТНОСТИ СВАРНЫХ ШВОВ

Контроль плотности сварных швов может производиться одним из методов:

а) вакуумметодом;

б) методом химических реакций;

в) керосиновой пробой.

А. Контроль плотности сварных швов вакуумметодом

5.1. Вакуумметод контроля плотности сварных швов заключается в создании вакуума на одной стороне конт-

ролируемого участка шва и в регистрации проникновения воздуха через дефекты в сварном шве. Проникновение воздуха через шов свидетельствует о его неплотности.

5.2. Перед началом контроля сварные швы должны быть тщательно очищены металлической щеткой от шлака, грязи и подвергнуты внешнему осмотру.

5.3. Все дефекты, выявленные внешним осмотром (трещины, крупные поры и др.), должны быть устранены до начала вакуум-контроля.

Оборудование и материалы

5.4. В комплект установки для контроля плотности сварных швов вакуумметодом входит: вакуум-насос, вакуум-камера с вакуумметром, воздухоочиститель.

В промышленных установках применяются вакуум-насосы, приводимые в движение электродвигателем переменного тока или валом отбора мощности сварочного агрегата, с которым вакуум-насос соединяется текстропной передачей.

5.5 Вакуум-камеры для контроля плотности могут применяться различной формы в зависимости от формы контролируемого изделия и вида шва. Для стыковых швов листовых конструкций изготавливаются плоские камеры, для угловых швов—угловые; для контроля стыков труб могут быть изготовлены кольцевые камеры.

5.6. Конструкция вакуум-камеры должна обеспечивать: герметичность примыкания к поверхности изделия, на котором контролируется сварной шов: создание в камере вакуума; осмотр сварного шва, находящегося в камере; установку приборов, контролирующих вакуум; возможность применения вакуум-камеры (при помощи приспособлений) в различных пространственных положениях; подключение к агрегатам, создающим вакуум.

Рекомендуемые размеры вакуум-камеры: длина 800—900 *мм*, ширина 100—150 *мм*, высота 50—100 *мм*. Вес камеры не должен превышать 2—3 *кг*. Конструкция должна быть удобна для транспортировки.

5.7. Для очистки воздуха должны применяться фильтры, предохраняющие вакуум-насосы от попадания в них твердых частиц шлака или ржавчины.

5.8. Длина пневматического шланга, соединяющего вакуум-камеру с вакуум-насосом, назначается из условия удобства производства работ по контролю сварных швов этим методом.

5.9. Для регистрации воздуха, попадающего в полость вакуум-камеры через дефекты в сечении шва, служит пенный индикатор (пенообразующая жидкость).

5.10. В качестве пенного индикатора применяются:

а) водный раствор экстракта лакричного (солодкового) корня;

б) мыльный раствор.

5.11. Для приготовления пенного индикатора может применяться экстракт солодкового корня густой и экстракт солодкового корня сухой.

5.12. Пенный индикатор для работы при положительных температурах приготавливается из раствора 10 *г* экстракта лакричного корня в 1 *л* воды.

Для работы при отрицательных температурах к этому раствору добавляется хлористый кальций или хлористый натрий (поваренная соль) согласно табл. 8.

Таблица 8

№ п/п	Температура испытания швов в °С	На 1 *л* растворов	
		хлористый кальций в *г*	хлористый натрий в *г*
1	0 до —5	100	83
2	— 5 до —10	170	170
3	—10 до —15	220	222
4	—15 до —20	263	290
5	—20 до —25	303	—
6	—25 до —30	329	—
7	—30 до —35	366	—

Рабочий раствор пенного экстракта из лакричного корня пригоден для работы в течение трех дней.

В случае отсутствия экстракта лакричного корня пенный индикатор может быть приготовлен из туалетного или хозяйственного мыла. В 1 *л* воды необходимо растворить 50 *г* туалетного мыла или 50 *г* хозяйственного 65%-ного мыла.

5.13. Применение мыльного раствора при низких температурах не рекомендуется, так как добавление в него хлористых солей снижает пенообразующие свойства.

5.14. При отсутствии экстракта лакричного корня рабочий раствор пенного индикатора может быть приготовлен из порошка лакричного корня. Для этого 1 *кг*

порошка лакричного корня заливается 20 *л* кипятка и непрерывно перемешивается в течение 10 *мин.* Раствор должен отстояться в течение 1 *ч* (до получения прозрачной жидкости), после чего раствор сливается с осадка. Полученный таким образом пенный индикатор может применяться при контроле плотности сварных швов.

5.15. Материалы, из которых приготавливается пенный индикатор, а также приготовленный раствор, необходимо хранить в прохладном месте.

Концентрированный раствор при хранении в прохладном месте не изменяет своих свойств длительное время.

Лакричный экстракт следует хранить в заводской таре. Хлористый кальций — в закрытых бочках или барабанах.

Производство контроля

5.16. Перед началом вакуум-контроля сварной шов должен быть тщательно очищен с обеих сторон от шлака и грязи. Шлак и грязь могут закрывать дефекты и искажать результаты контроля.

С той стороны, с которой производится контроль, вместе со швом зачищается прилегающая к нему зона шириной 100 *мм.*

5.17. На очищенный участок контролируемого шва на длине, равной длине применяемой вакуум-камеры, мягкой кистью обильно наносится пенный индикатор. Количество пенного индикатора должно быть достаточным для образования пены при прохождении воздуха.

5.18. На шов, покрытый пенным индикатором, устанавливается вакуум-камера и включается вакуум-насос. Для плотного прилегания вакуум-камеры (при включении вакуум-насоса) ее следует прижать к металлу. Пробковый кран должен быть закрыт.

5.19. При контроле сварных швов в вакуум-камере должен быть достигнут вакуум не менее 500 *мм рт. ст.* Выдержка при этом вакууме должна быть не менее 20 *сек.*

5.20. Появление пузырей и пены свидетельствует о проникновении внутрь камеры воздуха, проходящего через дефекты шва.

Места появления пены — дефекта сварного шва — отмечаются мелом для последующего ремонта.

5.21. После устранения дефектов сварной шов подвергается в местах ремонта повторному контролю.

5.22. Для обеспечения 100%-ного контроля каждого шва вакуум-камера устанавливается на испытательный участок таким образом, чтобы она не менее чем на 100 *мм* перекрывала предыдущий испытанный участок.

5.23. Результаты контроля фиксируются в специальном акте.

Б. Контроль плотности сварных швов методом химических реакций

5.24. Метод химических реакций основан на явлении изменения окраски некоторых индикаторов, как, например, спирто-водный раствор фенолфталеина или водный раствор азотнокислой ртути, при воздействии на них щелочными веществами, в частности аммиаком.

Для выявления неплотностей в сварном шве под швом создается небольшое избыточное давление аммиака, а на поверхности шва помещается индикатор. Аммиак обладает большой проникающей способностью и, проходя через неплотности в шве (поры, трещины), воздействуя на индикатор, изменяет его окраску.

5.25. Перед началом контроля сварные швы должны быть тщательно очищены от шлака и грязи с помощью металлической щетки. Если сварка выполнялась электродами с основной обмазкой, сварные швы после очистки необходимо промыть водой, так как остаток обмазки на шве вызывает изменение окраски фенолфталеина.

После чистки и промывки сварные швы подвергаются осмотру.

5.26. Все дефекты, выявленные внешним осмотром (трещины, крупные поры и т. п.), должны быть устранены до начала контроля.

Материалы

5.27. В качестве индикатора при проверке плотности сварных швов методом химических реакций может применяться спирто-водный раствор фенолфталеина или водный раствор азотнокислой ртути.

Примечание. Применение в качестве индикатора спирто-водного раствора фенолфталеина предпочтительнее, чем применение водного раствора азотнокислой ртути.

5.28. Спирто-водный раствор фенолфталеина (по весу) состоит из:

фенолфталеина	4%
спирта	40%
воды	56%

Примечание. Для приготовления раствора должен применяться спирт-ректификат или сырец. Применение денатурированного или метилового спирта не допускается.

5.29. При отрицательных температурах должен применяться раствор фенолфталеина в глицерине: 10% фенолфталеина и 90% глицерина (по весу).

5.30. Азотнокислая ртуть применяется в виде 5%-ного водного раствора, которым пропитывается бумага или светлая ткань, плотно укладываемая на испытываемый сварной шов.

5.31. Для контроля плотности сварных швов применяется газ аммиак, выпускаемый промышленностью в сжиженном состоянии и транспортирующийся в баллонах.

Примечание. Следует иметь в виду, что аммиак вреден для здоровья и требует соблюдений соответствующих мер, предусмотренных правилами техники безопасности.

Выполнение контроля

5.32. Для осуществления контроля плотности сварных швов методом химических реакций необходимо на одной стороне сварного шва создать давление аммиака, а на второй стороне поместить индикатор для определения проникновения аммиака через неплотности в шве. В зависимости от размеров и формы контролируемого изделия изменяется способ создания давления аммиака.

5.33. При проверке плотности сварных швов замкнутых сосудов небольшой емкости давление аммиака может быть создано внутри сосуда. Для этого все отверстия сосуда, кроме одного (через которое подается внутрь сосуда аммиак), должны быть герметически закрыты. Давление смеси воздуха, остающегося в сосуде с аммиаком, должно быть доведено до 1 *ати*, но не до превышающего расчетного рабочего.

5.34. При контроле крупногабаритных изделий или при контроле отдельных элементов изделия под испытываемыми швами искусственно должна быть создана герметичная камера, в которой создается давление аммиака.

5.35. При применении в качестве индикатора спиртоводного раствора фенолфталеина контролируемые швы со стороны, свободной от давления аммиака, поливаются тонкой струйкой раствора.

5.36. Если в шве имеются неплотности, аммиак проникает на сторону шва, поливаемую индикатором, и окрашивает раствор фенолфталеина в ярко-красный цвет с фиолетовым оттенком. Нормально спиртовой водный раствор фенолфталеина имеет вид и консистенцию молока.

5.37. При применении водного раствора азотнокислой ртути на контролируемые швы плотно укладываются полосы бумаги или светлой ткани (бинт), пропитанные 5%-ным раствором.

Аммиак, проникая через неплотности сварного шва, окрашивает бумагу или ткань в черный цвет. По скорости появления изменений в окраске, по величине пятен и интенсивности окраски судят о величине дефектов.

5.38. Дефекты, выявленные в процессе контроля плотности сварных швов, отмечаются мелом или какой-либо краской и устраняются. После ремонта дефектные места вторично проверяются тем же методом.

5.39. По окончании контроля объемы, заполнявшиеся аммиаком, должны быть открыты для испарения аммиака.

5.40. Отсутствие дефектов подтверждается специальным актом.

В. Контроль плотности сварных швов керосином

5.41. Керосин обладает высокой капиллярностью, что позволяет ему проникать через самые маленькие отверстия и трещины.

Это физическое свойство получило широкое использование при контроле плотности сварных швов.

5.42. Сварные швы, подлежащие контролю, должны быть тщательно очищены металлической щеткой от шлака, грязи и подвергнуты внешнему осмотру.

5.43. Все дефекты, выявленные внешним осмотром (трещины, крупные поры и др.), должны быть устранены до начала контроля.

5.44. Для выявления неплотностей одна сторона сварных швов окрашивается мелом, разведенным в воде.

5.45. После высыхания мела вторая сторона шва покрывается керосином, при этом:

а) стыковые швы обильно смачиваются керосином;

б) нахлесточные соединения, у которых один шов сплошной, а второй прерывистый, опрыскиваются струей керосина под давлением со стороны прерывистого шва.

Для опрыскивания могут быть использованы керосинорез или краскопульт;

г) в нахлесточные соединения, сваренные сплошным швом с обеих сторон, керосин нагнетается под давлением через специальные отверстия, просверленные в одном из листов нахлестки. Для нагнетания керосина может быть использован бачок керосинореза.

5.46. Керосин, проникая через дефекты в сварном шве, оставляет на меловой краске жирные желтые пятна, характеризующие наличие и расположение дефектов. Обнаруженные дефекты должны быть устранены, после чего сварной шов подвергается повторному контролю.

5.47. Для выявления дефектов сварные швы должны выдерживаться под керосином не менее 12 *ч* при окружающей температуре выше 0° и не менее 24 *ч* при температуре ниже 0°.

5.48. Для ускорения процесса испытания разрешается смачивать керосином сварные швы, предварительно нагретые до температуры 60—70°С. В этом случае процесс испытания сокращается до 1,5—2 *ч*.

5.49. Отсутствие дефекта подтверждается специальным актом.

СОДЕРЖАНИЕ

Стр.

1. Общая часть 3
2. Просвечивание рентгеновыми лучами и гамма-лучами . . 5
3. Ультразвуковой контроль 21

Примеры изготовления эталонных образцов для ультразвукового контроля качества сварных соединений 36

4. Магнитографический контроль 39
5. Контроль плотности сварных швов 62

Госстрой СССР

ИНСТРУКЦИЯ ПО МЕТОДАМ КОНТРОЛЯ, ПРИМЕНЯЕМЫМ ПРИ ПРОВЕРКЕ КАЧЕСТВА СВАРНЫХ СОЕДИНЕНИЙ СТАЛЬНЫХ СТРОИТЕЛЬНЫХ КОНСТРУКЦИЙ И ТРУБОПРОВОДОВ

СН 375-67

* * *

Стройиздат
Москва, К-31, Кузнецкий мост, д. 9

* * *

Редактор издательства Л. А. Савранская
Технический редактор З. С. Мочалина
Корректор С. Ю. Цырина

Сдано в набор 22/XII—1967 г. Подписано к печати 28/III—1968 г.
Бумага 84×108$^{1}/_{32}$—1,125 бум. л. 3,78 усл. печ. л. (уч.-изд. 3,73 л.).
Тираж 30.000 экз. Изд. № XII—1179. Зак. № 899. Цена 19 коп.

Подольская типография Главполиграфпрома
Комитета по печати при Совете Министров СССР
г. Подольск ул. Кирова, д. 25

gost.e-ecolog.ru