

МЕЖГОСУДАРСТВЕННОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ  
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«БЕЛОРУССКО-РОССИЙСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Кафедра «Физические методы контроля»

# НОРМАТИВНАЯ БАЗА НЕРАЗРУШАЮЩЕГО КОНТРОЛЯ

*Методические рекомендации к практическим занятиям  
для студентов специальности 1-38 80 01 «Приборостроение»  
очной и заочной форм обучения*



Могилев 2020

УДК 620.179  
ББК 34.9  
Н83

Рекомендовано к изданию  
учебно-методическим отделом  
Белорусско-Российского университета

Одобрено кафедрой «Физические методы контроля» «31» августа 2020 г.,  
протокол № 1

Составители: канд. техн. наук, доц. В. Ф. Поздняков;  
ассистент Е. В. Позднякова

Рецензент канд. техн. наук, доц. А. П. Прудников

Методические рекомендации предназначены к практическим занятиям для  
студентов специальности 1-38 80 01 «Приборостроение».

Учебно-методическое издание

## НОРМАТИВНАЯ БАЗА НЕРАЗРУШАЮЩЕГО КОНТРОЛЯ

Ответственный за выпуск	С. С. Сергеев
Корректор	А. А. Подошевка
Компьютерная верстка	Н. П. Полевничая

Подписано в печать . Формат 60 × 84/16. Бумага офсетная. Гарнитура Таймс.  
Печать трафаретная. Усл. печ. л. . Уч.-изд. л. . Тираж 16 экз. Заказ №

Издатель и полиграфическое исполнение:  
Межгосударственное образовательное учреждение высшего образования  
«Белорусско-Российский университет».

Свидетельство о государственной регистрации издателя,  
изготовителя, распространителя печатных изданий  
№ 1/156 от 7.03.2019.

Пр-т Мира, 43, 212022, Могилев.

© Белорусско-Российский  
университет, 2020

## Содержание

1 Общие положения .....	4
2 Практическое занятие № 1. Разработка технологических карт по визуальному контролю объектов химической и нефтехимической отрасли, несущих и ограждающих металлоконструкций, тепловой и промышленной энергетике.....	12
3 Практическое занятие № 2. Разработка технологических карт по визуальному контролю трубопроводов пара и горячей воды, технологических трубопроводов, магистральных трубопроводов, объектов атомной энергетики, грузоподъемных механизмов.....	13
4 Практическое занятие № 3. Разработка технологических карт по ультразвуковому контролю объектов химической и нефтехимической отрасли, несущих и ограждающих металлоконструкций, тепловой и промышленной энергетике.....	13
5 Практическое занятие № 4. Разработка технологических карт по ультразвуковому контролю трубопроводов пара и горячей воды, технологических трубопроводов, магистральных трубопроводов, объектов атомной энергетики, грузоподъемных механизмов.....	14
6 Практическое занятие № 5. Разработка технологических карт по рентгеновскому контролю объектов химической и нефтехимической отрасли, несущих и ограждающих металлоконструкций, тепловой и промышленной энергетике.....	15
7 Практическое занятие № 6. Разработка технологических карт по рентгеновскому контролю трубопроводов пара и горячей воды, технологических трубопроводов, магистральных трубопроводов, объектов атомной энергетики, грузоподъемных механизмов.....	15
8 Практическое занятие № 7. Разработка технологических карт по магнитному контролю, объектов химической и нефтехимической отрасли, несущих и ограждающих металлоконструкций, тепловой и промышленной энергетике.....	16
9 Практическое занятие № 8. Разработка технологических карт по магнитному контролю трубопроводов пара и горячей воды, технологических трубопроводов, магистральных трубопроводов, объектов атомной энергетики, грузоподъемных механизмов.....	17
10 Практическое занятие № 9. Оформление результатов тепловизионного контроля. Оценка границ дефектного участка. Расчет относительного коэффициента теплопередачи.....	17
Список литературы.....	18

## 1 Общие положения

В общем случае технологическая карта по неразрушающему методу контроля должна содержать следующие сведения:

- наименование организации и службы, выполняющей неразрушающий контроль;
- шифр карты;
- наименование контролируемого изделия (группы однотипных изделий) с указанием стандарта или технического условия на изготовление (монтаж, ремонт);
- наименование стадии контроля: входной контроль полуфабрикатов, контроль подготовки деталей под сборку, контроль сборки деталей под сварку, контроль готовых сварных соединений (наплавки), контроль устранения дефектов, контроль при эксплуатации;
- требования к установке объекта контроля в требуемое положение (если это возможно) и к введению объекта в режим контроля;
- порядок подготовки объекта контроля к проведению контроля и условия проведения контроля;
- сведения о нормативных документах, регламентирующих метод контроля;
- сведения о нормативных документах, регламентирующих объем контроля и нормы качества;
- сведения об используемых средствах контроля и измерения;
- последовательность проведения операций контроля;
- схему контроля;
- перечень контролируемых параметров и нормы оценки качества объекта контроля;
- порядок оформления результатов контроля.

При разработке технологических карт следует руководствоваться нормативными документами действующими в соответствующем производственном секторе промышленности, также требованиями нормативной документацией, регламентирующей требования к методам неразрушающего контроля, в том числе нормами оценки качества и конструкторской документации на изделие.

В качестве образца ниже приведена технологическая карта (инструкция) по визуальному и измерительному контролю, разработанная для проведения технического диагностирования трубопроводов пара и горячей воды I, II, III категории и их элементов с номинальной толщиной стенки до 60 мм.

### ***1.1 Технологическая инструкция по визуально-измерительному контролю***

#### *1.1.1 Область применения.*

1 Настоящая инструкция распространяется на визуальный и измерительный контроль основного металла и сварных соединений (наплавки) трубопроводов пара и горячей воды I, II, III категории и их элементов с номинальной толщиной стенки  $s$  до 60 мм, выполненных всеми видами дуговой сварки при

эксплуатации, техническом диагностировании.

2 Визуальный контроль основного металла и сварных соединений выполняют с целью выявления поверхностных повреждений (трещин, коррозионных повреждений, деформированных участков, наружного износа элементов и т. д.), образовавшихся в процессе эксплуатации изделий.

3 Измерительный контроль основного металла и сварных соединений выполняют с целью определения соответствия геометрических размеров конструкций и допустимости повреждений металла и сварных соединений, выявленных при визуальном контроле, требованиям рабочих чертежей, ТУ, стандартов и паспортов.

#### *1.1.2 Объект контроля.*

1 Объект контроля: основной металл, сварные соединения трубопроводов пара и горячей воды I, II, III категории и их элементов.

2 Номинальная толщина  $s$ : до 60 мм.

3 Материал: сталь.

4 Стадия контроля: контроль при эксплуатации, техническом диагностировании.

5 Вид сварки: дуговая.

#### *1.1.3 Нормативная документация.*

Настоящая инструкция разработана на основании: ГОСТ 23479, СТБ 1133, СТБ ISO 6520-1, ГОСТ 16037, РТМ-1с-89.

#### *1.1.4 Требования к организации рабочего места.*

1 Рабочие места для проведения визуального и измерительного контроля должны быть подготовлены заблаговременно. В необходимых случаях следует устанавливать леса, помосты, лестницы и ограждения.

2 На месте производства работ должна быть обеспечена возможность подключения ламп местного освещения напряжением 12 В.

3 Для выполнения контроля должен быть обеспечен достаточный обзор для глаз специалиста.

#### *1.1.5 Требования к персоналу.*

1 К проведению контроля допускаются лица, прошедшие производственную стажировку, специальное обучение, успешно выдержавшие квалификационные испытания и получившие сертификат не ниже 2-го уровня квалификации по СТБ ISO 9712 в соответствующем производственном секторе.

2 Специалисты по визуальному контролю, проводящие работы по контролю с выдачей заключений, должны проходить проверку знаний с установленной периодичностью: ИТР – один раз в 3 года, дефектоскописты – один раз в год.

#### *1.1.6 Средства контроля.*

Для проведения визуального и измерительного контроля сварных соединений используется:

- лупа обзорная 2,5<sup>x</sup>;
- лупа измерительная 10<sup>x</sup>;
- линейка металлическая 500 мм ;
- рулетка измерительная металлическая 5 м;
- штангенциркуль ШЦ-1 ;
- эндоскоп технический ЭТГ-8-1,5;
- универсальный шаблон сварщика УШС-3;
- образцы шероховатости поверхности Ra 12,5;
- вспомогательные приспособления, материалы и инструменты (фонарь, люксметр, мел, карандаш, бумага и др.

#### *1.1.7 Подготовка объекта к контролю.*

1 Технические устройства, подлежащие контролю, должны быть выведены из работы, охлаждены, дренированы, отключены от коммуникаций.

2 Поверхность сварного соединения должна быть очищена от шлака, брызг металла, отслаивающейся окалины, ржавчины, загрязнений и краски.

3 Ширина подготовленной под контроль зоны с каждой стороны выпуклости сварного соединения должна составлять не менее 20 мм.

4 Шероховатость поверхности, подготовленной под контроль, должна быть не хуже Ra 12,5 по ГОСТ 2789.

#### *1.1.8 Условия контроля.*

1 Освещенность поверхности объекта при визуальном контроле должна составлять при общем освещении 350 лк, при комбинированном освещении – 2000...3000 лк.

2 Подлежащая контролю поверхность должна рассматриваться под углом более 30° к плоскости объекта контроля и с расстояния до 600 мм.

3 Визуальный контроль основного металла и сварных соединений следует выполнять как с наружной, так и с внутренней стороны (в случае доступности).

4 Чувствительность контроля не хуже 0,1 мм.

#### *1.1.9 Проведение контроля.*

1 Последовательность технологических операций.

1.1 При визуальном контроле основного металла и сварных соединений проверяют:

- отсутствие (наличие) механических повреждений поверхностей;
- отсутствие (наличие) деформации элементов конструкций (деформированные участки, коробление, провисание и другие отклонения от первоначального расположения);
- отсутствие (наличие) трещин и других поверхностных дефектов, образовавшихся (получивших развитие) в процессе эксплуатации;
- отсутствие коррозионного и механического износа поверхностей;
- отсутствие (наличие) дефектов сварки в виде несоответствия размеров сварных соединений требованиям ТНПА.

1.2 При измерительном контроле состояния основного металла и сварных соединений определяют:

- размеры механических повреждений металла и сварных соединений;
- размеры деформированных участков металла и сварных соединений, в том числе длину, ширину и глубину вмятин, выпучин, отдулин;
- овальность цилиндрических элементов, в том числе гибов труб;
- прямолинейность (прогиб) образующей конструкции (элемента);
- остаточную деформацию, скорость ползучести прямых труб и гибов;
- глубину коррозионных язв и размеры зон коррозионного повреждения, включая их глубину;
- отклонение размеров (формы) сварных соединений от требований ТНПА.

2 Измерительный контроль геометрических размеров сварного соединения следует проводить в местах, где допустимость указанных показателей вызывает сомнения по результатам визуального контроля.

3 Контроль выполняется с внутренней и наружной стороны по всей поверхности основного металла и длине сварных соединений, включая околошовную зону, шириной не менее 20 мм.

4 В случае недоступности для визуального и измерительного контроля внутренней поверхности контроль проводится только с наружной стороны.

5 Визуальный контроль проводится невооруженным глазом и (или) с применением оптических приборов.

6 При визуальном осмотре внутренней поверхности объектов, недоступных для прямого обзора, следует использовать эндоскопы, перископы или простейшие приспособления в виде штанги с закрепленным на ней зеркалом и источником света.

7 При обнаружении в элементах объекта контроля трещин или деформированных участков дефектные зоны элементов следует осмотреть также со стороны противоположной поверхности.

8 Измерительный контроль производится с помощью измерительного инструмента и шаблонов.

#### *1.1.10 Оценка результатов контроля.*

1 Нормы оценки качества объекта контроля приведены в таблице 1.

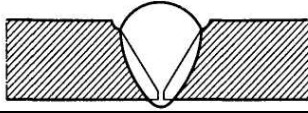
2 Нормы оценки качества принимают по следующим размерным показателям:

- номинальной толщине сваренных деталей – для стыковых соединений деталей одинаковой толщины (при предварительной обработке концов деталей путем расточки, раздачи, калибровки – по номинальной толщине деталей в зоне обработки);

- номинальной толщине более тонкой детали (из двух сваренных) – для стыковых сварных соединений деталей различной номинальной толщины (при предварительной обработке конца более тонкой детали – по ее номинальной толщине в зоне обработки);


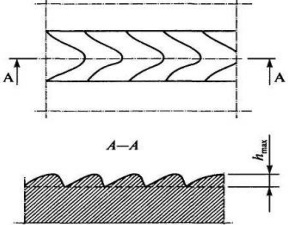
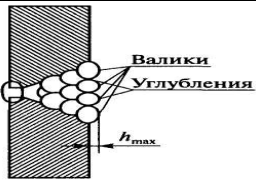
- расчетной высоте углового шва – для угловых, тавровых и нахлесточных сварных соединений (для угловых и тавровых сварных соединений с полным проплавлением за размерный показатель допускается принимать номинальную толщину более тонкой детали).

Таблица 1 – Нормы оценки качества

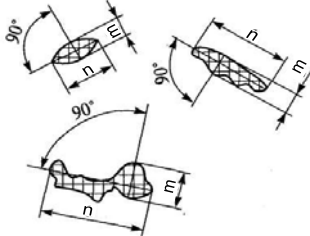
Дефект и измеряемый параметр	Место расположения, характеристики, внешний вид	Допускаемое значение		
1	2	3		
Трещины всех видов и направлений. Свищи, прожоги, незаплавленные кратеры, протечи, наплывы	Основной металл, сварное соединение и околосшовная зона	Не допускаются		
Коррозионные, коррозионно-усталостные, эрозийные повреждения металла	Основной металл, сварное соединение и околосшовная зона	Размеры и глубина определяются расчетом на прочность		
	Питательные трубопроводы	Допускаются одиночные коррозионные язвы, эрозийные повреждения или раковины, риски глубиной не более 10 % номинальной толщины стенки элемента, но не более 2 мм и протяженностью не более $0,25 \cdot \sqrt{D \cdot s}$ ( $D$ – средний диаметр элемента, мм; $s$ – толщина стенки, мм). Одиночными считаются дефекты, расстояние между ближайшими кромками которых превышает утроенное значение максимального диаметра наибольшего из дефектов. Допускаются скопления коррозионных язв глубиной не более 0,5 мм. Продольные цепочки язв не допускаются		
Подрезы	Сварные соединения 	Не допускаются		
Непровары в корне шва	Сварные соединения, выполненные без остающегося подкладного кольца	Не допускаются, кроме случаев, оговоренных в ТНПА		
		$s$ , мм	Высота, мм	Суммарная длина, мм
		До 3	0,3	$0,2\pi D_{внутр}$
		Св. 3 до 4	0,4	
		Св. 4 до 5	0,5	
		Св. 5 до 6,5	0,6	
		Св. 6,5 до 8	0,8	
		Св. 8 до 10	1	
Св. 10 до 12	1,2			
Св. 12 до 18	1,5			
Выпуклость корня шва	Сварные соединения, выполненные без остающегося подкладного кольца	$D$ , мм	Высота, мм	
		До 25 включ.	1,5	
		Св. 25 до 150 включ.	2,0	
		Св. 150	2,5	



Продолжение таблицы 1

1	2	3		
Вогнутость в корне шва	Сварные соединения, выполненные без остающегося подкладного кольца	Суммарная длина, мм, не более $(0,2\pi D_{внутр})$ . Глубина, мм, не более $(0,12s + 0,4)$		
		$s$ , мм	Глубина, мм	
		До 3	0,3	
		Св. 3 до 4	0,4	
		Св. 4 до 5	0,5	
		Св. 5 до 6,5	0,6	
		Св. 6,5 до 8	0,8	
		Св. 8 до 10	1	
		Св. 10 до 12	1,2	
Св. 12 до 18	1,5			
Превышение проплава в корне шва	Сварные соединения, выполненные без остающегося подкладного кольца	$s$ , мм	Высота, мм	
		До 3	0,6	
		Св. 3 до 4	0,8	
		Св. 4 до 5	1	
		Св. 5 до 6,5	1,2	
		Св. 6,5 до 8	1,5	
		Св. 8 до 130	2	
Поры, шлаковые и другие включения округлой или удлиненной формы	Сварные соединения	$(0,12s + 0,2)$ мм, но не более		
		$s$ , мм	Максимальный размер дефекта, мм	Число дефектов на любые 100 мм шва
		До 5	Не допускаются	
		Св. 5 до 8 включ.	0,8	3
		Св. 8 до 10 включ.	1	4
		Св. 10 до 15 включ.	1,2	4
		Св. 15 до 20 включ.	1,5	5
Св. 20 до 40 включ.	2,0	5		
Смещение кромок $b$		$s$ , мм	$b$ , мм	
		До 3	$0,2s$	
		Св. 3 до 6	$0,1s + 0,3$	
		Св. 6 до 10	$0,15s$	
		Св. 10 до 20	$0,05s + 1$	
Геометрические размеры сварных швов в соответствии с ГОСТ 16037				
Чешуйчатость сварного соединения		$0,12s + 0,6$ , но не более $h_{max}$		
		Трубопроводы пара и горячей воды I категории	$s$ , мм	$h_{max}$ , мм
			До 8	0,5
			Св. 8 до 15	1
		Прочие трубопроводы	До 15	1,5
Св. 15	2			
Глубина впадин между валиками шва		$0,12s + 0,6$ , но не более $h_{max}$		
		Трубопроводы пара и горячей воды I категории	$s$ , мм	$h_{max}$ , мм
			До 8	0,5
			Св. 8 до 15	1
		Прочие трубопроводы	До 15	1,5
Св. 15	2			

Продолжение таблицы 1

1	2	3	
Вмятины (выпучины)	$m$ и $n$ – максимальные размеры вмятины (выпучины) по поверхности элемента в двух (продольном и поперечном) взаимно перпендикулярных направлениях; $\delta$ – максимальная глубина (прогиб)	Предельные значения определяются расчетом на прочность 	
Отклонение диаметра (наружного или внутреннего)	Цилиндрические, конические элементы, изготовленные из сварных листов или поковок	Не более 1 % от номинального значения	
Овальность поперечного сечения	$\alpha = \frac{2 \cdot (D_{\max} - D_{\min})}{D_{\max} + D_{\min}} \cdot 100 \%$ Цилиндрические, конические элементы, изготовленные из сварных листов или поковок	Не более 1 %	
Прямолинейность образующей	Цилиндрические, конические элементы, изготовленные из сварных листов или поковок	Не более 0,3 % всей длины цилиндрической части, а также на любом участке длиной 5 м	
Остаточная деформация $E$	Гибы и прямые участки паропроводов острого пара котлов, стационарных паропроводов (поперечные связи), паропроводов горячего промпрегрева с наружным диаметром 76 мм и более, работающих при температуре 450 °С и выше $E = \frac{D_i - D_{\text{исх}}}{D_{\text{мп}}} \cdot 100 \%$ , где $D_i$ – диаметр, измеренный по реперам; $D_{\text{исх}}$ – исходный диаметр трубы, измеренный по реперам; $D_{\text{мп}}$ – исходный наружный диаметр трубы, измеренный вблизи реперов	Прямые трубы из стали 12X1МФ	$E \leq (0,015D_{\text{мп}}) \%$
		Прямые трубы из сталей других марок	$E \leq (0,01D_{\text{мп}}) \%$
		Прямые участки гнутых труб независимо от марки стали	$E \leq (0,008D_{\text{мп}}) \%$
		Коллектора из стали 15X1М1Ф	$E \leq (0,007D_{\text{мп}}) \%$
		Коллектора из остальных марок стали	$E \leq (0,01D_{\text{мп}}) \%$

Окончание таблицы 1

1	2	3	
Скорость ползучести	Гибы и прямые участки паропроводов острого пара котлов, стационарных паропроводов (поперечные связи), паропроводов горячего промперегрева с наружным диаметром 76 мм и более, работающих при температуре 450 °С и выше	Прямые трубы из стали 12Х1МФ	$1,5 \cdot 10^{-5} \text{ %/ч}$
		Прямые трубы из сталей других марок	$1 \cdot 10^{-5} \text{ %/ч}$
		Прямые участки гнутых труб независимо от марки стали	$0,8 \cdot 10^{-5} \text{ %/ч}$
Овальность гибов	Питательные трубопроводы, паропроводы острого пара котлов, стационарные паропроводы (поперечные связи), паропроводы горячего промперегрева	При $D_{нар}/D_{внутр} < 1,32$ овальность менее 1,5 %, за исключением гибов, изготовленных нагревом токами высокой частоты с осевым поджатием. Снижение овальности в процессе эксплуатации не должно превышать 50 % ее исходного состояния	
Волнистость гибов	Внутренний обвод гибов питательного трубопровода	Допускается плавная волнистость с наибольшей высотой не более половины номинальной толщины стенки трубы, но не более 10 мм. При этом шаг волн должен быть не менее утроенной их высоты	

3 Протяженность (длина, периметр) сварных соединений определяется по наружной поверхности сваренных деталей у краев шва (для соединений штуцеров, а также угловых и тавровых соединений по наружной поверхности привариваемой детали у края углового шва).

4 Число одиночных включений, выявляемых при визуальном контроле, не должно превышать значений, указанных в таблице 1, на любом участке сварного соединения регламентированной длины. Для сварных соединений меньшей протяженности допустимое число одиночных включений уменьшают пропорционально уменьшению протяженности контролируемого соединения. Если при этом получается дробная величина, то она округляется до ближайшего целого числа.

5 При обнаружении в процессе визуального и измерительного контроля дефектов, выходящих за пределы допустимых (см. таблицу 1), расположение, количество и размеры этих дефектов должны быть указаны на прилагаемой схеме или формуляре.

6 При визуальном и измерительном контроле основного металла и сварных соединений не допускаются дефекты, превышающие установленные размеры.

7 На основании результатов визуального и измерительного контроля в соответствии с таблицей 1 дается заключение о качестве объекта контроля:

– неудовлетворительное качество – в объекте контроля обнаружены дефекты или измеренные параметры, характеристики превышают установленные нормы;

– удовлетворительное качество – в объекте контроля не обнаружены дефекты или измеренные параметры, характеристики не превышают установленные нормы.

#### *1.1.11 Оформление результатов контроля.*

1 В процессе проведения контроля осуществляются записи в рабочем журнале по результатам контроля.

2 Оформляется протокол по визуальному и измерительному контролю (в двух экземплярах).

3 Проводится регистрация протокола в журнале регистрации работ по контролю.

## **2 Практическое занятие № 1. Разработка технологических карт по визуальному контролю объектов химической и нефтехимической отрасли, несущих и ограждающих металлоконструкций, тепловой и промышленной энергетике**

Используя нормативные документы, регламентирующие требования к объектам химической и нефтехимической отрасли, разработать технологическую карту по визуально измерительному контролю сосуда, работающего под давлением: диаметр сосуда – 1600 мм, толщина стенки корпуса – 10 мм, толщина материала эллиптических днищ – 12 мм. Стадия контроля – при изготовлении.

Нормативные документы: ГОСТ Р 52630 *Сосуды и аппараты стальные сварные. Общие технические условия*, ГОСТ 8713 *Сварка под флюсом. Соединения сварные. Основные типы, конструктивные элементы и размеры*.

### ***Контрольные вопросы***

1 Какие конструктивные элементы сварных соединений указаны в ГОСТ 8713?

2 Как определяется овальность сосуда, изготовленного из листового материала?

3 Какая предельная овальность сосуда допускается?

4 Как определяется относительный прогиб вмятин на корпусе сосуда?

### **3 Практическое занятие № 2. Разработка технологических карт по визуальному контролю трубопроводов пара и горячей воды, технологических трубопроводов, магистральных трубопроводов, объектов атомной энергетики, грузоподъемных механизмов**

Используя нормативные документы, регламентирующие требования к методу испытаний и к объектам испытаний, разработать технологическую карту по визуальному и измерительному контролю для контроля сварного соединения, выполненного сваркой плавлением. Сварное соединение технологического трубопровода  $\text{Ø}219 \times 8,0$ , выполненного из стали 12Х18Н10Т. Уровень качества – В (в соответствии с СТБ ISO 5817).

Нормативные документы: СТБ ИСО 970 *Контроль неразрушающий сварных соединений. Визуальный метод*, СТБ ISO 5817 *Сварка. Соединения стали, никеля, титана и их сплавов, выполненные сваркой плавлением. Уровни качества шва в зависимости от дефектов*.

#### ***Контрольные вопросы***

1 Сколько уровней качества сварных швов существует в соответствии с СТБ ISO 5817?

2 От каких параметров сварного соединения зависят нормы допуска на размеры дефектов?

3 Какие измерительные инструменты и средства контроля используются при визуальном и измерительном контроле?

### **4 Практическое занятие № 3. Разработка технологических карт по ультразвуковому контролю объектов химической и нефтехимической отрасли, несущих и ограждающих металлоконструкций, тепловой и промышленной энергетике**

Используя нормативные документы, регламентирующие требования к методу испытаний и к объектам испытаний, разработать технологическую карту по ультразвуковому контролю сварного соединения барабана парового котла, выполненного сваркой плавлением. Стыковое сварное соединений металлоконструкции, выполненной из стали 09Г2С. Толщина свариваемых элементов – 25 мм.

Нормативные документы: ГОСТ Р 55724 *Контроль неразрушающий. Соединения сварные. Методы ультразвуковые*, РД 34.17.302–97 (ОП 501 ЦД-97) *Котлы паровые и водогрейные. Трубопроводы пара и горячей воды. Контроль качества. Ультразвуковой контроль. Основные положения*.

### ***Контрольные вопросы***

- 1 Какие требования предъявляются к организации рабочего места и к объекту испытаний при проведении ультразвукового контроля?
- 2 Какие ложные сигналы могут появиться при контроле стыковых сварных соединений?
- 3 Что используется в качестве эталонного отражателя при настройке чувствительности дефектоскопа?
- 4 Как рассчитывается зона сканирования при ультразвуковом контроле?
- 5 Как рассчитывается зона зачистки прилегающей поверхности основного металла при ультразвуковом контроле?

## **5 Практическое занятие № 4. Разработка технологических карт по ультразвуковому контролю трубопроводов пара и горячей воды, технологических трубопроводов, магистральных трубопроводов, объектов атомной энергетики, грузоподъемных механизмов**

Используя нормативные документы, регламентирующие требования к методу испытаний и к объектам испытаний, разработать технологическую карту по ультразвуковому контролю сварного соединения металлоконструкции мостового крана, выполненного сваркой плавлением. Тавровое сварное соединение металлоконструкции, выполненной из стали 09Г2С. Толщина свариваемых элементов: полки – 16 мм, стенки – 12 мм, уровень качества – В (по СТБ ISO 5817).

Нормативные документы: ГОСТ Р 55724 *Контроль неразрушающий. Соединения сварные. Методы ультразвуковые*, РДИКЦ КРАН-001–92 *Методические указания. Ультразвуковой контроль металлоконструкций при проведении обследования грузоподъемных кранов*.

### ***Контрольные вопросы***

- 1 Какие схемы сканирования могут использоваться при ультразвуковом контроле тавровых соединений?
- 2 Можно ли проводить ультразвуковой контроль тавровых соединений типа ТЗ, выполненных по ГОСТ 5264?
- 3 Что используется в качестве эталонного отражателя при контроле сварных соединений металлоконструкций кранов толщиной более 20 мм?

## **6 Практическое занятие № 5. Разработка технологических карт по рентгеновскому контролю объектов химической и нефтехимической отрасли, несущих и ограждающих металлоконструкций, тепловой и промышленной энергетики**

Используя нормативные документы, регламентирующие требования к методу испытаний и к объектам испытаний, разработать технологическую карту по радиографическому контролю сварных соединений резервуара РВС-1000. Сварные соединения типа С7 по ГОСТ 8713. Толщина свариваемых элементов – 8 мм. Класс чувствительности – 2.

Нормативные документы: СТБ 1428–2003 *Контроль неразрушающий. Соединения сварные трубопроводов и металлоконструкций. Радиографический метод*, ГОСТ 20426 *Контроль неразрушающий. Методы дефектоскопии радиационные. Область применения*.

### ***Контрольные вопросы***

- 1 Перечислите средства контроля и измерения, используемые при радиографическом контроле.
- 2 Зачем используются свинцовые экраны при радиографическом контроле?
- 3 Что такое панорамная съемка и какими средствами радиографического контроля она осуществляется?
- 4 Что используется в качестве эталонов чувствительности при радиографическом контроле?

## **7 Практическое занятие № 6. Разработка технологических карт по рентгеновскому контролю трубопроводов пара и горячей воды, технологических трубопроводов, магистральных трубопроводов, объектов атомной энергетики, грузоподъемных механизмов**

Используя нормативные документы, регламентирующие требования к методу испытаний и к объектам испытаний, разработать технологическую карту по радиографическому контролю сварного технологического трубопровода, выполненного сваркой плавлением. Стыковое сварное соединение трубопровода, выполненного из стали 20. Толщина свариваемых элементов – 6 мм. Класс чувствительности – 2.

Нормативные документы: СТБ 1428–2003 *Контроль неразрушающий. Соединения сварные трубопроводов и металлоконструкций. Радиографический метод*, ГОСТ 20426 *Контроль неразрушающий. Методы дефектоскопии радиационные. Область применения*.

### ***Контрольные вопросы***

- 1 Какую схему просвечивания необходимо использовать при контроле трубопровода?
- 2 Что такое канавочные эталоны и с какой целью они используются?
- 3 Из каких условий выбирается количество экспозиций при радиографическом контроле трубопроводов?
- 4 Что такое денситометр и для чего он используется?

## **8 Практическое занятие № 7. Разработка технологических карт по магнитному контролю, объектов химической и нефтехимической отрасли, несущих и ограждающих металлоконструкций, тепловой и промышленной энергетике**

Используя нормативные документы, регламентирующие требования к методу испытаний и к объектам испытаний, разработать технологическую карту по магнитопорошковому контролю сварного соединения, выполненного сваркой плавлением. Стыковое сварное соединений металлоконструкции, выполненной из стали 09Г2С. Толщина свариваемых элементов – 14 мм. Уровень чувствительности – Б.

Нормативные документы: ГОСТ 21105 *Контроль неразрушающий. Магнитопорошковый метод*, СТБ 1565–2009 *Строительство. Изготовление стальных конструкций. Контроль качества*, ТКП 45-5.04-121–2009 *Стальные строительные конструкции. Правила изготовления*.

### ***Контрольные вопросы***

- 1 Сколько уровней чувствительности согласно ГОСТ 21105 существует?
- 2 Какие средства контроля и измерения используются при магнитопорошковом контроле?
- 3 Что такое коэрцитивная сила?
- 4 Что используется в качестве контрольных образцов при магнитопорошковом контроле?



## **9 Практическое занятие № 8. Разработка технологических карт по магнитному контролю трубопроводов пара и горячей воды, технологических трубопроводов, магистральных трубопроводов, объектов атомной энергетики, грузоподъемных механизмов**

Используя нормативные документы, регламентирующие требования к методу испытаний и к объектам испытаний, разработать технологическую карту по магнитопорошковому контролю сварного соединения, выполненного сваркой плавлением. Стыковое сварное соединение технологического трубопровода, выполненного из стали ХМ5У. Толщина свариваемых элементов – 12 мм. Уровень чувствительности – Б.

Нормативные документы: ГОСТ 21105 *Контроль неразрушающий. Магнитопорошковый метод*, СТБ 1565–2009 *Строительство. Изготовление стальных конструкций. Контроль качества*, ТКП 45-5.04-121–2009 *Стальные строительные конструкции. Правила изготовления*.

### ***Контрольные вопросы***

- 1 Какие технологические операции включает процесс подготовки объектов к магнитопорошковому контролю?
- 2 Какие способы намагничивания существуют при циркулярном виде намагничивания?
- 3 Какая освещенность контролируемой поверхности должна быть при магнитопорошковом контроле?
- 4 Как определяется напряженность магнитного поля при использовании способа приложенного поля и от чего она зависит?

## **10 Практическое занятие № 9. Оформление результатов тепловизионного контроля. Оценка границ дефектного участка. Расчет относительного коэффициента теплопередачи**

По заданию провести тепловизионный контроль ограждающей конструкции здания. Руководствуясь ГОСТ 26629, необходимо:

- изучить основные характеристики и приемы работы термовизора Flir 440;
- определить минимальный перепад температур между наружным и внутренним воздухом;
- оценить интегральное значение коэффициента излучения поверхности объекта;
- провести операции, предшествующие тепловизионной съемке объекта контроля;
- выбрать место установки термовизора;

- определить удаленность места установки тепловизора;
- выбрать на обследуемой поверхности геометрический репер;
- определить границы дефектного участка, контур которого с однородным температурным полем, линейные размеры которого больше двух толщин ограждающей конструкции и относительное сопротивление теплопередачи равно или менее его критического значения;
- определить критическое значение относительного сопротивления теплопередачи ограждающей конструкции по линиям изотермы;
- по результатам термограммы выявить дефектный участок;
- определить критическое значение относительного сопротивления теплопередачи по линии изотермы;
- сделать заключение по результатам контроля.

### ***Контрольные вопросы***

- 1 Какие требования необходимо выполнить перед проведением тепловизионного контроля?
- 2 Что такое реперные точки?
- 3 Что такое базовый участок ограждающей конструкции?
- 4 Можно ли при температуре плюс 15 °С проводить тепловизионный контроль?
- 5 Какие дополнительные средства измерений, кроме тепловизора, необходимо иметь?
- 6 Какая допустимая погрешность может быть у используемого контактного термометра?

### **Список литературы**

- 1 **СТБ ЕН 970–2003.** Контроль неразрушающий сварных соединений. Визуальный метод. – Минск: Госстандарт, 2003. – 10 с.
- 2 **ГОСТ 23479–79.** Контроль неразрушающий. Методы оптического контроля. Общие требования. – Москва: Изд-во стандартов, 1994. – 7 с.
- 3 **ГОСТ Р ИСО 9934-1–2011.** Контроль неразрушающий. Магнитопорошковый метод. Общие требования. – Москва: Стандартиформ, 2013. – 15 с.
- 4 **ГОСТ Р ИСО 3452-1–2011.** Контроль неразрушающий. Проникающий контроль. Ч. 1: Основные требования. – Москва: Стандартиформ, 2012. – 14 с.
- 5 **ГОСТ ISO 17636-1–2017.** Неразрушающий контроль сварных соединений. Радиографический контроль. Ч. 1: Способы рентгено- и гаммаграфического контроля с применением пленок. – Москва: Стандартиформ, 2017. – 31 с.
- 6 **ГОСТ ISO 17636-2–2017.** Неразрушающий контроль сварных соединений. Радиографический контроль. Ч. 2: Способы рентгено- и гаммаграфическо-

го контроля с применением цифровых детекторов. – Москва: Стандартинформ, 2017. – 50 с.

7 **ГОСТ Р 52630**. Сосуды и аппараты стальные сварные. Общие технические условия. – Москва: Стандартинформ, 2013. – 41 с.

8 **СТБ ISO 5817**. Сварка. Соединения стали, никеля, титана и их сплавов, выполненные сваркой плавлением. Уровни качества шва в зависимости от дефектов. – Минск: Госстандарт, 2010. – 26 с.

9 **ГОСТ Р 55724**. Контроль неразрушающий. Соединения сварные. Методы ультразвуковые. – Москва: Стандартинформ, 2014. – 40 с.

10 **СТБ 1428–2003**. Контроль неразрушающий. Соединения сварные трубопроводов и металлоконструкций. – Минск: Госстандарт, 2004. – 32 с.

11 **ГОСТ 21105**. Контроль неразрушающий. Магнитопорошковый метод. – Москва: Изд-во стандартов, 1988. – 13 с.

12 **ГОСТ 26629**. Здания и сооружения. Метод тепловизионного контроля качества теплоизоляции ограждающих конструкций. – Москва: Изд-во стандартов, 1985. – 14 с.