

Государственное предприятие  
«Национальная атомная энергогенерирующая компания  
«Энергоатом»

ДП НАЕК "ЕНЕРГОАТОМ"  
ФОНД  
НОРМАТИВНИХ ДОКУМЕНТІВ

**СТАНДАРТ ГОСУДАРСТВЕННОГО ПРЕДПРИЯТИЯ  
«НАЦИОНАЛЬНАЯ АТОМНАЯ ЭНЕРГОГЕНЕРИРУЮЩАЯ  
КОМПАНИЯ «ЭНЕРГОАТОМ»**

---

---

**Обеспечение технической безопасности  
КОНТРОЛЬ КАЧЕСТВА ОСНОВНОГО МЕТАЛЛА, СВАРНЫХ  
СОЕДИНЕНИЙ И НАПЛАВОК ОБОРУДОВАНИЯ И ТРУБОПРОВОДОВ  
АТОМНЫХ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ СТАНЦИЙ С РЕАКТОРАМИ ВВЭР**

**Технические требования**

**СОУ НАЕК 160:2020**

НАЕК  
УТВЕРЖАЕТ

Киев  
2020

## ПРЕДИСЛОВИЕ

1 РАЗРАБОТАНО: обособленное подразделение «Атомремонтсервис»  
ГП «НАЭК «Энергоатом»

2 РАЗРАБОТЧИКИ: С. Дудкин, В. Адаменко, И. Касперович, М. Логин

3 УТВЕРЖДЕНО: приказ ГП «НАЭК «Энергоатом» от 02.11.2020 № 880

СОГЛАСОВАНО: письмо Госатомрегулирования от 22.10.2020  
№ 15-23/11778-12598

4 ДАТА ВВОДА В ДЕЙСТВИЕ: 04.11.2020

5 ВВЕДЕНО ВПЕРВЫЕ

6 ПРОВЕРКА: 04.11.2023

7 КОД КНДК: 2.20.40

8 ПОДРАЗДЕЛЕНИЕ, ОТВЕТСТВЕННОЕ ЗА СОПРОВОЖДЕНИЕ СТАНДАРТА:  
исполнительная дирекция по производству и ремонтам

9 МЕСТОНАХОЖДЕНИЕ ОРИГИНАЛА СТАНДАРТА: отдел стандартизации  
департамента по управлению документацией и стандартизации дирекции по качеству  
и управлению

10 ДОПОЛНИТЕЛЬНЫЕ СВЕДЕНИЯ: С введением в действие этого стандарта не  
применяются в ГП «НАЭК «Энергоатом» технические требования  
ПНАЭ Г-7-010-89 «Оборудование и трубопроводы атомных энергетических  
установок. Сварные соединения и наплавки. Правила контроля».

## ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ СОУ НАЕК 160:2020

Обеспечение технической безопасности. Контроль качества основного металла, сварных соединений и наплавки оборудования и трубопроводов атомных электрических станций с реакторами ВВЭР. Технические требования

Временно исполняющий обязанности первого вице-президента – технического директора

«3» 03

В. Кравец

Генеральный инспектор – директор по безопасности

«3» 03

Д. Билей

Заместитель генерального инспектора – директор по надзору за безопасностью

«13» 03

В. Новиков

Временно исполняющий обязанности исполнительного директора по производству

«03» 03 2020

Т. Ткач

Исполнительный директор по качеству и управлению

«12» 03 2020

С. Бриль

Начальник отдела стандартизации ДУДС ИДКУ

«12» 03 2020

А. Нелепов

Технический директор – главный инженер ОП «Атомремонтсервис»

«02» 03 2020

В. Белов

ОП ЗАЭС

письмо № 63-86.1/4401  
от 26.02.2020

ОП РАЭС

письмо № 3052/081  
от 24.02.2020

ОП ХАЭС

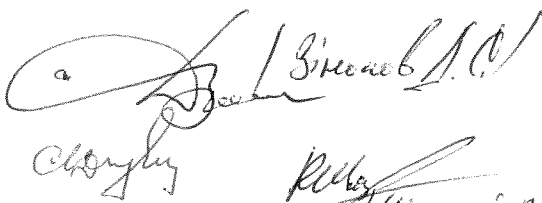
письмо № 44-14-378/2077  
от 25.02.2020

ОП ЮУАЭС

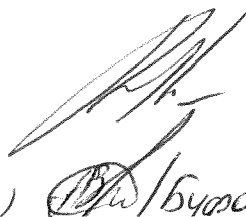
письмо № 28/3603  
от 24.02.2020

ОП АЭМ

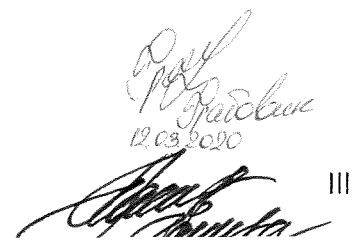
письмо № 1312/17  
от 28.02.2020

 В. Кравец

 Д. Билей

 В. Новиков

 Т. Ткач

 С. Бриль

## СОДЕРЖАНИЕ

1	Область применения.....	1
2	Нормативные ссылки .....	1
3	Термины и определения понятий .....	4
4	Принятые сокращения .....	8
5	Общие положения .....	9
6	Требования к персоналу, выполняющему контроль.....	11
7	Требования к средствам контроля .....	11
	7.1 Требования к установкам и аппаратуре для контроля.....	11
	7.2 Требования к проверкам технического состояния средств контроля .....	11
	7.3 Требования к метрологическому обеспечению средств контроля.....	11
	7.4 Требования к материалам для дефектоскопии .....	12
8	Контроль качества сварочных и наплавочных материалов .....	13
	8.1 Общие требования.....	13
	8.2 Проверка сопроводительной документации.....	13
	8.3 Проверка упаковки и состояния сварочных (наплавочных) материалов .....	14
	8.4 Контроль металла шва и наплавленного металла .....	15
9	Операционный контроль.....	16
	9.1 Общие требования.....	16
	9.2 Требования к контролю подготовки и сборки деталей под сварку и наплавку .....	16
	9.3 Требования к контролю процессов сварки и наплавки .....	18
	9.4 Требования к контролю термической обработки.....	19
10	Контроль состояния металла оборудования и трубопроводов при эксплуатации .....	20
	10.1 Общие положения .....	20
	10.2 Объекты контроля .....	21
	10.3 Методы контроля.....	21
	10.4 Содержание типовых программ контроля .....	22
	10.5 Периодичность контроля .....	23
	10.6 Организация контроля состояния металла .....	24
11	Методы и объем неразрушающего контроля .....	25
	11.1 Общие требования.....	25
	11.2 Визуальный контроль.....	27
	11.3 Капиллярный контроль .....	27
	11.4 Магнитопорошковый контроль.....	27
	11.5 Радиографический контроль .....	27
	11.6 Ультразвуковой контроль .....	27
	11.7 Контрольная операция «прогонка металлическим калибром (шариком)».....	28
	11.8 Контроль герметичности .....	28
	11.9 Вихретоковый контроль.....	28
	11.10 Порядок контроля.....	28
	11.11 Объем контроля .....	29
12	Разрушающий контроль.....	35
	12.1 Общие требования.....	35
	12.2 Требования к контролю при проверке качества сварочных (наплавочных) материалов .....	37

12.3	Требования к выполнению контрольных сварных швов и наплавов для проведения разрушающего контроля.....	39
12.4	Требования к контролю при проведении производственной аттестации технологии выполнения сварных соединений и наплавов.....	43
12.5	Требования к контролю производственных сварных соединений.....	45
12.6	Специальные требования к образцам-свидетелям.....	46
13	Нормы оценки качества при неразрушающем контроле сварных соединений и наплавов.....	48
13.1	Общие требования.....	48
13.2	Визуальный контроль.....	48
13.3	Контрольная операция «прогонка металлическим калибром (шариком)».....	52
13.4	Капиллярный контроль.....	52
13.5	Магнитопорошковый контроль.....	53
13.6	Радиографический контроль.....	53
13.7	Ультразвуковой контроль.....	60
13.8	Контроль герметичности.....	63
14	Нормы оценки качества при неразрушающем эксплуатационном контроле.....	63
14.1	Общие требования.....	63
14.2	Оценка качества основного металла.....	65
14.3	Оценка качества наплавленных уплотнительных поверхностей.....	75
14.4	Оценка качества сварных соединений.....	77
14.5	Нормы оценки качества основного металла и наплавов оборудования и трубопроводов по результатам вихретокового контроля.....	84
15	Нормы оценки качества при разрушающем контроле.....	84
15.1	Механические испытания.....	84
15.2	Металлографические исследования.....	85
15.3	Испытания на стойкость против межкристаллитной коррозии.....	86
15.4	Определение содержания ферритной фазы в наплавленном металле.....	87
15.5	Контроль химического состава.....	87
16	Контроль исправления дефектов.....	87
16.1	Общие требования.....	87
16.2	Требования к контролю при исправлении дефектов.....	88
17	Требования к документации.....	89
17.1	Требования к учетной документации.....	89
17.2	Требования к документации по аттестации персонала.....	89
17.3	Требования к отчетной документации по контролю материалов.....	90
17.4	Требования к отчетной документации по операционному контролю.....	90
17.5	Требования к отчетной документации по разрушающему и неразрушающему контролю.....	90
	Приложение А. Таблица с данными о механических свойствах металла шва и наплавленного металла и характеристиками сварных соединений.....	93
	Приложение Б. Таблица с данными о химическом составе наплавленного металла.....	105
	Приложение В. Библиография.....	112
	Лист регистрации изменений.....	113

**СТАНДАРТ ГОСУДАРСТВЕННОГО ПРЕДПРИЯТИЯ  
«НАЦИОНАЛЬНАЯ АТОМНАЯ ЭНЕРГОГЕНЕРИРУЮЩАЯ  
КОМПАНИЯ «ЭНЕРГОАТОМ»**

---

---

**Обеспечение технической безопасности**

**КОНТРОЛЬ КАЧЕСТВА ОСНОВНОГО МЕТАЛЛА, СВАРНЫХ  
СОЕДИНЕНИЙ И НАПЛАВОК ОБОРУДОВАНИЯ И ТРУБОПРОВОДОВ  
АТОМНЫХ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ СТАНЦИЙ С РЕАКТОРАМИ ВВЭР**

**Технические требования**

---

## **1 ОБЛАСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ**

**1.1** Этот стандарт устанавливает требования по контролю сварных соединений, наплавов и основного металла оборудования и трубопроводов АЭС, а также определяет порядок, виды, объемы, методы контроля и нормы оценки качества основного металла, сварных соединений и наплавов при проектировании, конструировании, изготовлении, монтаже, эксплуатации, ремонте, реконструкции и модернизации.

**1.2** Этот стандарт применяется для оборудования и трубопроводов АЭС, на которые распространяются требования НП 306.2.227-2020 «Загальні вимоги безпеки до улаштування та експлуатації обладнання й трубопроводів атомних станцій».

**1.3** Этот стандарт детализирует положения и действует совместно с НП 306.2.227-2020 «Загальні вимоги безпеки до улаштування та експлуатації обладнання й трубопроводів атомних станцій».

**1.4** Требования этого стандарта являются обязательными для персонала подразделений, входящих в состав ГП «НАЭК «Энергоатом», осуществляющих деятельность, связанную с проектированием, конструированием, изготовлением, монтажом, эксплуатацией, ремонтом, реконструкцией и модернизацией оборудования и трубопроводов АЭС.

**1.5** Требования этого стандарта являются обязательными для включения их в тендерную документацию и/или договор (контракт) с предприятиями и организациями, осуществляющими проектирование, конструирование, монтаж, эксплуатацию, ремонт, реконструкцию и модернизацию оборудования и трубопроводов АЭС, изготовление, поставку продукции и услуг для АЭС.

## **2 НОРМАТИВНЫЕ ССЫЛКИ**

Ниже приведены документы, ссылки на которые присутствуют в этом стандарте.

Если документ, указанный в этом разделе, изменен (заменен) или его действие отменено (без замены на другой), то, до момента внесения изменений в СОУ НАЕК 160, необходимо пользоваться измененным (замененным) документом либо положения СОУ НАЕК 160 применять без учета требований документа, действие которого отменено

Закон України «Про метрологію та метрологічну діяльність» від 05.06.2014 № 1314-VII

НП 306.2.227-2020 «Загальні вимоги безпеки до улаштування та експлуатації обладнання й трубопроводів атомних станцій»

НП 306.2.113-2005 «Вимоги до проведення атестації систем експлуатаційного неруйнівного контролю обладнання та трубопроводів АЕС»

ПНАЭ Г-7-002-86 «Нормы расчета на прочность оборудования и трубопроводов атомных энергетических установок»

ДСТУ 2391:2010 «Система технологічної документації. Терміни та визначення основних понять»

ДСТУ 2841-94 (ГОСТ 27809-95) «Чавун і сталь. Метод спектрографічного аналізу»

ДСТУ 2860-94 «Надійність техніки. Терміни та визначення»

ДСТУ 2960-94 «Організація промислового виробництва. Основні поняття. Терміни та визначення»

ДСТУ 3321:2003 «Система конструкторської документації. Терміни та визначення основних понять»

ДСТУ 3761.3-98 «Зварювання та споріднені процеси. Частина 3. Зварювання металів: з'єднання та шви, технологія, матеріали та устаткування. Терміни та визначення»

ДСТУ 7749:2015 «Сталь вуглецева і чавун нелегований. Загальні вимоги до методів аналізу»

ДСТУ 7750:2015 «Сталь вуглецева і чавун нелегований. Методи визначення загального вуглецю та графіту»

ДСТУ 7754:2015 «Сталь вуглецева і чавун нелегований. Методи визначення марганцю»

ДСТУ 7756:2015 «Сталь вуглецева і чавун нелегований. Методи визначення хрому»

ДСТУ ГОСТ 12344:2005 «Сталі леговані та високолеговані. Методи визначення вуглецю»

ДСТУ ГОСТ 12361:2004 «Сталі леговані та високолеговані. Методи визначення ніобію»

ДСТУ ISO 9000:2015 (ISO 9000:2015, IDT) «Системи управління якістю. Основні положення та словник термінів»

ДСТУ EN 1330-5:2008 «Неруйнівний контроль. Термінологія. Частина 5. Терміни стосовно вихрострумовеого контролю»

ДСТУ Б А.2.4-4:2009 «Основні вимоги до проектної і робочої документації»

ГОСТ 2.602-95 «ЕСКД. Ремонтные документы»

ОСТ 34-38-702-85 «Система технического обслуживания и ремонта оборудования электростанций. Основные понятия для АЭС. Термины и определения»

СОУ НАЕК 009:2013 «Техническое обслуживание и ремонт. Контроль неразрушающий визуальный и измерительный. Методика контроля основных материалов (полуфабрикатов), сварных соединений и наплавки оборудования и трубопроводов АЭУ»

СОУ НАЕК 011:2019 «Інженерна, наукова і технічна підтримка. Метрологічне забезпечення експлуатації АЕС. Організація робіт із забезпечення єдності вимірювань та порядок їх проведення»

СОУ НАЕК 014:2013 «Техническое обслуживание и ремонт. Контроль неразрушающий капиллярный. Методика контроля основных материалов (полуфабрикатов), сварных соединений и наплавки оборудования и трубопроводов АЭУ»

СОУ НАЕК 027:2014 «Техническое обслуживание и ремонт. Контроль неразрушающий ультразвуковой. Методика контроля основных материалов (полуфабрикатов)»

СОУ НАЕК 028:2014 «Техническое обслуживание и ремонт. Контроль неразрушающий ультразвуковой. Методика измерения толщины монометаллов, биметаллов и антикоррозионных покрытий»

СОУ НАЕК 032:2014 «Техническое обслуживание и ремонт. Контроль неразрушающий ультразвуковой. Методика контроля сварных соединений и наплавки»

СОУ НАЕК 038:2017 «Управління закупівлями продукції. Організація вхідного контролю продукції для АЕС»

СОУ НАЕК 050:2015 «Техническое обслуживание и ремонт. Контроль неразрушающий радиографический. Методика контроля сварных соединений и наплавки»

СОУ НАЕК 066:2015 «Техническое обслуживание и ремонт. Контроль неразрушающий магнитопорошковый. Методика контроля основных материалов (полуфабрикатов), сварных соединений и наплавки»

СОУ НАЕК 071:2015 «Техническое обслуживание и ремонт. Контроль неразрушающий. Методика контроля герметичности. Газовые и жидкостные методы»

СОУ НАЕК 078:2015 «Техническое обслуживание и ремонт. Документы технического контроля сварки, наплавки оборудования и трубопроводов АЭС. Виды, формы и правила оформления документов»

СОУ НАЕК 084:2015 «Техническое обслуживание и ремонт. Стальные отливки для атомных энергетических установок. Правила контроля»

СОУ НАЕК 087:2015 «Інженерна, наукова і технічна підтримка. Методика определения радиационного охрупчивания металла корпусов реакторов по результатам испытаний образцов-свидетелей»

СОУ НАЕК 103:2015 «Техническое обслуживание и ремонт. Контроль неразрушающий. Вихретоковый контроль теплообменных труб парогенераторов. Общие требования»



СОУ НАЕК 131:2016 «Техническое обслуживание и ремонт. Требования к аттестации персонала в сфере контроля металла»

СОУ НАЕК 158:2020 «Обеспечение технической безопасности. Технические требования к устройству и безопасной эксплуатации оборудования и трубопроводов атомных электрических станций с реакторами ВВЭР»

СОУ НАЕК 159:2020 «Обеспечение технической безопасности. Сварка и наплавка оборудования и трубопроводов атомных электрических станций с реакторами ВВЭР. Технические требования»

СОУ-Н НАЕК 107:2015 «Техническое обслуживание и ремонт. Радиографический контроль основного металла оборудования и трубопроводов АЭС»

### 3 ТЕРМИНЫ И ОПРЕДЕЛЕНИЯ ПОНЯТИЙ

В этом стандарте применены термины, установленные в **ДСТУ 3321**: конструкторская документация; **ДСТУ 2391**: технологическая документация; **ДСТУ Б А.2.4-4**: проектная документация; **ГОСТ 2.602**: ремонтная документация; **СОУ НАЕК 009**: брызги металла, включение, включение одиночное, скопление, скопление одиночное, вогнутость корня шва, выпуклость (превышение проплавления) корня шва, максимальный размер одиночного включения, максимальная ширина включения, наплыв, непровар, номинальная толщина сварных деталей, номинальная толщина основного металла наплавленной детали (изделия), основной материал, отслоение, подрез, пора, прожог, свищ, случайная дуга (прижог), смещение кромок, трещины, углубление (западания) между валиками, чешуйчатость, шлаковое включение; **СОУ НАЕК 014**: индикаторный след, индикаторный след округлый, индикаторный след удлиненный, индикаторный след одиночный, несплошность; **СОУ НАЕК 131**: персонал по неразрушающему контролю; **СОУ НАЕК 158**: предприятие-изготовитель; **СОУ НАЕК 159**: вогнутость углового шва, выпуклость стыкового шва, выпуклость углового шва, металл шва, производственное контрольное сварное соединение, расчетная высота углового шва, усиливающая наплавка, экспертная организация.

Ниже приведены другие термины, используемые в этом стандарте, и определения обозначенных ими понятий:

#### 3.1 визуальный контроль

Органолептический контроль, осуществляемый органами зрения с применением оптических приборов и средств измерений (используется в этом стандарте)

#### 3.2 входной контроль

Контроль продукции поставщика, поступившей к потребителю или заказчику, и предназначенной для использования при изготовлении, ремонте или эксплуатации продукции [10]

#### 3.3 деталь

Составная часть изделия, изготовленная из однородного по структуре и свойствам материала без применения сборочных операций [12]

### **3.4 дефект**

Недопустимое отклонение от требований, установленных данным стандартом (используется в этом стандарте)

### **3.5 зона термического влияния**

Участок основного металла, расположенный вблизи металла шва, структура и свойства которого изменились в результате нагрева при сварке или наплавке (ДСТУ 3761.3)

### **3.6 изделие**

Предмет или набор предметов производства изготавливаемых на предприятии [12]

### **3.7 испытание**

Экспериментальное определение количественных и (или) качественных характеристик свойств объекта испытаний как результата воздействия на него, при его функционировании, при моделировании объекта и (или) воздействий [10]

### **3.8 качество**

Степень, до которой совокупность собственных характеристик объекта удовлетворяет требования (ДСТУ ISO 9000)

### **3.9 контроль**

Общая функция управления, заключающаяся в наблюдении за течением процессов в управляющей и управляемой системах, сравнении контролируемой величины параметра с заданной программой, выявлении отклонений, их места, времени, причины и характера (ДСТУ 2960)

### **3.10 контрольная наплавка**

Наплавка, выполняемая контролируруемыми сварочными (наплавочными) материалами с целью проверки характеристик наплавленного металла при контроле сварочных (наплавочных материалов) (используется в этом стандарте)

### **3.11 контрольный сварной шов**

Шов сварного соединения, выполняемого контролируруемыми сварочными материалами с целью проверки характеристик металла этого шва при контроле сварочных материалов (используется в этом стандарте)

### **3.12 корневая часть шва**

Примыкающая к притуплению кромок зона сварного соединения толщиной до 30 % номинальной толщины (расчетной высоты) сварного шва, но не более 20 мм (используется в этом стандарте)

### **3.13 кратер (усадочная раковина)**

Углубление, образующееся в конце шва под действием давления электрической дуги и (или) потока газов, а также объемной усадки металла шва в процессе его кристаллизации (ДСТУ 3761.3)

### **3.14 монтажная организация**

Организация, осуществляющая монтаж оборудования и трубопроводов на АЭС (НП 306.2.227-2020)

### **3.15 наплавленный металл**

Металл, полученный при плавлении присадочных материалов в процессе наплавки (сварки) в слоях (валиках), практически не разбавленных основным металлом.

Наплавленным металлом считается также металл контрольного сварного шва, выполненного с предварительной наплавкой кромок не менее чем в три слоя присадочными материалами контролируемой марки (используется в этом стандарте)

### **3.16 оборудование АЭС**

Различные устройства, системы, приспособления, механизмы и т.п., установленные на АЭС и действующие в общем технологическом процессе преобразования энергии деления ядер атомов в электрическую энергию и тепло (ОСТ 34-38-702-85)

### **3.17 образцы-свидетели**

Образцы, изготовленные из припусков обечаек корпуса реактора (КР) и контрольных сварных проб по технологии, что и соответствующие элементы корпуса, загружаемые в реактор, предназначенные для периодического контроля изменения механических свойств и характеристик сопротивления хрупкому разрушению (критической температуры хрупкости, вязкости разрушения) металла элементов КР под воздействием эксплуатационных факторов – нейтронного облучения и термического старения (используется в этом стандарте)

### **3.18 объект технического контроля**

Подвергаемая контролю продукция, процессы ее создания, применения, транспортирования, хранения, технического обслуживания и ремонта, а также соответствующая техническая документация [10]

### **3.19 объем контроля**

Количество объектов и совокупность контролируемых признаков, устанавливаемых для проведения контроля [10]

### **3.20 операционный контроль**

Контроль продукции или процесса во время выполнения или после завершения технологической операции [10]

### **3.21 основной металл**

Металл заготовок, который соединяют сваркой (ДСТУ 3761.3)

### **3.22 отчетная документация**

Документация, подтверждающая выполнение работ по контролю (используется в этом стандарте)

### **3.23 полуфабрикат**

Предмет труда, подлежащий дальнейшей обработке на предприятии-изготовителе (ДСТУ 2960)

### **3.24 проектная организация**

Организация, выполняющая проект компоновки оборудования и трубопроводов в пределах АЭС (НП 306.2.227-2020)

### **3.25 реконструкция**

Комплекс мероприятий для улучшения функционирования оборудования или для использования его по новому назначению путем значительных изменений, затрагивающих принципиальную сущность конструкции, компоновки и технологической схемы (ОСТ 34-38-702-85)

### **3.26 ремонт**

Комплекс операций по восстановлению исправности или работоспособности объекта и восстановлению ресурсов объектов или их составных частей (ДСТУ 2860)

### **3.27 сборочная единица**

Изделие, составные части которого подлежат соединению между собой на предприятии-изготовителе сборочными операциями (свинчиванием, сочленением, клепкой, сваркой, пайкой, опрессовкой, развальцовкой, склеиванием, сшивкой, укладкой и т. п.) [12]

### **3.28 система эксплуатационного неразрушающего контроля**

Совокупность оборудования, в том числе для автоматизированного дистанционного неразрушающего контроля, методик(-и), а также персонала, осуществляющего эксплуатационный неразрушающий контроль оборудования и трубопроводов АЭС (НП 306.2.113-2005)

### **3.29 средства измерительной техники**

Средства измерений, измерительные системы, материальные меры, стандартные образцы и какие-либо части средств измерений или измерительных систем, если эти части могут быть объектом специальных требований и отдельного оценивания соответствия (Закон Украины «Про метрологію та метрологічну діяльність»)

### **3.30 средства контроля**

Технические устройства, которые используют при различных методах неразрушающего и разрушающего контроля для определения свойств, параметров и оценки надежности объекта контроля (используется в этом стандарте)

**Примечание.** К средствам контроля относятся средства измерительной техники, включая ПЭП, дефектоскопы, стандартные образцы, эталоны чувствительности и т.п.

### **3.31 технический контроль**

Проверка соответствия объекта установленным техническим требованиям (ОСТ 34-38-702-85)

### 3.32 технологический документ

Графический или текстовый документ, который отдельно или в совокупности с другими документами определяет технологический процесс или операцию ремонта или изготовления оборудования (ОСТ 34-38-702-85)

### 3.33 учетная документация

Первичный документ, составляемый (заполняемый) после окончания контроля, где оформляются результаты контроля на бумажном в соответствии с утвержденной формой СОУ НАЕК 078 или электронном носителе (используется в этом стандарте)

## 4 ПРИНЯТЫЕ СОКРАЩЕНИЯ

<b>АМ</b>	– обозначение метода по ГОСТ 6032 [2]
<b>АМУ</b>	– обозначение метода по ГОСТ 6032 [2]
<b>АМУФ</b>	– обозначение метода по ГОСТ 6032 [2]
<b>АЭС</b>	– атомная электрическая станция
<b>АЭУ</b>	– атомная энергетическая установка
<b>ВВЭР</b>	– водо-водяной энергетический реактор
<b>ВТК</b>	– вихретоковый контроль
<b>Госатомрегулирования</b>	– государственная инспекция ядерного регулирования Украины
<b>ГП «НАЭК «Энергоатом» или Компания</b>	– государственное предприятие «Национальная атомная энергогенерирующая компания «Энергоатом»
<b>ГЦН</b>	– главный циркуляционный насос
<b>ИЯБ на АЭС</b>	– инспекция по ядерной безопасности на АЭС
<b>КД</b>	– конструкторская документация
<b>КК</b>	– капиллярный контроль
<b>КР</b>	– корпус реактора
<b>МПК</b>	– магнитопорошковый контроль
<b>ОП</b>	– обособленное подразделение
<b>ОС</b>	– образцы-свидетели
<b>ОТК</b>	– отдел технического контроля
<b>ПД</b>	– производственная документация
<b>ПЭП</b>	– пьезоэлектрический преобразователь
<b>РД</b>	– ремонтная документация
<b>САОЗ</b>	– система аварийного охлаждения зоны
<b>СОУ НАЕК</b>	– стандарт ДП «НАЭК «Энергоатом»
<b>СРК</b>	– стопорно-регулирующий клапан
<b>СУЗ</b>	– система управления и защиты

<b>СЭНК</b>	– система эксплуатационного контроля	неразрушающего
<b>ТД</b>	– технологическая документация	
<b>ТК</b>	– технологический канал	
<b>ТУ</b>	– технические условия	
<b>УЗК</b>	– ультразвуковой контроль	

## **5 ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ**

**5.1** Выбор методов контроля основного металла, сварных соединений и наплавов и определение объемов контроля (включая указания о зонах сварных соединений и наплавов, недоступных для контроля каким-либо методом) осуществляется конструкторской (проектной) организацией в соответствии с данным стандартом и указывается в конструкторской (проектной) документации.

**5.2** Контроль качества основного металла, сварных соединений и наплавов каждым методом контроля проводится по национальным стандартам и документам Компании, указанным в разделах 11, 12, конкретизирующим методики контроля основного металла, сварных соединений и наплавленных деталей.

**5.3** Подготовительные и контрольные операции, выполняемые при изготовлении и ремонте должны быть включены в технологическую и ремонтную документацию и обеспечены необходимыми средствами контроля. Требования по подготовке к контролю оборудования и трубопроводов в процессе эксплуатации, согласно раздела 10, указываются в соответствующих производственных документах ОП Компании.

**5.4** Результаты контроля основного металла, сварных соединений и наплавов должны быть задокументированы.

**5.5** При несоответствии установленным требованиям и нормам основной металл, сварные соединения и наплавленные детали подлежат исправлению или бракуются.

**5.6** Контроль качества основного металла, сварных соединений и наплавов включает:

- аттестацию персонала по неразрушающему контролю;
- контроль сборочно-сварочного и термического оборудования, аппаратуры и приспособлений;
- входной контроль основных материалов;
- контроль качества сварочных и наплавочных материалов;
- операционный контроль;
- неразрушающий контроль;
- разрушающий контроль;
- контроль качества исправления дефектов;
- гидравлические (пневматические) испытания.

**5.7** Входной контроль основных материалов должен проводиться в соответствии с указаниями подраздела «Контроль качества основных материалов» СОУ НАЕК 158 и СОУ НАЕК 038.

**5.8** Необходимость, методы и объемы контроля, а также нормы оценки качества полуфабрикатов (заготовок) устанавливаются технологической и ремонтной

документацией с учетом требований стандартов и технических условий на соответствующие полуфабрикаты (заготовки) или конструкторской документацией.

**5.9** Визуальный контроль основных материалов должен проводиться в соответствии с требованиями 7.2 СОУ НАЕК 009.

**5.10** Контроль литых деталей на участках, примыкающих к кромкам разделки под сварку, должен проводиться в соответствии с СОУ НАЕК 084.

**5.11** Основные материалы, подлежащие сварке, должны быть термически обработаны в соответствии с требованиями стандартов или технических условий, в случае наличия дополнительных требований в конструкторской документации - в соответствии с этими требованиями.

Если коррозионно-стойкая сталь аустенитного класса в процессе изготовления конструкции подвергается дополнительной термической обработке, необходимо проводить повторную проверку ее механических свойств и стойкости против межкристаллитной коррозии.

По согласованию с экспертной организацией в области материаловедения или контроля металла указанную проверку можно не проводить, заменив ее контролем правильности выполнения режима термической обработки.

**5.12** Результаты контроля основных материалов должны быть зафиксированы в отчетной документации, формы которой установлены в СОУ НАЕК 078.

**5.13** Контроль качества сварочных и наплавочных материалов включает проверку документации, оценку состояния упаковки и внешнего состояния, неразрушающий, а также разрушающий контроль металла шва и/или наплавленного металла, выполненных контролируруемыми материалами.

**5.14** Операционный контроль охватывает проверку соблюдения требований ТД и РД при подготовке и сборке деталей под сварку (наплавку), подогреве, сварке (наплавке) и термической обработке.

**5.15** При проведении неразрушающего контроля применяются следующие методы:

- визуальный;
- капиллярный;
- магнитопорошковый;
- радиографический;
- ультразвуковой (в т.ч. ультразвуковое измерение толщины);
- контроль герметичности;
- вихретоковый.

Допускается выполнение контроля с использованием дистанционных средств.

**5.16** При разрушающем контроле проводят механические испытания (испытание на растяжение при нормальной температуре, испытание на растяжение при повышенной температуре, испытание на статический изгиб, испытание на сплющивание труб и ударный изгиб), определение ферритной фазы, испытания на стойкость против межкристаллитной коррозии, металлографические исследования, определение химического состава.

**5.17** Помимо указанных выше основных методов, в случаях, предусмотренных конструкторской документацией или ТД и РД, могут быть применены дополнительные методы (спектральный анализ, измерение твердости, травление и др.).

**5.18** Сварные соединения в составе конструкций или отдельных сборочных единиц должны подвергаться гидравлическим (пневматическим) испытаниям в соответствии с указаниями раздела VII НП 306.2.227-2020 и конструкторской документации.

## **6 ТРЕБОВАНИЯ К ПЕРСОНАЛУ, ВЫПОЛНЯЮЩЕМУ КОНТРОЛЬ**

**6.1** Работы по контролю на оборудовании и трубопроводах АЭС согласно правилам и нормам в атомной энергетике имеет право выполнять персонал, аттестованный на выполнение соответствующего метода контроля.

**6.2** Требования к аттестации персонала в сфере контроля металла с учетом требований действующего законодательства Украины и действующих правил установлены в СОУ НАЕК 131.

## **7 ТРЕБОВАНИЯ К СРЕДСТВАМ КОНТРОЛЯ**

### **7.1 Требования к установкам и аппаратуре для контроля**

**7.1.1** Для контроля следует применять установки и аппаратуру (далее средства контроля), которые должны отвечать требованиям национальных стандартов и документов Компании, указанным в разделах 11, 12.

**7.1.2** Допускается применение других средств контроля, не указанных в национальных стандартах и документах Компании по 5.2 (например, полученных по импорту), при условии, что их технические характеристики обеспечивают выполнение всех требований данного стандарта, конструкторской и технологической документации по контролю сварных соединений и наплавленных деталей.

**7.1.3** В местах, где невозможно использование обычных средств контроля по условиям радиационной обстановки или размещения оборудования, должны быть предусмотрены соответствующие дистанционные средства контроля (например зеркала, перископы, телекамеры, видеоэндоскопы и т.д.) и системы эксплуатационного неразрушающего контроля (дистанционные автоматизированные системы контроля) для обследования оборудования в этих зонах.

**7.1.4** Системы эксплуатационного неразрушающего контроля должны быть аттестованы в установленном порядке согласно НП 306.2.113-2005.

### **7.2 Требования к проверкам технического состояния средств контроля**

**7.2.1** Проверку технического состояния средств контроля (ПЭП, дефектоскопов, эталонов чувствительности и т.п.) проводят в соответствии с требованиями, изложенными в стандартах Компании (СОУ НАЕК) на методы контроля.

**7.2.2** Средства контроля должны находиться в исправном техническом состоянии. Приказом (распоряжением) по ОП (подразделению) должны быть назначены лица, ответственные за исправное состояние средств контроля.

### **7.3 Требования к метрологическому обеспечению средств контроля**

**7.3.1** Метрологическое обеспечение средств контроля должно осуществляться в соответствии с требованиями Закона Украины «Про метрологію та метрологічну діяльність» и СОУ НАЕК 011.



**7.3.2** Требования к метрологическому обеспечению средств контроля основного металла, сварных соединений и наплавов изложены в стандартах Компании (СОУ НАЕК) на методы контроля.

**7.3.3** Поверку средств контроля следует проводить периодически по графику, составленному в соответствии с установленными межповерочными/межкалибровочными интервалами, а также после ремонта.

**7.3.4** Средства контроля должны иметь оттиски поверительных клейм и/или свидетельства о поверке/калибровке, выданные метрологическими службами предприятия (обособленного подразделения Компании) и/или государственными предприятиями, относящимися к сфере управления Минэкономразвития Украины в установленном порядке.

Требования к метрологическим службам ОП ГП НАЭК «Энергоатом» в соответствии со ст.18 Закона Украины «О метрологии и метрологической деятельности» приведены в 10.4, 10.7 СОУ НАЕК 011.

**7.3.5** Средства контроля, изготовленные предприятием-изготовителем оборудования и трубопроводов или монтажной организацией для собственных нужд, должны иметь паспорт и подлежат периодической поверке.

**7.3.6** Метрологическое обеспечение средств контроля осуществляется метрологической службой предприятия (обособленного подразделения Компании) и/или метрологическими центрами Украины.

## **7.4 Требования к материалам для дефектоскопии**

**7.4.1** Требования к материалам для дефектоскопии установлены в данном подразделе стандарта и документах Компании (СОУ НАЕК) на методы контроля.

**7.4.2** Каждая партия материалов для дефектоскопии (порошков, пенетрантов, пленки, реактивов и т.п.) должна быть проконтролирована:

– на наличие на каждом упаковочном месте (пачке, коробке, емкости) этикеток (сертификатов и др.) с проверкой полноты приведенных в них данных и соответствия этих данных требованиям стандартов или технических условий на контролируемые материалы (при изготовлении реактивов и пенетрантов для собственных нужд проверяют только наличие этикетки и наименование реактива или пенетранта);

– на отсутствие повреждений и порчи упаковки или самих материалов;

– на действие срока годности;

– на соответствие качества материалов требованиям методических документов на данный метод контроля.

## **8 КОНТРОЛЬ КАЧЕСТВА СВАРОЧНЫХ И НАПЛАВОЧНЫХ МАТЕРИАЛОВ**

### **8.1 Общие требования**

**8.1.1** Все партии сварочных и наплавочных материалов (проволоки, лент, флюсов, покрытых электродов и защитных газов), подлежащие использованию при сварке или наплавке оборудования и трубопроводов, подлежат контролю.

**8.1.2** Контроль качества сварочных и наплавочных материалов проводится на этапе входного контроля в соответствии с требованиями СОУ НАЕК 038, ТД и РД на проведение данного контроля.

**8.1.3** Контроль качества сварочных и наплавочных материалов включает:

- проверку сопроводительной документации;
- проверку упаковки и состояния сварочных (наплавочных) материалов;
- контроль металла шва и наплавленного металла;
- проверку сварочно-технологических свойств сварочных материалов.

**8.1.4** Контроль качества сварочных и наплавочных материалов должно осуществлять предприятие, использующее эти материалы при сварке (наплавке) оборудования и трубопроводов.

Контроль металла шва (наплавленного металла) на предприятии, использующем сварочные материалы, допускается не проводить, если указанный контроль для каждой партии (для каждого подлежащего производственному использованию сочетания партий присадочных материалов и флюсов) сварочных материалов был проведен другим предприятием в полном соответствии с требованиями данного стандарта, а результаты контроля оформлены в установленном порядке и переданы предприятию, использующему проконтролированные партии сварочных материалов.

**8.1.5** Контроль качества каждой партии сварочных (наплавочных) материалов должен быть проведен до начала их производственного использования.

**8.1.6** При использовании предприятием-изготовителем сварочных (наплавочных) материалов собственного производства допускается совмещение приемо-сдаточного и указанного в данном разделе контроля конкретных партий сварочных (наплавочных) материалов.

### **8.2 Проверка сопроводительной документации**

**8.2.1** Каждая партия сварочных (наплавочных) материалов должна быть проконтролирована:

– на наличие сопроводительного документа (сертификата) с проверкой полноты приведённых в нем данных и их соответствия требованиям стандартов или технических условий; для баллонов с защитными газами допускается проведение указанной проверки по прикрепленным к вентилям этикеткам и по цвету окраски баллонов;

– на наличие на каждом упаковочном месте (ящике, пачке, коробке, бухте, баллоне) этикетки, бирки с проверкой соответствия указанных в ней марки, сортамента, и номера партии материала данным сертификата.

### **8.3 Проверка упаковки и состояния сварочных (наплавочных) материалов**

**8.3.1** Каждая партия сварочных (наплавочных) материалов должна быть проконтролирована:

- на отсутствие повреждений (порчи) упаковки или самих материалов; при повреждении (порче) упаковки или материалов возможность дальнейшего полного или частичного их использования решается службой, ответственной за сварку (наплавку) в каждом конкретном случае;

- на соответствие сварочных (наплавочных) материалов данным сертификата и требованиям стандартов или ТУ по размерам и состоянию.

**8.3.2** При проверке размеров и состояния сварочных (наплавочных) материалов контролируются:

- каждая партия покрытых электродов - на соответствие номинальных размеров электродов данным сертификата, качества их покрытия (отсутствие повреждений, наплывов и других видимых дефектов) - требованиям стандартов или технических условий на электроды контролируемой марки;

- каждая партия сварочной (наплавочной) проволоки и ленты - на соответствие номинальных размеров и вида поверхности данным сертификата, состояния поверхности (отсутствие коррозии и других видимых дефектов) - требованиям стандартов или технических условий на проволоку или ленту контролируемой марки;

- каждая партия флюса - на соответствие цвета, однородности и гранулометрического состава требованиям стандартов или технических условий на флюс контролируемой марки.

**8.3.3** Проверка состояния сварочных (наплавочных) материалов предусматривает проверку сварочно-технологических свойств электродов.

Сварочно-технологические свойства электродов при соблюдении режимов и условий сварки, установленных стандартом или ТУ на электроды конкретной марки, и при отсутствии магнитного дутья должны удовлетворять следующим требованиям:

- дуга должна легко возбуждаться и стабильно гореть;
- покрытие должно плавиться равномерно, без чрезмерного разбрызгивания, отваливания кусков и образования чехла или козырька, препятствующих нормальному плавлению электрода при сварке во всех пространственных положениях, рекомендованных для электродов конкретной марки;

- образующийся при сварке шлак должен обеспечивать правильное формирование валиков шва и легко удаляться после охлаждения;

- в металле шва, а также в наплавленном металле не должно быть трещин, надрывов и поверхностных пор;

- максимальные размеры и число внутренних пор и шлаковых включений в металле шва не должны превышать норм, указанных в табл. 8.1.

Таблица 8.1 - Максимальные размеры и число внутренних пор и шлаковых включений в металле шва

Номинальный диаметр электрода, мм	Максимальный линейный размер поры или шлакового включения, мм	Число внутренних пор и шлаковых включений в месте их наибольшего скопления на 100 мм длины шва, шт.	
		в однопроходном шве	в многопроходном шве
2,0	0,6	3	5
2,5	0,75		
3,0	0,9		
4,0	1,2		
5,0	1,5		

**8.3.4** Проверка показателей, перечисленных в 8.3.2, проводится в соответствии с методическими указаниями стандартов и технических условий на сварочные (наплавочные) материалы контролируемых марок, а также ТД и РД.

#### **8.4 Контроль металла шва и наплавленного металла**

**8.4.1** Для контроля каждой партии (каждого сочетания партий) сварочных (наплавочных) материалов должны быть изготовлены контрольные сварные швы (наплавки).

Проверка сварочных материалов, предназначенных для электрошлаковой сварки, проводится только на контрольных сварных швах.

Контрольные сварные швы и наплавки должны быть выполнены сварщиками, допущенными в установленном порядке к выполнению производственных сварных соединений (наплавки), при сварке (наплавке) которых будут использоваться контролируемые сварочные материалы.

**8.4.2** Выполненные контрольные сварные швы подлежат сплошному визуальному и радиографическому или визуальному и ультразвуковому контролю.

**8.4.3** Выполненные контрольные наплавки подлежат сплошному визуальному и капиллярному или визуальному и магнитопорошковому контролю, а в случаях, предусмотренных ТД и РД, также ультразвуковому и/или радиографическому контролю.

**8.4.4** Выполненные контрольные сварные швы и наплавки подлежат разрушающему контролю, методы и объем которого должны соответствовать требованиям данного стандарта.

**8.4.5** Выполненные контрольные сварные швы и наплавки подвергаются неразрушающему контролю по 8.4.2 или 8.4.3 (после термической обработки, если требуется ее проведение), при положительных результатах которого проводится разрушающий контроль.

Если суммарная длина выявленных при неразрушающем контроле дефектных участков не превышает 5 % длины контрольного сварного шва, допускается проведение разрушающего контроля при условии, что образцы из дефектных участков вырезаться не будут.

Результаты неразрушающего и разрушающего контроля контрольных сварных швов и наплавки должны удовлетворять требованиям данного стандарта с учетом категории производственных сварных соединений, подлежащих выполнению сварочными материалами контролируемой партии (контролируемого сочетания партий).

При этом нормы оценки результатов неразрушающего контроля должны соответствовать высшей категории сварных соединений, для выполнения которых предназначены контролируемые сварочные материалы.

В контрольных сварных швах и наплавках допускается не учитывать выявленные при визуальном контроле дефекты, не связанные с качеством сварочных материалов (несоответствие размеров усиления, углубления между валиками и чешуйчатости установленным требованиям).

При неудовлетворительных результатах неразрушающего контроля контрольных сварных швов и наплавки, в зависимости от характера выявленных дефектов в порядке, установленном на предприятии (ОП Компании) принимается решение о повторном выполнении контрольных сварных швов и наплавки или о невозможности использования контролируемых сварочных материалов для сварки оборудования и трубопроводов АЭС.

При неудовлетворительных результатах разрушающего контроля следует руководствоваться разделом 12.

## **9 ОПЕРАЦИОННЫЙ КОНТРОЛЬ**

### **9.1 Общие требования**

**9.1.1** Операционный контроль осуществляется в соответствии с ТД, РД и включает:

- контроль подготовки и сборки деталей под сварку и наплавку;
- контроль процессов сварки и наплавки;
- контроль термической обработки сварных соединений и наплавленных изделий.

**9.1.2** Операционный контроль работ, выполняемых на АЭС, проводится соответствующими подразделениями ОП Компании или организаций, выполняющих монтаж, ремонт, реконструкцию, модернизацию оборудования и трубопроводов АЭС.

Операционный контроль на предприятии-изготовителе проводится соответствующим подразделением этого предприятия.

**9.1.3** Результаты каждого вида операционного контроля должны фиксироваться в соответствующих журналах учета контроля (маршрутных картах).

### **9.2 Требования к контролю подготовки и сборки деталей под сварку и наплавку**

**9.2.1** При контроле подготовки и сборки деталей под сварку и наплавку антикоррозионного покрытия следует проверять соблюдение требований СОУ НАЕК 159, данного стандарта и конструкторской документации.

**9.2.2** При подготовке деталей под сварку и наплавку контролируют:

- наличие маркировки завода-изготовителя, а также документации, подтверждающей приемку полуфабрикатов, деталей, сборочных единиц и изделий при входном контроле;
- наличие маркировки и документации, подтверждающей приемку службой технического контроля (ОТК) деталей и сборочных единиц, изготавливаемых на АЭС Компании;

- чистоту (отсутствие визуально наблюдаемых загрязнений, пыли, продуктов коррозии, масла и т.п.), отсутствие несплошностей и механических повреждений подлежащих сварке и наплавке кромок и прилегающих к ним поверхностей, а также подлежащих неразрушающему контролю участков основного металла;
- форму и размеры кромок;
- форму и размеры расточки или раздачи труб;
- материал, форму и размеры подкладных колец (пластин) и расплавляемых вставок.

### 9.2.3 При сборке деталей под сварку контролируют:

- правильность установки подкладных колец (пластин) и расплавляемых вставок;
- марки и сортамент сварочных материалов, предназначенных для выполнения прихваток;
- допуск сварщиков к выполнению прихваток;
- правильность установки временных технологических креплений;
- правильность сборки и крепления деталей в сборочных приспособлениях;
- чистоту и отсутствие повреждений кромок и прилегающих к ним поверхностей с учётом требований изложенных в 9.2.2;
- температуру подогрева при выполнении прихваток;
- качество, размеры и расположение прихваток;
- величину зазора в соединениях;
- величину смещения кромок, перелом осей или плоскостей соединяемых деталей;
- величины отклонения от перпендикулярности осей патрубка (штуцера) и трубы;
- размеры собранной под сварку сборочной единицы;
- наличие защитного покрытия от брызг расплавленного металла поверхностей деталей из аустенитных сталей;
- правильность установки приспособлений для поддува аргона, наличие и режим поддува (если таковой предусмотрен ТД и РД).

**9.2.4** Качество выполнения прихваток контролируется визуально, а их размеры и расположение - измерением.

**9.2.5** После удаления временных технологических креплений на деталях из легированных аустенитных и высокохромистых сталей и на антикоррозионном покрытии места приварки после зачистки необходимо проконтролировать на отсутствие трещин капиллярным или магнитопорошковым методами или травлением с последующим осмотром мест зачистки через лупу 4-7-кратного увеличения.

**9.2.6** Собранная под сварку сборочная единица подлежит маркировке (при необходимости) и приемке, о чем производится запись в журнале подготовки и сборки деталей под сварку (наплавку) по форме Ф4-К СОУ НАЕК 078 или маршрутной (технологической) карте.

### 9.3 Требования к контролю процессов сварки и наплавки

#### 9.3.1 Перед началом сварки (наплавки) контролируют:

- наличие у сварщика допуска к подлежащим выполнению работам (по удостоверениям);
- наличие маркировки и/или записи в журнале учета сварочных работ или маршрутной (технологической) карте, подтверждающих соответствие сборки установленным требованиям;
- чистоту кромок и поверхностей (см. 9.2.2), подготовленных под сварку и наплавку;
- марки и сортамент применяемых сварочных материалов;
- наличие документов, подтверждающих положительные результаты контроля сварочных материалов;
- дату прокалки покрытых электродов и флюсов или соответствие влажности флюсов и покрытия электродов установленным требованиям;
- соответствие поверхности присадочных материалов требованиям стандартов или технических условий;
- обеспечение поддува защитного газа (если таковой предусмотрен ТД и РД);
- температуру предварительного подогрева (если таковой предусмотрен ТД и РД).

#### 9.3.2 В процессе сварки (наплавки) контролируют:

- режимы сварки (наплавки) и последовательность выполнения операций (по сварке, зачистке, контролю);
- очередность выполнения сварных швов и участков наплавки;
- температуру окружающей среды (на расстоянии не менее 2 м от свариваемых или наплавляемых изделий);
- температуру подогрева;
- соблюдение очередности наложения валиков и слоев;
- температуру металла в зоне сварки деталей из сталей аустенитного класса;
- выполнение специальных требований по сварке деталей из разнородных и двухслойных сталей;
- толщину первого слоя и суммарную толщину наплавляемого антикоррозионного покрытия.

**9.3.3** Корневая часть шва сварных соединений I категории деталей из железоникелевых сплавов при номинальной толщине стенки в месте сварки более 6 мм и из сталей при номинальной толщине стенки в местах сварки более 20 мм должна быть подвергнута радиографическому контролю. При этом нормы оценки качества принимаются как для полностью выполненного сварного соединения. При сварке встык с односторонней разделкой кромок радиографический контроль следует проводить после заварки корневой части шва с двух сторон.

В сварных соединениях, подвергающихся последующей механической обработке с полным удалением корня шва, а также в случаях, когда не допускается перерыв и/или охлаждение в процессе сварки, имеется опасность недопустимого деформирования или разрушения сварного узла при транспортировке к месту контроля, указанный контроль проводить не требуется.

#### 9.3.4 Требования к контролю предварительного и сопутствующего подогрева, а

также температуры металла в зоне сварки деталей из сталей аустенитного класса, точки измерений и методы регистрации температур должны указываться в ТД и РД.

#### **9.3.5** После окончания сварки (наплавки) контролируют:

- наличие и правильность маркировки выполненных сварных соединений и наплавов;
- соответствие условий пребывания выполненных сварных соединений и наплавов с момента окончания сварки (наплавки) до начала термической обработки (включая условия термического отжига, если таковой предусмотрен).

### **9.4 Требования к контролю термической обработки**

**9.4.1** При термической обработке сварных соединений и наплавленных деталей следует контролировать соблюдение требований данного стандарта, ТД и РД и конструкторской документации изделий в части:

- методов и видов термической обработки;
- применяемого термического оборудования;
- последовательности и порядка выполнения термической обработки и отдельных ее этапов (в том числе предварительных, промежуточных и окончательных отпусков);
- режимов термической обработки (температуры печи при (загрузке, скорости нагрева, температуры и продолжительности выдержек, условий, среды или скорости охлаждения);
- методов и порядка контроля температуры режимов (расположение термопар или других устройств для измерения температуры, их количество и т.п.);
- температуры в точках, предусмотренных в данном стандарте, при контроле требуемой зоны нагрева сварного соединения и прилегающих к нему участков;
- условий, обеспечивающих свободное расширение сварных (наплавленных) изделий и предохраняющих их от пластических деформаций под действием собственной массы;
- других параметров, контроль которых предусмотрен в ТД и РД.

**9.4.2** Для контроля режимов термической обработки следует использовать термоэлектрические преобразователи (термопары) с устройствами для автоматической записи параметров режима.

При внепечной термической обработке допускается использование других средств контроля режимов термической обработки, обеспечивающих требуемую точность измерения температуры (радиационные пирометры и др.). Термопары должны быть установлены в печи и непосредственно на подвергаемых термической обработке сварных (наплавленных) изделиях. Количество и расположение термопар должны обеспечивать возможность контроля за распределением температуры по всему объему печи при общей термической обработке и контроля зон нагрева при местной термической обработке.

При термической обработке изделий со сварными соединениями III категории по согласованию с экспертной организацией в области материаловедения допускается контроль режимов термической обработки проводить по термопаре, установленной в печи. При этом должны проводиться контрольные нагревы с периодичностью не реже одного раза в три месяца, подтверждающие, что разность показаний термопар, установленных в печи и непосредственно на термообрабатываемом изделии (в



конкретной точке), не превышает  $\pm 15$  °С, с записью результатов контроля в журнале по форме, установленной в СОУ НАЕК 078.

**9.4.3** В случае вынужденного перерыва процесса термической обработки следует дополнительно контролировать скорость или условия охлаждения при перерыве (только при местной термической обработке или в случае выгрузки изделия из печи), скорость нагрева после перерыва и суммарную продолжительность выдержки (до и после перерыва).

**9.4.4** После выполнения термической обработки должны быть зафиксированы номер садки и номер печи (для печной термической обработки), дата проведения термической обработки и производственный шифр (номер) сварного (наплавленного) изделия или сварного соединения с записью результатов контроля в журнале по форме, установленной в СОУ НАЕК 078.

**9.4.5** Требования данного подраздела должны также выполняться при термической обработке контрольных сварных швов и наплавов, контрольных сварных соединений и производственных контрольных сварных соединений.

## **10 КОНТРОЛЬ СОСТОЯНИЯ МЕТАЛЛА ОБОРУДОВАНИЯ И ТРУБОПРОВОДОВ ПРИ ЭКСПЛУАТАЦИИ**

### **10.1 Общие положения**

**10.1.1** Контроль состояния металла оборудования и трубопроводов осуществляется персоналом АЭС и/или персоналом специализированных организаций, в объеме, установленном типовыми и рабочими программами контроля».

Контроль состояния металла оборудования и трубопроводов 1 контура может проводиться с применением соответствующих комплексных систем контроля и диагностики (при их наличии).

**10.1.2** Целью контроля состояния металла оборудования и трубопроводов в процессе эксплуатации является:

- выявление и фиксация дефектов металла;
- выявление и фиксация изменения физико-механических свойств и структуры металла;
- оценка состояния металла.

**10.1.3** Контроль состояния металла подразделяется на предэксплуатационный, эксплуатационный и внеочередной.

**10.1.4** Предэксплуатационный контроль проводится до ввода оборудования и/или трубопроводов АЭС в эксплуатацию.

**10.1.5** Эксплуатационный контроль проводится планомерно в процессе эксплуатации оборудования и/или трубопроводов АЭС.

**10.1.6** Внеочередной контроль проводится в случаях, предусмотренных пунктом 6 раздела IX НП 306.2.227-2020:

- после динамических воздействий природного или техногенного происхождения, интенсивность которых соответствует или превышает установленные в проекте значения;

- при нарушении пределов безопасной эксплуатации или в аварийных ситуациях, приведших к изменению параметров работы оборудования и трубопроводов до уровня, превышающего расчетный;
- по решению эксплуатирующей организации;
- по обоснованному требованию Госатомрегулирования.

## **10.2 Объекты контроля**

**10.2.1** Конкретный перечень оборудования и трубопроводов, подлежащих контролю, устанавливается типовыми программами контроля, разрабатываемыми эксплуатирующей организацией. Типовые программы должны быть согласованы с Госатомрегулированием.

**10.2.2** Обязательному контролю подлежат:

1) оборудование группы А (корпуса реакторов ВВЭР) - сварные соединения и антикоррозионные наплавки, основной металл в зонах концентрации напряжений и зонах, расположенных напротив активной зоны, сварные соединения и радиусные переходы патрубков присоединения трубопроводов, уплотнительные поверхности разъемных соединений корпусов и крышек, сварные швы присоединения опор, шпильки, металл в резьбовых отверстиях под шпильки и опорные бурты нажимных колец;

2) оборудование группы А (кроме указанного в 1), оборудование группы В - все сварные соединения корпусов и основной металл в зонах концентрации напряжений, швы приварки патрубков к корпусу и крышке, сварные швы коллекторов или трубных досок парогенераторов, внутренняя поверхность корпусов в зоне пар-вода, радиусные переходы патрубков, зоны перемычек между отверстиями в корпусе, сварные швы присоединения опор, болты и шпильки, металл в резьбовых отверстиях под болты и шпильки;

3) трубопроводы группы В - сварные соединения и антикоррозионные наплавки труб и коллекторов, гибы, сварные швы приварки патрубков и труб в местах отводов, сварные швы тройников, переходов, присоединения опор.

**10.2.3** Объем контроля оборудования и трубопроводов группы С устанавливается конструкторской (проектной) организацией.

**10.2.4** Допускается осуществлять контроль в отдельных участках перечисленных выше зон оборудования и трубопроводов, указываемых в рабочих программах контроля.

## **10.3 Методы контроля**

**10.3.1** Контроль состояния металла оборудования и трубопроводов в процессе эксплуатации осуществляется неразрушающими и разрушающими методами.

**10.3.2** При осуществлении контроля состояния металла оборудования и трубопроводов неразрушающими методами применяются:

- визуальный контроль;
- капиллярный контроль;
- магнитопорошковый контроль;
- вихретоковый контроль;
- ультразвуковой контроль (в т.ч. ультразвуковое измерение толщины);

– радиографический контроль.

**10.3.3** Контроль состояния основного металла, сварных соединений и наплавов оборудования и трубопроводов АЭС неразрушающими методами проводится по «Типовой программе эксплуатационного контроля состояния основного металла, сварных соединений и наплавов оборудования и трубопроводов атомных электростанций с реакторами ВВЭР».

**10.3.4** Контроль изменения свойств металла разрушающими методами проводится по «Типовой программе эксплуатационного контроля механических свойств металла трубопроводов АЭС с реакторами ВВЭР», корпусов реакторов ВВЭР по «Типовой программе контроля свойств металла корпусов реакторов ВВЭР по образцам-свидетелям», которые разработаны на основании требований проектной и конструкторской документации.

**10.3.5** Испытания образцов-свидетелей, установленных в корпус реактора, проводятся в соответствии с требованиями «Типовой программы контроля свойств металла корпусов реакторов по образцам свидетелям» и СОУ НАЕК 087.

**10.3.6** В местах, где невозможно использование обычных средств контроля по условиям радиационной обстановки или размещения оборудования, должны быть предусмотрены соответствующие дистанционные средства для обследования оборудования в этих зонах.

#### **10.4 Содержание типовых программ контроля**

**10.4.1** В «Типовой программе эксплуатационного контроля состояния основного металла, сварных соединений и наплавов оборудования и трубопроводов атомных электростанций с реакторами ВВЭР» должны быть указаны:

- наименования конкретного оборудования и трубопроводов, подлежащего контролю;
- перечень зон, контролируемых неразрушающими методами;
- перечень зон трубопроводов, контролируемых разрушающими методами (при необходимости);
- методы контроля и их объем для каждой из контролируемых зон;
- методики контроля (указания на вид документа, где содержится описание методик контроля, или непосредственное описание методик);
- документы, содержащие нормы оценки результатов контроля;
- периодичность каждого из методов контроля;
- требования к содержанию рабочих программ контроля свойств металла, сварных соединений и наплавов оборудования и трубопроводов энергоблока АЭС.

**10.4.2** На основании требований «Типовой программы эксплуатационного контроля состояния основного металла, сварных соединений и наплавов оборудования и трубопроводов атомных электростанций с реакторами ВВЭР» на каждый ППР для каждого энергоблока АЭС, должны быть разработаны рабочие программы контроля основного металла, сварных соединений и наплавов оборудования и трубопроводов АЭС.

Рабочая программа утверждается главным инженером АЭС.

**10.4.3** В «Типовой программе контроля свойств металла корпусов реакторов ВВЭР по образцам-свидетелям» должны быть указаны:

- требования к изготовлению ОС;

- требования к номенклатуре и комплектации ОС;
- требования к компоновке и размещению ОС;
- требования к срокам выгрузки ОС;
- требования к методикам испытаний ОС, отчетности по результатам испытаний;
- требования к определению условий облучения ОС;
- требования к содержанию рабочих программ контроля свойств металла КР ВВЭР по ОС.

**10.4.4** На основании «Типовой программы контроля свойств металла корпусов реакторов ВВЭР по образцам-свидетелям» для каждого энергоблока должны быть разработаны рабочие программы контроля свойств металла КР по ОС.

Рабочая программа утверждается главным инженером АЭС, согласовывается профильной дирекцией Компании и организацией, которая будет выполнять испытания ОС.

**10.4.5** В «Типовой программе эксплуатационного контроля механических свойств металла трубопроводов АЭС с реакторами ВВЭР» должны быть указаны:

- перечень трубопроводов, подлежащих эксплуатационному контролю и их технические характеристики;
- назначение контрольных элементов (КЭ) трубопроводов;
- методы и объемы контроля механических свойств контрольных элементов;
- требования к средствам контроля механических свойств и погрешность измерений;
- требования к технологии вырезки образцов;
- требования к изготовлению образцов для механических испытаний;
- требования к выполнению механических испытаний;
- требования к подготовке поверхности и измерениям твердости;
- требования к расчетам механических свойств металла по твердости;
- методы и объемы контроля структуры металла;
- требования к средствам контроля структуры металла;
- требования к контролю структуры металла;
- оценка состояния металла по результатам контроля;
- требования к созданию баз данных состояния металла;
- требования к содержанию рабочих программ контроля механических свойств металла трубопроводов АЭС с реакторами ВВЭР.

## **10.5 Периодичность контроля**

**10.5.1** Предэксплуатационный контроль должен проводиться до пуска оборудования и трубопроводов в эксплуатацию для фиксации начального состояния металла, с которым впоследствии сопоставляются данные эксплуатационного контроля.

**10.5.2** Эксплуатационный контроль неразрушающими методами должен проводиться в следующие сроки:

- первый - не позже, чем через 20000 часов работы оборудования и трубопроводов;

– последующие - для оборудования группы А, а также оборудования и трубопроводов группы В, изготовленных из труб или обечаек с продольными сварными швами, не позднее, чем через каждые 30000 часов работы, отсчитываемых от проведенного предыдущего эксплуатационного контроля;

– для остального оборудования и трубопроводов, подлежащих контролю, - через каждые 45000 часов работы, отсчитываемых от проведенного предыдущего контроля.

Выполнение предусмотренного контроля (после первого) может быть распределено по промежуточным этапам в рамках указанной периодичности длительностью не менее 5000 часов.

**10.5.3** Контроль механических свойств трубопроводов разрушающими и (или) неразрушающими методами должен проводиться не реже, чем через каждые 200000 часов эксплуатации.

**10.5.4** Сроки извлечения комплектов образцов-свидетелей, установленных в корпус реактора, определяются в соответствии с требованиями раздела 5 «Типовой программы контроля свойств металла корпусов реакторов по образцам-свидетелям».

## **10.6 Организация контроля состояния металла**

**10.6.1** Контроль состояния металла оборудования и трубопроводов должен осуществляться АЭС с привлечением, при необходимости, специализированных организаций. Ответственность за организацию проведения и результаты контроля несет руководство АЭС.

**10.6.2** Поставка на АЭС средств контроля состояния металла оборудования и трубопроводов, их монтаж (при необходимости) и опробование должны быть завершены до момента первого обследования состояния металла.

**10.6.3** Результаты контроля фиксируются в документации по контролю, требования к которой приведены в разделе 17.

В документации по контролю должны быть, как минимум, приведены:

- основание для проведения контроля (номер программы, инструкции, заявка и т.п.);
- зоны контроля;
- применявшиеся методы контроля;
- наименование или обозначение методик проведения контроля;
- результаты контроля;
- оценка результатов контроля;
- подпись лица, ответственного за проведение контроля.

**10.6.4** После каждого контроля производится запись в паспорте оборудования и трубопроводов.

**10.6.5** При неудовлетворительных результатах контроля отчетные документы о проведенном контроле и предлагаемые решения по устранению выявленных дефектов, согласованные, при необходимости, экспертной организацией в области материаловедения, направляются в Госатомрегулирования.

**10.6.6** Документация по контролю состояния металла оборудования и трубопроводов должна храниться на АЭС в течение всего их срока эксплуатации.

## 11 МЕТОДЫ И ОБЪЕМ НЕРАЗРУШАЮЩЕГО КОНТРОЛЯ

### 11.1 Общие требования

**11.1.1** Неразрушающий контроль качества основного металла, сварных соединений и наплавленного металла (на наплавленных деталях) следует проводить методами, предусмотренными в 5.15.

Конкретные методы и объем неразрушающего контроля основного металла, сварных соединений и наплавов устанавливаются в порядке, предусмотренном 5.1.

**11.1.2** Качество сварных соединений и наплавленных деталей при их неразрушающем контроле следует оценивать в соответствии с требованиями раздела 13.

**11.1.3** Результаты неразрушающего контроля основного металла, сварных соединений и наплавленных деталей следует оформлять в соответствии с положениями раздела 17, 10.6.3 и 10.6.4.

**11.1.4** В зависимости от объема проведения неразрушающий контроль подразделяется на сплошной (объем 100 %) и выборочный (объем 50 %, 25 %, 15 %, 10 % или 5 %).

Сплошной контроль проводят по всей протяженности каждого сварного соединения или по всей площади наплавленной поверхности каждой наплавленной детали.

Выборочному контролю подвергают отдельные участки сварных соединений и наплавленных поверхностей или отдельные сварные соединения (наплавленные детали).

**11.1.5** Выборочный контроль отдельными участками проводят на прямолинейных и других незамкнутых сварных соединениях, на кольцевых сварных соединениях деталей с номинальным наружным диаметром свыше 250 мм, а также на наплавленных деталях. Отношение суммарной протяженности (площади) контролируемых участков к общей протяженности сварного соединения (площади наплавленной поверхности) должно быть не менее установленного объемом выборочного контроля.

**11.1.6** При выборочном контроле кольцевых сварных соединений деталей с номинальным наружным диаметром до 250 мм включительно контролируют отдельные сварные соединения по всей протяженности. Количество контролируемых сварных соединений определяется установленным объемом выборочного контроля. При этом указанный объем должен быть выдержан для каждой группы однотипных сварных соединений, выполненных каждым сварщиком на изготавливаемом (монтируемом) объекте (установке, заказе).

Однотипность сварных соединений и наплавленных деталей определяют в соответствии с указаниями приложения Б СОУ НАЕК 159.

**11.1.7** Выбор контролируемых участков по 11.1.5 или сварных соединений по 11.1.6 производится подразделением (службой, отделом) контроля металла из числа наиболее трудновыполняемых или вызывающих сомнение по результатам предшествующего контроля.

При отсутствии указанных участков проверяемые участки должны равномерно распределяться по длине контролируемых швов.

**11.1.8** Вне зависимости от объема контроля участки пересечения и сопряжения сварных швов на расстоянии не менее трех номинальных толщин сваренных деталей

в каждую сторону от точки пересечения (сопряжения) осей швов должны быть проконтролированы всеми предусмотренными методами на каждом сварном соединении.

**11.1.9** В случае обнаружения дефектов при выборочном контроле каким-либо методом проводят дополнительный контроль тем же методом в удвоенном объеме (при объеме выборочного контроля 50 % проводят сплошной контроль) с обязательным контролем участков, примыкающих к дефектным. При отрицательных результатах дополнительного контроля проводят сплошной контроль сварного соединения.

При выборочном контроле отдельных сварных соединений по 11.1.6 требования настоящего пункта распространяются на однотипные сварные соединения, выполненные сварщиком, допустившим дефекты.

При этом должно соблюдаться следующее условие.

Дополнительный контроль непроконтролированных участков проводят в удвоенном объеме однотипных сварных соединений, выполненных сварщиком за одну смену (в которую сварен дефектный участок шва) при автоматической сварке и за две смены при ручной дуговой сварке (смену, в которую был сварен дефектный участок шва, и в предыдущую). Если при дополнительном контроле снова будут обнаружены дефекты, то объем контроля однотипных сварных соединений, выполненных данным сварщиком за указанное время, увеличивается до 100 %.

**11.1.10** Для оценки качества поверхности антикоррозионного покрытия допускается изготовление специальных эталонов, характеризующих допустимый вид наплавленной поверхности. Эталоны должны изготавливаться с соблюдением требований СОУ НАЕК 159 по наплавке антикоррозионных покрытий и иметь паспорта предприятия-изготовителя, согласованные с экспертной организацией.

**11.1.11** Чувствительность применяемых методов контроля должна обеспечивать выявление несплошностей, подлежащих фиксации по данному стандарту для каждого метода контроля (при радиографическом контроле должна обеспечиваться требуемая чувствительность контроля).

**11.1.12** Контролируемая зона должна включать в себя всю поверхность металла шва, а также примыкающие к нему участки основного металла в обе стороны от шва:

а) для стыковых сварных соединений, выполненных дуговой сваркой, шириной:

1) не менее 5 мм при номинальной толщине свариваемых деталей до 5 мм включительно;

2) не менее номинальной толщины свариваемых деталей при номинальной толщине свариваемых деталей свыше 5 мм до 20 мм включительно;

3) не менее 20 мм при номинальной толщине свариваемых деталей свыше 20 мм;

б) для угловых, тавровых, торцевых, нахлесточных сварных соединений и вварки труб в трубные доски, выполненных дуговой сваркой, шириной не менее 3 мм независимо от толщины (для сварных соединений вварки труб в трубные доски - по указанию конструкторской документации или методического документа на контроль);

в) для сварных соединений, выполненных электрошлаковой сваркой, шириной 50 мм независимо от толщины.

В сварных соединениях различной номинальной толщины ширина

контролируемых участков основного металла определяется отдельно для каждой из свариваемых деталей в зависимости от их номинальной толщины.

## **11.2 Визуальный контроль**

Визуальный контроль проводится в соответствии требованиями СОУ НАЕК 009, методик, инструкций, ТД и РД.

## **11.3 Капиллярный контроль**

**11.3.1** Капиллярный контроль должен выполняться в соответствии с требованиями СОУ НАЕК 014, методик, инструкций, ТД и РД.

**11.3.2** Требуемый класс чувствительности согласно СОУ НАЕК 014 устанавливается конструкторской организацией, но при этом он не должен быть ниже второго для сварных соединений I, II категорий и антикоррозионных покрытий.

## **11.4 Магнитопорошковый контроль**

**11.4.1** Магнитопорошковый контроль выполняется в соответствии с требованиями СОУ НАЕК 066, методик, инструкций, ТД и РД.

**11.4.2** Условный уровень чувствительности согласно СОУ НАЕК 066 устанавливается конструкторской организацией, но при этом для сварных соединений I и II категорий он должен быть не ниже уровня Б.

## **11.5 Радиографический контроль**

**11.5.1** Радиографический контроль выполняется в соответствии с требованиями СОУ НАЕК 050, СОУ-Н НАЕК 107, методик, инструкций, ТД и РД.

**11.5.2** Чувствительность контроля устанавливается по радиационной толщине в месте установки эталона чувствительности.

## **11.6 Ультразвуковой контроль**

**11.6.1** Ультразвуковой контроль сварных соединений и наплавов должен выполняться в соответствии с требованиями СОУ НАЕК 032, методик, инструкций, ТД и РД.

**11.6.2** При контроле антикоррозионных наплавов контролируется зона сплавления наплавки с основным металлом.

При контроле сварных соединений плакированных сталей контролируются металл шва, выполненного перлитными присадочными материалами, и зона сплавления наплавки с основным металлом.

**11.6.3** Ультразвуковой контроль основных материалов (полуфабрикатов, деталей, сборочных единиц), используемых для изготовления оборудования и трубопроводов АЭС должен выполняться в соответствии с требованиями СОУ НАЕК 027, методик, инструкций, ТД и РД.

**11.6.4** Измерение толщины основного металла с помощью ультразвука должно выполняться в соответствии с требованиями СОУ НАЕК 028, ТД и ПД.



## **11.7 Контрольная операция «прогонка металлическим калибром (шариком)»**

**11.7.1** Контрольную операцию проводят в случаях, оговоренных конструкторской (проектной) документацией.

**11.7.2** Размер контрольного калибра (шарика) должен соответствовать установленному конструкторской (проектной) документацией для контролируемых изделий.

## **11.8 Контроль герметичности**

**11.8.1** Контроль проводится в случаях, предусмотренных конструкторской (проектной) документацией, и выполняется в соответствии с требованиями СОУ НАЕК 071, ТД и РД.

**11.8.2** Класс герметичности устанавливается конструкторской (проектной) организацией и указывается в чертежах.

В зависимости от установленного класса герметичности в ТД и ПД указывается конкретный метод и способ контроля.

**11.8.3** Контролю герметичности подлежат сварные соединения, к которым предъявляются требования по газовой или вакуумной плотности (герметичности) при номинальной толщине более тонкостенной из сваренных деталей до 8 мм включительно.

## **11.9 Вихретоковый контроль**

**11.9.1** Вихретоковый контроль основного металла и наплавленного металла оборудования и трубопроводов выполняется в соответствии с требованиями ДСТУ EN 1330-5, СОУ НАЕК 103 и соответствующих методик контроля, перечень которых приведен в типовой программе эксплуатационного контроля.

**11.9.2** Вихретоковый неразрушающий контроль проводится методами, указанными в ДСТУ EN 1330-5.

**11.9.3** Вихретоковый контроль лопаток турбин из титановых сплавов проводится в соответствии с требованиями методики контроля [1].

## **11.10 Порядок контроля**

**11.10.1** Неразрушающий контроль основного металла, сварных соединений и наплавленных деталей (изделий) следует проводить после их термической обработки (в случае ее выполнения).

**11.10.2** Если сварное соединение или наплавленная деталь (изделие) подлежит многократному отпуску, указанный контроль следует проводить после любого этапа отпуска.

**11.10.3** Если сварное изделие подлежит полной термической обработке (нормализации или закалке с последующим отпуском), неразрушающий контроль сварных соединений следует проводить после ее выполнения вне зависимости от проведения предварительного отпуска.

**11.10.4** Если сварное соединение (наплавленная деталь) подлежит обязательному радиографическому и ультразвуковому контролю, допускается проведение радиографического контроля до термической обработки (в том числе до

полной термической обработки) с обязательным проведением сплошного ультразвукового контроля после ее выполнения.

**11.10.5** Если основной металл, сварное соединение подлежит механической обработке с удалением части шва или деформированию, неразрушающий контроль должен быть проведен после выполнения указанных операций.

Допускается проведение радиографического контроля до окончательной механической обработки сварного соединения, если суммарный припуск для указанной обработки на каждую сторону не превышает 20 % номинальной толщины сварных деталей, при этом требуемая чувствительность контроля должна выбираться по радиационной толщине стенки после механической обработки.

**11.10.6** Последовательность неразрушающего контроля различными методами определяется указаниями ТД и РД, однако визуальный контроль должен предшествовать контролю всеми другими методами, в случае, если предусмотрено его выполнение.

**11.10.7** Визуальный контроль следует проводить как до, так и после термической обработки сварных соединений и наплавленных деталей.

**11.10.8** Контроль герметичности следует проводить после гидравлических испытаний. В случае применения жидкостных методов допускается указанный контроль совмещать с гидравлическими испытаниями. По решению проектной организации, согласованному с экспертной организацией, контроль герметичности допускается проводить до гидравлических испытаний.

## **11.11 Объем контроля**

**11.11.1** Конкретные методы и объем неразрушающего контроля сварных соединений и наплавленных деталей (изделий) в зависимости от их вида и категории устанавливаются согласно табл. 11.1 – 11.5 с учетом дополнительных указаний данного стандарта и указываются в конструкторской документации.

В сварных соединениях деталей различной номинальной толщины объемы контроля по табл. 11.1 устанавливаются по номинальной толщине более тонкостенной детали в месте сварки (или по наиболее тонкому месту при переменном сечении сварного соединения).

**11.11.2** Сплошному капиллярному контролю подлежат все сварные соединения деталей из сталей аустенитного класса, выполненные присадочными материалами, содержащими ниобий, а также сварные соединения приварки деталей из сталей аустенитного класса к антикоррозионной наплавке, содержащей ниобий.

В остальных случаях необходимость и объем капиллярного контроля сварных соединений деталей из сталей аустенитного класса устанавливается в соответствии с таблицей 11.2.

**11.11.3** Предварительно наплавленные перлитными или высокохромистыми присадочными материалами кромки деталей из легированных сталей следует подвергать сплошному капиллярному или магнитопорошковому контролю вне зависимости от категории сварного соединения (включая зону сплавления наплавки с основным металлом).

На сварных соединениях указанных деталей с деталями из сталей аустенитного класса проводят повторный капиллярный контроль зоны сплавления предварительной наплавки с основным металлом.

**11.11.4** Предусмотренный табл. 11.1 – 11.5 и 11.11.2 объем капиллярного или магнитопорошкового контроля может быть уменьшен, если при контроле первых двадцати однотипных сварных соединений изготавливаемого или монтируемого объекта (установки, заказа) с суммарной длиной проконтролированных швов не менее десяти метров не будут выявлены трещины. Указанное положение не распространяется на сварные соединения категорий I и II деталей из сталей перлитного класса, легированных ванадием или ниобием и деталей из сталей аустенитного класса, выполненных присадочными материалами, содержащими ниобий, а также на сварные соединения всех категорий деталей из сталей различных структурных классов.

**11.11.5** Уменьшенный по 11.11.4 объем капиллярного или магнитопорошкового контроля должен составлять не менее 2 % для сварных соединений деталей из углеродистых или (и) из кремнемарганцовистых сталей и для сварных соединений деталей из сталей аустенитного класса, выполненных присадочными материалами без ниобия, а в остальных случаях - не менее 15 %.

Если при выборочном контроле по данному пункту будет выявлена хотя бы одна трещина, то все сварные соединения, выполненные той же партией присадочных материалов, что и дефектное, подлежат сплошному контролю.

**11.11.6** При технической невозможности радиографического и/или ультразвукового контроля сварных соединений по указанию конструкторской документации взамен указанных методов контроля допускается проводить послойный визуальный контроль в процессе сварки с фиксацией результатов контроля в специальном журнале с последующим капиллярным или магнитопорошковым контролем выполненного сварного соединения в доступных местах.

**11.11.7** Радиографический контроль согласно табл. 11.1 – 11.3 сварных соединений категорий Пв и Шс, предназначенных для работы под давлением до 0,07 МПа, допускается не проводить, что должно быть отражено в конструкторской документации.

**11.11.8** Для сварных соединений Пв и Ш категорий трубопроводов с номинальным наружным диаметром до 200 мм включительно и при номинальной толщине стенки менее 15 мм допускается по решению проектной организации уменьшение объема радиографического контроля, но не более чем в два раза.

**11.11.9** При технической невозможности выполнить ультразвуковой контроль сварных соединений допускается заменять его радиографическим контролем в том же объеме.

В случае технической невозможности проведения радиографического контроля для сварных соединений Шв, Шс категорий допускается замена указанного контроля ультразвуковым контролем в том же объеме.

**11.11.10** Если сварное соединение подлежит выборочному радиографическому и ультразвуковому контролю, но последний технически невыполним, объем радиографического контроля должен быть удвоен.

**11.11.11** Методы, периодичность, места (зоны) и объемы контроля металла в процессе эксплуатации могут быть изменены по согласованию с Госатомрегулированием, в частности, с применением риск-информированных подходов при наличии соответствующего обоснования безопасной эксплуатации АЭС. К разработке обоснований могут привлекаться соответствующие экспертные организации.

Таблица 11.1 – Методы и объем неразрушающего контроля сварных соединений деталей из сталей перлитного класса или (и) из высокохромистых сталей (кроме сварных соединений вварки труб в трубные доски и сварных соединений приварки вспомогательных деталей)

Номинальная толщина сварных деталей, мм	Категория сварного соединения	Объем контроля, %								Контроль герметичности
		Визуального	Прогонкой металлическим шариком	Капиллярного или магнитно-порошкового	Радиографического		Ультразвукового			
					на оборудовании	на трубопроводах	на оборудовании	на трубопроводах		
				до $D_H = 325$ мм включительно		свыше $D_H = 325$ мм				
До 5,5 включительно	I, Па	100	См. 11.7.1	100	100	100	100	-	-	см. 11.8
	Пв	100		50	100	50	100	-	-	
	Ша	100		-	50	25	50	-	-	
	Пв	100		-	50	25	50	-	-	
	Пс	100		-	25	5	10	-	-	
Свыше 5,5	I	100		100	100	100	100	100	100	
	Па	100		100	100	50	100	100	100	
	Пв	100		50	50	25	50	100	100	
	Ша	100		-	50	25	50	100	100	
	Пв	100		-	25	-	25	25	25	
	Пс	100		-	10	-	10	10	10	

**Примечание.** Под вспомогательными деталями понимаются не нагружаемые давлением детали, привариваемые к корпусам оборудования и трубопроводам (опоры, накладки, сепарационные устройства, подвески и т.п.).

Таблица 11.2 – Методы и объем неразрушающего контроля сварных соединений деталей из сталей аустенитного класса и железоникелевых сплавов с деталями из сталей перлитного класса или высокохромистых сталей (кроме сварных соединений вварки труб в трубные доски и сварных соединений приварки вспомогательных деталей)

Сварные соединения	Категория сварного соединения	Объем контроля, %						
		Визуального	Прогонкой металлическим шариком	Капиллярного	Радиографического			Контроль герметичности
					на оборудовании	на трубопроводах		
						до D <sub>н</sub> = 325 мм включительно	свыше D <sub>н</sub> = 325 мм	
Деталей из сталей аустенитного класса или железоникелевых сплавов	I, Па	100	См. 11.7.1	Согласно указаниям данного стандарта	100	100	100	см. 11.8
	Пв	100			100	50	100	
	Ша	100			50	25	50	
	Шв	100			50	25	50	
	Шс	100			25	10	25	
Деталей из сталей аустенитного класса или железоникелевых сплавов с деталями из сталей перлитного класса или из высокохромистых сталей	I	100		100	100	100	100	
	Па	100		100	100	100	100	
	Пв	100		50	100	100	100	
	Ша	100		50	100	100	100	
	Шв	100		10	100	100	100	
	Шс	100		10	100	100	100	

Таблица 11.3 – Методы и объем неразрушающего контроля предварительной наплавки кромок деталей из сталей перлитного класса и из высокохромистых сталей и неразрушающего контроля наплавленного антикоррозионного покрытия на деталях (изделиях) из сталей перлитного класса

Вид наплавки	Категория сварного соединения	Объем контроля, %				
		Визуального	Капиллярного или магнитопорошкового	Радиографического		Ультразвукового
				до $D_H = 325$ мм включительно	свыше $D_H = 325$ мм	
Предварительная наплавка кромок аустенитными присадочными материалами	I, IIa	100	100	100	100	100
	IIb, IIIa	100	100	100	100	50
	IIIb	100	100	100	100	25
	IIIc	100	100	100	100	10
Предварительная наплавка кромок высокохромистыми или перлитными присадочными материалами	I	100	100	100	100	100
	IIa	100	50	50	100	100
	IIb	100	25	25	50	100
	IIIa	100	25	10	25	100
	IIIb, IIIc	100	-	-	-	100
Наплавленное антикоррозионное покрытие	-	100	-	-	-	100
Усиливающие наплавки	Методы и объем контроля устанавливаются проектной организацией по согласованию с экспертной организацией в области материаловедения или контроля металла и Госатомрегулирования.					

Таблица 11.4 – Методы и объем неразрушающего контроля сварных соединений вварки труб в трубные доски и коллекторы

Категория сварного соединения	Объем контроля, %			
	визуального	капиллярного или магнитопорошкового	радиографического	контроль герметичности
I	100	100	100	100
IIa	100	50	50	См. 11.8
IIb	100	-	25	
IIIa	100	-	25	
IIIb	100	-	10	
IIIc	100	-	-	

**Примечание.** В случае недоступности сварных соединений вварки труб в трубные доски и в коллекторы для радиографического контроля допускается замена радиографического контроля капиллярным или магнитопорошковым в том же объеме, а при вварке труб в трубные доски и в коллекторы на специальных автоматизированных установках с последующим сплошным контролем выполненных сварных соединений на герметичность гелиевым течеискателем - металлографическим исследованием контрольных сварных соединений, выполняемых на каждой установке в начале каждой смены (число сварных соединений не менее двух, проведение исследований не менее чем в четырех сечениях каждого соединения). Указанное решение должно приниматься проектной организацией совместно с экспертной организацией в области материаловедения или контроля металла по согласованию с ИЯБ на АЭС и отражаться в ТД и РД.

Таблица 11.5 – Методы и объем неразрушающего контроля угловых, тавровых и нахлесточных сварных соединений приварки вспомогательных деталей к изделиям, работающим под давлением

Категория сварного соединения*	Объем контроля, %	
	визуального	капиллярного или магнитопорошкового
I	100	100
IIa, IIb, IIIa	100	25
IIIb, IIIc	100	10

\* Категории сварных соединений устанавливаются НП 306.2.227-2020 в соответствии с группами оборудования и трубопроводов, к которым привариваются вспомогательные детали.

**11.11.12** Радиографический контроль угловых, тавровых, торцевых и нахлесточных сварных соединений следует проводить только в том случае, если суммарная радиационная толщина просвечиваемого металла (металл шва и основной металл) не превышает 100 мм, при этом толщина шва в направлении просвечивания должна составлять не менее 0,2 суммарной радиационной толщины.

**11.11.13** Недоступность для контроля тем или иным методом конкретных сварных соединений должна оговариваться в конструкторской документации и согласовываться с подразделением, выполняющим контроль металла.

**11.11.14** Угловые, тавровые, торцевые, нахлесточные сварные соединения с конструкционным зазором, а также угловые и тавровые соединения труб с номинальным внутренним диаметром привариваемой трубы (штуцера) менее 100 мм ультразвуковому контролю не подвергаются.

**11.11.15** Сварные соединения приварки к оборудованию и трубопроводам патрубков (штуцеров), труб, а также вварки труб в трубные доски при номинальном внутреннем диаметре патрубков (штуцеров) и труб до 15 мм включительно, радиографическому контролю не подлежат.

Сварные соединения приварки патрубков (штуцеров), труб с внутренним диаметром до 30 мм включительно подвергаются радиографическому контролю в объеме не менее 50 % протяженности соответствующего сварного шва, при этом обязательно проведение послойного визуального контроля в процессе сварки. Уменьшение объема контроля сварного шва не учитывается при назначении общего объема выборочного контроля.

Объем контроля сварных соединений приварки к оборудованию и трубопроводам патрубков (штуцеров), труб с внутренним диаметром свыше 30 мм выбирается в зависимости от категории и наружного диаметра привариваемого элемента согласно таблиц 11.1 - 11.3.

## **12 РАЗРУШАЮЩИЙ КОНТРОЛЬ**

### **12.1 Общие требования**

#### **12.1.1 Разрушающий контроль проводится:**

- при проверке качества сварочных (наплавочных) материалов путем испытаний образцов, вырезаемых из контрольных сварных швов (наплавов);
- при производственной аттестации технологии выполнения сварных соединений и наплавленных поверхностей путем испытаний образцов, вырезаемых из контрольных сварных соединений (наплавов);
- при проверке соответствия характеристик металла производственных сварных соединений установленным требованиям путем испытаний образцов, вырезаемых из производственных контрольных сварных соединений (в случаях, специально оговоренных в конструкторской документации на контролируемое изделие).

**12.1.2** Разрушающий контроль должен проводиться в соответствии с требованиями следующих нормативных документов или ТД:

- проверка химического состава (в том числе с применением спектрального анализа для определения содержания элементов с целью подтверждения марки стали) - по ДСТУ ГОСТ 12344, ГОСТ 12352 [4], ГОСТ 12353 [5], ГОСТ 12354 [6], ГОСТ 12356 [7], ГОСТ 12357 [8], ДСТУ ГОСТ 12361, ГОСТ 12365 [9], ДСТУ 7750, ДСТУ 7754, ДСТУ 7756, ДСТУ 7749, ДСТУ 2841 или по ТД на проведение разрушающего контроля сварных соединений и металла шва;
- определение механических свойств (предела прочности, предела текучести, относительного удлинения, относительного сужения), испытания на статический изгиб и сплющивание и ударный изгиб - по ГОСТ 6996 [3] или по ТД на проведение разрушающего контроля сварных соединений и металла шва;
- испытания на статический изгиб наплавленных деталей - по ПНАЭ Г-7-002-86 (приложение 2);
- определение или подтверждение критической температуры хрупкости - по ПНАЭ Г-7-002-86 (приложение 2) или по ТД на проведение разрушающего контроля сварных соединений и металла шва;



- испытания на стойкость против межкристаллитной коррозии - по ГОСТ 6032 [2] (по методам АМ, АМУ или АМУФ) или по ТД на проведение разрушающего контроля сварных соединений и металла шва;
- определение содержания ферритной фазы в наплавленном металле - по стандартам или по ТД на проведение разрушающего контроля сварных соединений и металла шва;
- металлографические исследования - по стандартам или по ТД на проведение разрушающего контроля сварных соединений и металла шва.

**12.1.3** Типы образцов для определения механических свойств металла шва, наплавленного металла и сварных соединений должны выбираться по ГОСТ 6996 [3] и указываться в конструкторской документации или ТД на проведение разрушающего контроля сварных соединений и металла шва (с указанием в необходимых случаях номера пояснительного чертежа).

**12.1.4** Число образцов для проведения механических испытаний должно быть не менее двух при испытаниях при каждой температуре. Число образцов при металлографических исследованиях должно быть не менее двух от каждого контрольного сварного соединения.

При других видах испытаний число образцов должно быть не менее чем указано в соответствующем нормативном документе по 12.1.2.

**12.1.5** Контролируемые поверхности шлифов при металлографическом исследовании должны включать:

- при контроле сварных соединений на поперечных шлифах - сечение шва и наплавки кромок под сварку с прилегающими к ним участками основного металла, позволяющими проконтролировать зону термического влияния;
- при контроле наплавки - наплавленный слой с прилегающей к нему частью основного металла, позволяющей контролировать зону термического влияния.

**12.1.6** При испытаниях сварных соединений сталей аустенитного класса на статический изгиб в случаях, предусмотренных ТД, допускается применение оправок диаметром, равным двум - четырем толщинам испытываемых образцов.

**12.1.7** Результаты разрушающего контроля должны удовлетворять требованиям раздела 15.

При получении неудовлетворительных результатов по какому-либо из видов испытаний механических свойств допускается проведение повторных испытаний на удвоенном количестве образцов. Результаты повторных испытаний являются окончательными.

При неудовлетворительных результатах испытаний по определению ферритной фазы или металлографических исследований должна быть выполнена новая контрольная наплавка (шов, сварное соединение) и испытания повторены в том же объеме. Результаты повторных испытаний являются окончательными.

**12.1.8** При получении неудовлетворительных результатов испытаний на стойкость против межкристаллитной коррозии проводятся повторные испытания удвоенного количества образцов, результаты которых являются окончательными.

**12.1.9** Результаты разрушающего контроля следует фиксировать в соответствии с требованиями нормативных документов, указанных в 12.1.2, а также раздела 17.

**12.1.10** Результаты проверки химического состава, значения критических температур хрупкости, определенные по 12.1.2, заносятся в паспорта оборудования и трубопроводов.

## **12.2 Требования к контролю при проверке качества сварочных (наплавочных) материалов**

**12.2.1** Разрушающий контроль при проверке качества сварочных (наплавочных) материалов перед их использованием в производстве проводится путем испытаний образцов, вырезаемых из контрольных сварных швов и наплавов, выполненных в соответствии с требованиями 8.4 данного стандарта и ТД на проведение разрушающего контроля сварных соединений и металла шва.

**12.2.2** При контроле наплавленного металла или металла шва по 12.2.1 определяются:

- химический состав (в случаях, предусмотренных конструкторской документацией, ТД на проведение разрушающего контроля сварных соединений и металла шва);
- механические свойства (предел прочности, предел текучести, относительное удлинение, относительное сужение) при нормальной температуре;
- механические свойства при повышенной температуре в случаях, предусмотренных конструкторской документацией;
- критическая температура хрупкости (или проводится ее подтверждение) в случаях, предусмотренных конструкторской документацией;
- содержание ферритной фазы в аустенитном наплавленном металле;
- стойкость против межкристаллитной коррозии аустенитного металла.

**12.2.3** При контроле покрытых электродов или проволоки для аргонодуговой сварки в среде аргона и в смеси аргона с гелием (при отсутствии в проволоке титана или ниобия) допускается не определять химический состав наплавленного металла или металла шва (могут быть приняты данные сертификата).

**12.2.4** При контроле покрытых электродов допускается не определять:

- механические свойства металла шва или наплавленного металла при нормальной и/или повышенных температурах, если в сертификате на контролируемую партию электродов приведены соответствующие характеристики металла шва (наплавленного металла) без термической обработки, и электроды контролируемой партии предназначены для выполнения сварных соединений (наплавов), не подвергаемых термической обработке;
- механические свойства металла шва или наплавленного металла при нормальной и/или повышенной температурах, если в сертификате на контролируемую партию электродов приведены соответствующие характеристики металла шва (наплавленного металла) после термической обработки, режимы которой соответствуют режимам термической обработки производственных сварных соединений (наплавов), подлежащих выполнению электродами контролируемой партии.

**12.2.5** Критическую температуру хрупкости не определяют (не подтверждают) в следующих случаях:

– при наличии в сертификате на контролируемую партию электродов результатов определения или подтверждения критической температуры хрупкости металла шва или наплавленного металла;

– если сварочные материалы предназначены для сварки (наплавки) изделий, не подлежащих расчету на сопротивление хрупкому разрушению согласно нормам раздела 5.8 ПНАЭ Г-7-002-86.

**12.2.6** При контроле присадочных материалов для аргодуговой сварки, предназначенных для заварки корневой части шва (за исключением стыковых сварных соединений I категории) и выполнения сварных соединений номинальной толщиной до 16 мм включительно (по меньшей толщине), определение механических свойств и определение (подтверждение) критической температуры хрупкости металла шва или наплавленного металла допускается не проводить.

**12.2.7** При контроле сварочных (наплавочных) материалов, предназначенных только для выполнения первого (примыкающего к основному металлу) слоя наплавки любого вида, определение механических свойств наплавленного металла, а также определение (подтверждение) критической температуры хрупкости металла шва или наплавленного металла допускается не проводить.

**12.2.8** Механические свойства металла шва (наплавленного металла), выполненного аустенитными сварочными материалами, определяют только в тех случаях, если конструкция, для изготовления которой они предназначены, после сварки подвергается термической обработке или нагреву под гибку, штамповку и т.п. или при наличии специальных требований в конструкторской документации.

**12.2.9** Содержание ферритной фазы должно определяться в металле, наплавленном аустенитными присадочными материалами (электродами, проволокой, лентой), в случае, если это содержание регламентировано стандартами или техническими условиями на соответствующий присадочный материал.

**12.2.10** Стойкость против межкристаллитной коррозии проверяется при контроле присадочных материалов, подлежащих использованию для сварки (наплавки) изделий из сталей аустенитного класса, работающих в водяных, пароводяных и паровых средах или для наплавки верхнего слоя антикоррозионного покрытия.

При этом контрольные швы (наплавки), из которых вырезаются образцы для испытаний, подвергаются термической обработке, если она предусмотрена для производственных сварных соединений (наплавки). При наличии нескольких режимов термической обработки производственных сварных соединений (наплавки) она должна проводиться по одному из этих режимов, наиболее неблагоприятному с точки зрения стойкости металла шва (наплавки) против межкристаллитной коррозии. Режим термической обработки должен быть согласован с экспертной организацией в области материаловедения или контроля металла и указан в ТД.

Испытания на стойкость против межкристаллитной коррозии при контроле сварочных (наплавочных) материалов, предназначенных для выполнения однослойного антикоррозионного покрытия, следует проводить по инструкции экспертной организации в области материаловедения или контроля металла.

**12.2.11** Разрушающий контроль при проверке наплавочных материалов, предназначенных для выполнения антикоррозионных покрытий, должен проводиться по стандартам (инструкциям), разработанным или согласованным экспертной организацией в области материаловедения или контроля металла.

### **12.3 Требования к выполнению контрольных сварных швов и наплавки для проведения разрушающего контроля**

**12.3.1** При выполнении контрольных сварных швов сочетание марок основного металла свариваемых пластин (деталей) и контролируемых сварочных материалов должно соответствовать требованиям СОУ НАЕК 159.

Допускается использовать пластины (детали) из сталей того же структурного класса других марок при условии предварительной наплавки подлежащих сварке кромок сварочными материалами контролируемой марки (сочетания марок) не менее, чем в три слоя. Для указанной наплавки кромок могут быть использованы сварочные материалы других (неконтролируемых) партий сварочных материалов той же марки, в том числе присадочные материалы другого сортамента.

В случае наплавки кромок не менее чем в пять слоев, по указанию ТД и РД допускается использовать пластины из сталей других структурных классов.

При контроле сварочных материалов, предназначенных для выполнения производственных сварных соединений сталей различных структурных классов, допускается использовать пластины из материала, на котором согласно СОУ НАЕК 159 не требуется предварительная наплавка кромок.

**12.3.2** При выполнении контрольных сварных швов автоматической сваркой под флюсом или аргонодуговой сваркой наплавку кромок (в три слоя) допускается проводить ручной дуговой сваркой покрытыми электродами, допущенными согласно СОУ НАЕК 159 для сварки тех же сталей, что и контролируемые сварочные материалы.

**12.3.3** Толщина свариваемых пластин (деталей) при выполнении контрольных сварных швов должна устанавливаться ТД и РД с соблюдением следующих условий:

- при использовании контролируемой партии (сочетания партий) сварочных материалов для выполнения производственных сварных соединений с предварительным и сопутствующим подогревом толщина пластин (деталей) должна быть не меньше толщины, начиная с которой, согласно СОУ НАЕК 159 для производственных сварных соединений, требуется подогрев;
- при использовании контролируемой партии (сочетания партий) сварочных материалов для выполнения производственных сварных соединений, подлежащих термической обработке, толщина пластин (деталей) должна быть не меньше толщины, начиная с которой, согласно СОУ НАЕК 159 для производственных сварных соединений, требуется проведение термической обработки;
- толщина свариваемых пластин (деталей) должна быть не менее 14 мм при дуговой сварке и 30 мм при электрошлаковой сварке.

**12.3.4** Длина свариваемых пластин (суммарная длина при сварке нескольких пар пластин) по протяженности сварного шва должна обеспечивать отбор необходимого количества образцов для проведения всех испытаний, предусмотренных данным разделом, включая возможные повторные испытания на удвоенном количестве образцов.

**12.3.5** Ширина каждой из свариваемых пластин (деталей) должна составлять не менее 300 мм при электрошлаковой сварке, 150 мм при автоматической сварке под флюсом и 80 мм при других способах сварки.

**12.3.6** Подготовку кромок пластин (деталей) допускается выполнять по любому типу стыкового сварного соединения, применяемому при сварке производственных

изделий соответствующей толщины контролируемые сварочными материалами, или по типу сварного соединения, предусмотренному стандартом или техническими условиями на контролируемые сварочные материалы.

**12.3.7** Для выполнения контрольных сварных швов и наплавов следует применять сварочное оборудование, обеспечивающее соблюдение всех параметров режима сварки, установленных ТД и РД для выполнения производственных сварных соединений и наплавов контролируемые сварочными (наплавочными) материалами.

**12.3.8** Режимы сварки должны соответствовать режимам, применяемым при выполнении одного из производственных сварных соединений контролируемые присадочными материалами соответствующего сортамента.

**12.3.9** Сварка контрольных сварных швов проводится в нижнем положении, если другие требования не оговорены в ТД и РД.

**12.3.10** Необходимость и температурные режимы предварительного и сопутствующего сварке подогрева при выполнении контрольных сварных швов должны соответствовать установленным в СОУ НАЕК 159 с учетом марки основного металла соответствующих производственных сварных соединений и толщины свариваемых пластин (деталей).

Если контролируемая партия (сочетание партий присадочных материалов и флюсов) сварочных материалов подлежит использованию для выполнения различных производственных сварных соединений, для которых установленная ТД и РД минимальная температура предварительного и сопутствующего подогрева отличается более чем на 50 °С (включая случай, когда подогрев не требуется) должны быть сварены два контрольных шва.

При сварке одного контрольного шва минимальная температура подогрева должна соответствовать наиболее низкой (в том числе без подогрева), а при сварке другого - наиболее высокой из числа минимальных температур, установленных для подогрева при сварке деталей (изделий) из сталей соответствующих марок и толщин. Если при этом отдельные производственные детали подлежат сварке без подогрева, сварку первого контрольного шва также проводят без подогрева.

**12.3.11** Необходимость, вид (отпуск, нормализация или закалка с последующим отпуском, аустенизация и т.п.) и режимы термической обработки контрольных сварных швов должны соответствовать применяемым для производственных сварных соединений, подлежащих выполнению с использованием контролируемых сварочных материалов.

**12.3.12** При проведении отпуска контрольных сварных швов допускается уменьшать продолжительность выдержки по сравнению с установленной для отпуска производственных сварных соединений, подлежащих выполнению сварочными материалами контролируемой партии (сочетания партий), но не более чем на 20 %.

**12.3.13** При многократной термической обработке производственных сварных соединений аналогичной термической обработке должны быть подвергнуты и контрольные сварные швы.

При многократных отпусках контрольный сварной шов допускается подвергать однократному отпуску с продолжительностью выдержки при каждой температуре не менее 80 % и не более 100 % суммарной продолжительности соответствующих выдержек при термической обработке производственных сварных соединений. Сначала следует проводить выдержку при более низкой температуре, затем при более высокой. Время перехода от одной температуры к другой в продолжительность

выдержки не засчитывается.

Суммарная продолжительность выдержек определяется как сумма номинальных продолжительностей выдержек (допуски не учитываются).

**12.3.14** При различных температурах и/или продолжительности выдержек отпусков производственных сварных соединений, для выполнения которых предназначена контролируемая партия (сочетание партий) сварочных материалов, допускается изготавливать два контрольных сварных шва при соблюдении следующих условий:

– первый контрольный сварной шов должен быть подвергнут тому же отпуску, что и производственное сварное соединение, для которого предусмотрена наиболее низкая температура окончательного отпуска с наиболее короткой продолжительностью выдержки (в случае однократного производственного отпуска) или наиболее низкие температуры окончательных отпусков с наименьшей суммарной продолжительностью выдержек (в случае многократных производственных отпусков);

– в тех случаях, когда контролируемые сварочные материалы будут использоваться для выполнения производственных сварных соединений как подлежащих, так и не подлежащих отпуску, первый контрольный сварной шов отпуску не подвергается;

– второй контрольный сварной шов должен быть подвергнут тому же отпуску, что и производственное сварное соединение, для которого предусмотрена наиболее высокая температура окончательного отпуска при наибольшей продолжительности выдержки (в случае однократного производственного отпуска) или наиболее высокие температуры окончательных отпусков с наибольшей суммарной продолжительностью выдержек (в случае многократных производственных отпусков);

– при определении наибольшей суммарной продолжительности выдержки должны учитываться и возможные отпуски после исправления дефектов производственных сварных соединений.

При изготовлении двух контрольных сварных швов с соблюдением указанных условий результаты контроля шва, выполненного контролируемыми сварочными материалами, распространяются на все промежуточные варианты многократных отпусков производственных сварных соединений.

**12.3.15** Для контрольных наплавов допускается использовать пластины из стали любой марки, если ТД и РД не оговорены другие требования.

**12.3.16** Толщина пластин для выполнения контрольных наплавов должна составлять не менее 40 мм для наплавленных антикоррозионных покрытий и не менее 20 мм в других случаях.

**12.3.17** Режимы наплавки должны соответствовать режимам, применяемым при выполнении одной из производственных наплавленных поверхностей (или одного из производственных сварных соединений) контролируемыми присадочными материалами (с учетом их сортамента).

**12.3.18** Наплавку пластин проводят в нижнем положении, если другие требования не указаны в ТД и РД.

**12.3.19** Необходимость и режимы предварительного и сопутствующего наплавке подогрева устанавливаются ТД и РД.

**12.3.20** Предварительно на пластине выполняют наплавку двух слоев (если пластина из стали того же структурного класса, что и наплавленный металл) или четырех слоев (если структурные классы стали пластины и наплавленного металла различны) сварочными материалами контролируемой марки (сочетания марок) любой партии (любого сочетания партий). Наплавку всех последующих (контрольных) слоев проводят сварочными материалами контролируемой партии (контролируемого сочетания партий).

**12.3.21** Площадь, а также количество и суммарная высота слоев каждой контрольной наплавки должны обеспечивать отбор необходимого количества образцов для проведения всех испытаний, предусмотренных данным разделом (включая возможные повторные испытания на удвоенном количестве образцов). При этом отбор образцов из трех первых слоев (если сталь пластины и наплавленный металл одного структурного класса) или из первых пяти слоев (если структурные классы стали пластины и наплавленного металла различны) не допускается.

**12.3.22** Порядок и условия выполнения контрольных наплавки аустенитными сварочными (наплавочными) материалами, предназначенными для наплавки антикоррозионных покрытий, устанавливается в соответствии с требованиями стандартов (инструкций), разработанных или согласованных экспертной организацией в области материаловедения или контроля металла.

**12.3.23** Необходимость, вид и режимы термической обработки контрольных наплавки должны соответствовать применяемым для производственных деталей (изделий) после выполнения наплавки контролируемые сварочными материалами.

На проведение отпуска контрольных наплавки (кроме антикоррозионных) распространяются указания 12.3.12 - 12.3.14 по проведению отпуска контрольных сварных швов.

Термическая обработка контрольных наплавки, предназначенных для определения содержания ферритной фазы в наплавленном металле, не допускается. В случае если контрольная наплавка предназначена и для других видов испытаний, то образцы для определения содержания ферритной фазы должны быть вырезаны до термической обработки контрольной наплавки.

**12.3.24** Отбор проб из контрольных сварных швов и наплавки выполняется с соблюдением следующих требований:

а) отбор проб для определения химического состава металла шва следует проводить в зоне контрольного сварного шва, отделенной от основного металла не менее чем двумя валиками или из двух верхних слоев дополнительной четырехслойной наплавки, выполненной на одном из концевых участков поверхности контрольного сварного шва.

Отбор проб для определения химического состава металла шва, выполненного электрошлаковой сваркой, следует проводить в соответствии с указаниями ТД;

б) отбор проб для определения механических свойств металла шва или наплавленного металла следует осуществлять по указаниям ГОСТ 6996 [3] с учетом требований 12.3.21;

в) отбор проб для определения или подтверждения критической температуры хрупкости должен осуществляться в соответствии с указаниями ПНАЭ Г-7-002-86 (приложение 2);

г) отбор проб для определения ферритной фазы в наплавленном металле должен проводиться в соответствии с указаниями отраслевых стандартов или

инструкций, согласованных с экспертной организацией в области материаловедения или контроля металла;

д) отбор проб для испытаний на стойкость против межкристаллитной коррозии следует проводить из верхних слоев контрольной наплавки с соблюдением требований 12.3.21;

е) отбор проб из контрольных наплавки антикоррозионных покрытий выполняется в соответствии с требованиями стандартов (инструкций), разработанных или согласованных экспертной организацией в области материаловедения или контроля металла.

## **12.4 Требования к контролю при проведении производственной аттестации технологии выполнения сварных соединений и наплавки**

**12.4.1** Разрушающий контроль при производственной аттестации технологии выполнения сварных соединений и наплавки проводится путем испытаний образцов, вырезаемых из контрольных сварных соединений и наплавки, выполненных в соответствии с указанными ниже требованиями.

**12.4.2** На каждую группу однотипных производственных сварных соединений (наплавки), выполняемых по аттестуемой технологии, должно быть изготовлено не менее одного контрольного сварного соединения (наплавки).

**12.4.3** Контрольные сварные соединения (наплавки) должны выполняться в соответствии с требованиями ТД и РД, разработанной на аттестуемую технологию.

**12.4.4** При выполнении контрольных сварных соединений или наплавки с подогревом его температура устанавливается в соответствии с требованиями СОУ НАЕК 159 для наибольшего значения номинальной толщины производственных сварных соединений (наплавленных деталей) аттестуемой группы, аналогичных по марке основного металла контрольному сварному соединению (наплавке). При этом толщина деталей контрольного сварного соединения должна быть не меньше толщины, при которой согласно СОУ НАЕК 159 требуется подогрев при сварке.

**12.4.5** При выполнении контрольных сварных соединений или наплавки, подлежащих термической обработке, температура выдержки устанавливается согласно СОУ НАЕК 159. При этом толщина деталей контрольного сварного соединения должна быть не меньше толщины, при которой согласно указанному документу требуется проведение термической обработки.

**12.4.6** Толщина основного металла контрольной наплавки должна соответствовать наибольшей номинальной толщине основного металла деталей с наплавленными поверхностями каждой аттестуемой группы. Для производственных наплавленных деталей с номинальной толщиной основного металла более 50 мм допускается выполнять контрольные наплавки с меньшей толщиной основного металла, но не менее 50 мм.

**12.4.7** Контрольные сварные соединения и наплавки подлежат сплошному неразрушающему контролю методами, установленными для соответствующих аттестуемых производственных сварных соединений и наплавленных поверхностей, и должны удовлетворять нормам, установленным в разделе 13. При этом нормы принимают по номинальным толщинам контрольных сварных соединений и наплавленных деталей.



**12.4.8** Партии (комбинации партий) сварочных (наплавочных) материалов, используемых для выполнения контрольных сварных соединений (наплавки) по 12.4.1, должны быть проверены в соответствии с требованиями раздела 8.

**12.4.9** При контроле стыковых сварных соединений проводятся следующие испытания:

- определение предела прочности при нормальной температуре;
- определение предела прочности при повышенной температуре;
- определение угла загиба или испытание на сплющивание при нормальной температуре;
- металлографические исследования.

**12.4.10** Испытания по определению предела прочности при повышенной температуре проводятся только при наличии соответствующего указания в конструкторской документации на изделия, свариваемые по аттестуемой технологии. При этом температура испытаний должна соответствовать наибольшей из числа указанных в этой документации.

**12.4.11** При контроле угловых, тавровых, торцевых и нахлесточных сварных соединений проводятся только металлографические исследования.

**12.4.12** При контроле наплавленных поверхностей проводятся испытания по определению угла загиба и металлографические исследования.

**12.4.13** На контрольных сварных соединениях из стали перлитного класса проводятся металлографические исследования и испытания механических свойств, при нормальной и, если это оговорено техническими условиями на изготовление изделия, повышенной (рабочей) температуре.

На контрольных сварных соединениях из стали аустенитного класса проводятся металлографические исследования и проверяется стойкость сварного соединения против межкристаллитной коррозии, а испытания механических свойств производятся только в случаях, когда конструкция после сварки подвергается термической обработке или нагреву под гибку, штамповку и т.п. или по специальным требованиям технической документации. На контрольных сварных соединениях из разнородных сталей (стали перлитного класса со сталями аустенитного класса) проводятся только металлографические исследования, а испытания механических свойств выполняются в особых случаях, предусматриваемых техническими условиями на изделие.

Образцы (шлифы) для сварных соединений вырезаются в поперечном сечении шва, для наплавки кромок – в поперечном сечении наплавленного слоя.

Контролируемые поверхности образцов (шлифов) при металлографическом исследовании должны включать:

- при контроле сварных соединений – сечение шва и наплавки кромки под сварку с прилегающими к ним участками основного металла, позволяющими проконтролировать зону термического влияния;
- при контроле наплавки кромок – наплавленный слой с прилегающей к нему частью основного металла, позволяющей контролировать зону термического влияния.

При необходимости металлографического исследования более чем на двух шлифах количество шлифов и схема их вырезки должны быть оговорены чертежами или схемами контроля. При контроле сварных соединений, выполненных в неповоротном положении, шлифы вырезаются из участков шва, выполненных как в

нижнем, так и в потолочном положении.

Осмотр шлифов производится с помощью лупы с увеличением в 4-7 раз.

Испытание на стойкость против межкристаллитной коррозии производится без провоцирующего нагрева не менее чем на трех образцах. Образцы вырезаются возможно ближе к поверхности слоя, контактирующего с рабочей средой.

Для поверхностного слоя антикоррозионной наплавки засчитываются испытания на стойкость против межкристаллитной коррозии сварочных материалов, предназначенных для наплавки антикоррозионного покрытия.

## **12.5 Требования к контролю производственных сварных соединений**

**12.5.1** Контроль производственных сварных соединений проводится для корпуса реактора (оборудование группы А) и для корпусов оборудования группы В, в случаях, устанавливаемых конструкторской (проектной) организацией.

**12.5.2** При контроле по 12.5.1 выполняется производственное контрольное сварное соединение. При этом производственное контрольное сварное соединение должно быть аналогично одному из контролируемых производственных стыковых кольцевых или продольных сварных соединений центральных обечаек корпусов оборудования по марке и партии (плавке) основного металла, по партии (сочетанию партий) сварочных материалов, по типу сварного соединения, номинальным толщинам и наружным диаметрам свариваемых деталей, способу и режимам сварки, а также по режимам предварительного и сопутствующего подогрева и термической обработки.

Если две свариваемые между собой обечайки корпуса изготовлены из металла разных партий (плавки), производственное контрольное сварное соединение может быть аналогично контролируемому производственному сварному соединению по партии (плавке) основного металла только одной из обечаек.

Допускается выполнение производственных контрольных сварных соединений с размерами, отличающимися от размеров соответствующих производственных сварных соединений, при условии, что соотношение максимальных и минимальных толщин и наружных диаметров деталей производственного и контрольного сварных соединений будет составлять не более 1,25 для оборудования группы А и не более 2,0 для оборудования группы В.

Для сварных соединений, выполняемых электрошлаковой сваркой, указанное соотношение должно быть не более 1,25 независимо от группы оборудования.

Для продольных сварных соединений соотношение диаметров допускается не учитывать.

В случаях, предусмотренных конструкторской документацией, при номинальном наружном диаметре производственных сварных соединений свыше 500 мм допускается изготовление плоских производственных контрольных сварных соединений.

**12.5.3** Необходимость выполнения производственных контрольных сварных соединений должна оговариваться в конструкторской документации на контролируемое оборудование, в которой должно быть предусмотрено изготовление специальных деталей с учетом требований 12.5.2 или соответствующее увеличение длины заготовок производственных деталей, обеспечивающее возможность выполнения производственного контрольного сварного соединения необходимых размеров.

**12.5.4** Если производственное сварное соединение подвергается многократной термической обработке по режимам отпуска, контрольное сварное соединение может быть подвергнуто единому отпуску продолжительностью от 80 % до 100 % суммарной продолжительности всех производственных отпусков. Если температуры производственных отпусков различны, выдержка при каждой температуре должна составлять не менее 80 % и не более 100 % суммарной продолжительности выдержки соответствующих производственных отпусков. При этом время перехода от одной температуры к другой не учитывается, а последовательность выдержки при различных температурах определяется последовательностью проведения соответствующих производственных отпусков.

**12.5.5** При контроле производственных сварных соединений по 12.5.1 определяются следующие характеристики сварного соединения:

- предел прочности и угол загиба при нормальной температуре;
- предел прочности при повышенной температуре;
- стойкость против межкристаллитной коррозии;
- критическая температура хрупкости (или проводится ее подтверждение).

**12.5.6** Определение предела прочности сварного соединения при повышенной температуре проводится только при наличии соответствующего указания в конструкторской документации на контролируемое изделие.

**12.5.7** Определение предела прочности и угла загиба для сварных соединений деталей из сталей аустенитного класса проводится только в тех случаях, когда контролируемое производственное изделие подвергается термической обработке, нагреву под гибку, штамповке или другим термическим операциям, или при наличии соответствующих указаний в конструкторской документации на изделие.

**12.5.8** Определение предела прочности для сварных соединений деталей из сталей различных структурных классов (например, перлитного и аустенитного) проводится только при наличии соответствующих указаний и установления норм оценки качества в конструкторской документации на изделие.

**12.5.9** Испытания на стойкость против межкристаллитной коррозии проводятся только для сварных соединений деталей из коррозионно-стойких сталей аустенитного класса (при наличии требований в конструкторской документации по стойкости против межкристаллитной коррозии).

**12.5.10** Критическая температура хрупкости металла шва и зоны сплавления или околошовной зоны производственного контрольного сварного соединения определяется в случаях, предусмотренных конструкторской документацией.

**12.5.11** Методы и объемы разрушающего контроля производственных сварных соединений должны соответствовать таблицам контроля качества, приведенным в конструкторской документации на контролируемое изделие.

## **12.6 Специальные требования к образцам-свидетелям**

**12.6.1** Контроль изменения свойств металла оборудования разрушающими методами проводится путем испытаний образцов-свидетелей, количество, которых, места установки, способы крепления в оборудовании определяются конструкторской (проектной) организацией и указываются в конструкторской (проектной) документации.

**12.6.2** С помощью образцов-свидетелей контролируют:

- 1) изменение механических свойств (предел текучести, предел прочности, относительное удлинение, относительное сужение);
- 2) изменение характеристик сопротивления хрупкому разрушению (критическая температура хрупкости, вязкость разрушения);
- 3) изменение характеристик циклической прочности (кривые усталости).

**12.6.3** Количество образцов-свидетелей, устанавливаемых в корпус реактора, должно быть таким, чтобы имелась возможность четкого установления зависимости измеряемых характеристик от эксплуатационных факторов (флюенса нейтронов, температуры, время и т.д.).

**12.6.4** Требования к номенклатуре, комплектации, срокам выгрузки, методикам испытаний ОС, отчетности по результатам их испытаний, требования к разработке и содержанию рабочих программ контроля свойств металла КР ВВЭР-1000 по образцам-свидетелям, а также требования к организации работ по определению условий облучения ОС установлены в «Типовой программе контроля корпусов реакторов ВВЭР по образцам-свидетелям» и нормативной документации Компании.

**12.6.5** Образцы-свидетели должны изготавливаться предприятием-изготовителем оборудования или специализированной организацией. Для изготовления образцов-свидетелей должны использоваться припуски штатных заготовок, из которых выполняются элементы оборудования или (при невозможности изготовления из припусков) штатные материалы или полуфабрикаты.

**12.6.6** Образцы-свидетели для контроля изменения свойств основного металла корпусов реакторов, набирающих к концу эксплуатации флюенс нейтронов не менее  $10^{22}$  нейтр/м<sup>2</sup> ( $E \geq 0,5$  МэВ), должны вырезаться из припусков штатных обечаек, располагаемых напротив активной зоны реактора. Места вырезки образцов-свидетелей и их количество определяются конструкторской организацией и указываются в конструкторской документации.

**12.6.7** Образцы-свидетели сварных соединений, набирающих к концу эксплуатации флюенс нейтронов не менее  $10^{22}$  нейтр/м<sup>2</sup> ( $E \geq 0,5$  МэВ), должны быть выполнены сварочными материалами той же партии (проволокой одной партии в сочетании с флюсом одной партии при автоматической сварке под флюсом, электродами одной партии при ручной дуговой сварке, проволокой одной партии при аргонодуговой сварке), что и сварные швы корпуса реактора напротив активной зоны. Если проволока одной марки, одной плавки, одного диаметра и одного вида поверхности поставлена разными партиями, ее следует рассматривать как проволоку одной партии (плавки) с присвоением ей общего номера.

**12.6.8** Заготовки (включая сварные соединения) для изготовления образцов-свидетелей должны подвергаться той же термической обработке, что и контролируемые изделия в процессе их изготовления и монтажа.

**12.6.9** Образцы-свидетели вместе с контейнерами для их размещения в оборудовании должны поставляться предприятием-изготовителем вместе с оборудованием. При этом должен быть также поставлен контрольный комплект образцов-свидетелей для контроля исходного состояния металла.

**12.6.10** Испытания образцов-свидетелей должны проводиться в специализированной организации. Определение этой организации, выгрузку, хранение и отправку образцов-свидетелей для испытаний осуществляет АЭС Компании.

## **13 НОРМЫ ОЦЕНКИ КАЧЕСТВА ПРИ НЕРАЗРУШАЮЩЕМ КОНТРОЛЕ СВАРНЫХ СОЕДИНЕНИЙ И НАПЛАВОК**

### **13.1 Общие требования**

**13.1.1** Оценка качества сварных соединений и наплавленного металла проводится на основании результатов контроля конкретных сварных соединений и наплавленных изделий в соответствии с требованиями раздела 11 данного стандарта, технических условий и стандартов на изготовление оборудования и трубопроводов, а также технических условий на ремонт.

**13.1.2** Нормы оценки качества принимают:

- при контроле стыковых, угловых, тавровых и нахлесточных сварных соединений - по номинальной толщине более тонкой детали;
- при контроле торцевых сварных соединений - по удвоенной номинальной толщине более тонкой свариваемой детали;
- при контроле вварки труб в трубные доски - по номинальной толщине стенки труб;
- при радиографическом контроле сварных соединений труб или других цилиндрических деталей через две стенки - по номинальной толщине одной стенки;
- при контроле сварных соединений, выполненных с расточкой - по номинальной толщине стенки (в месте расточки), которая должна указываться в конструкторской документации или ТД и РД. Показатели контроля должны удовлетворять нормам данного стандарта.

**13.1.3** Протяженность (длина) сварных соединений определяется по их наружной поверхности у края шва (для угловых и тавровых сварных соединений - по наружной поверхности привариваемой детали у края углового шва).

**13.1.4** В случаях, указанных в чертежах изделий, при контроле сварных соединений категорий Шв и Шс (доступных для сварки с одной стороны и выполненных без подкладных колец) трубопроводов и трубных систем оборудования в корне шва могут быть допущены непровары глубиной (высотой) до 10 % номинальной толщины сваренных труб, но не более 2 мм, с суммарной протяженностью не более 20 % внутреннего периметра соединения.

**13.1.5** Нормы оценки качества усиливающих наплавов устанавливаются конструкторской организацией по согласованию с экспертной организацией в области материаловедения или контроля металла.

### **13.2 Визуальный контроль**

**13.2.1** Трещины, отслоения, случайные дуги (прижоги), прожоги, свищи, наплывы, усадочные раковины, подрезы, брызги металла, непровары, скопления, выявленные при визуальном контроле, не допускаются.

**13.2.2** Нормы допустимости одиночных поверхностных включений для сварных соединений, подготовленных и предварительно наплавленных кромок приведены в табл. 13.1.

Таблица 13.1 – Нормы допустимости одиночных поверхностных включений сварных соединений, подготовленных и предварительно наплавленных кромок

Номинальная толщина деталей, в месте сварки (наплавки), мм	Допускаемый наибольший размер включения в сварных соединениях (наплавках) категорий, мм			Максимально допускаемое число включений на любых 100 мм протяженности сварного соединения (наплавки) категорий		
	I	II	III	I	II	III
До 2 включительно	–	–	0,3	–	–	2
Свыше 2 до 3 включительно	–	0,3	0,4	–	2	3
Свыше 3 до 4 включительно	0,3	0,4	0,5	2	3	4
Свыше 4 до 5 включительно	0,4	0,5	0,6	2	3	4
Свыше 5 до 6 включительно	0,5	0,6	0,8	2	3	4
Свыше 6 до 8 включительно	0,6	0,8	1,0	3	4	5
Свыше 8 до 10 включительно	0,8	1,0	1,2	3	4	5
Свыше 10 до 15 включительно	1,0	1,2	1,5	3	4	5
Свыше 15 до 20 включительно	1,2	1,5	2,0	4	5	6
Свыше 20 до 40 включительно	1,5	2,0	2,0	4	5	6
Свыше 40 до 100 включительно	1,5	2,0	2,5	5	6	7
Свыше 100 до 200 включительно	1,5	2,0	2,5	6	7	8
Свыше 200	1,5	2,0	2,5	7	8	9

**Примечание 1.** Включения с наибольшим фактическим размером до 0,2 мм не учитываются вне зависимости от номинальной толщины сварных (наплавленных) деталей, как при подсчете числа одиночных включений, так и при рассмотрении расстояния между включениями.

**Примечание 2.** Скопление включений, которое может быть вписано в квадрат с размером стороны, не превышающим значения допускаемого максимального размера одиночного включения, допускается рассматривать как одно включение.

**13.2.3** Нормы допустимости высоты (глубины) углубления между валиками и чешуйчатости их поверхности для сварных соединений приведены в табл. 13.2.

Таблица 13.2 – Нормы допускаемой высоты (глубины) углублений между валиками и чешуйчатости их поверхности

Номинальная толщина деталей, в месте сварки (наплавки), мм	Максимальный линейный размер для категорий сварных соединений, мм		
	I	II	III
До 2 включительно	0,3	0,4	0,6
свыше 2 до 4 включительно	0,4	0,6	0,8
свыше 4 до 6 включительно	0,6	0,8	1,0
свыше 6 до 10 включительно	0,8	1,0	1,2
свыше 10 до 15 включительно	1,0	1,2	1,5
свыше 15	1,2	1,5	2,0

**13.2.4** На поверхности антикоррозионного покрытия допускаются одиночные включения размером не более 1 мм, если их число на любом участке размером 100 мм × 100 мм не превышает четырех.

На поверхности усиливающих наплавки допускаются одиночные включения с максимальным размером не более 1 мм, если их число на любом участке площадью 25 см<sup>2</sup> не превышает пяти.

На визуальный контроль указанных поверхностей распространяются примечания 1 и 2 табл. 13.1.

На указанных поверхностях высота (глубина) углубления между валиками не должна превышать 1 мм, а чешуйчатость - 0,5 мм.

При автоматической дуговой наплавке ленточным электродом на указанных поверхностях допускается несовпадение уровней поверхностей двух соседних валиков в местах их сопряжения на величину, не превышающую 2 мм.

**13.2.5** Формы и размеры конструктивных элементов выполненных швов (ширина и высота усиления, вогнутость и превышение проплавления корня шва, смещение кромок, минимальное расстояние от края усиления шва до линии сплавления предварительной наплавки с основным металлом) и геометрическое положение осей или поверхностей сварных деталей (перелом осей, перпендикулярность) должны удовлетворять требованиям СОУ НАЕК 159, данного стандарта и конструкторской документации.

**13.2.6** При контроле собранных под дуговую сварку соединений должны выполняться следующие требования:

**13.2.6.1** В собранных под дуговую сварку соединениях деталей с двусторонней разделкой кромок смещение притуплений не должно превышать 0,5 мм при их номинальном размере до 1 мм включительно, половины номинального размера притуплений при его величине свыше 1 мм до 4 мм включительно и 2 мм при номинальном размере притуплений свыше 4 мм.

**13.2.6.2** Допускаемое смещение (несовпадение) внутренних кромок в стыковых сварных соединениях с односторонней разделкой может составлять до 12 % номинальной толщины стенки свариваемых деталей, но не более 0,5 мм.

**13.2.6.3** В собранных под электрошлаковую сварку стыковых сварных соединениях смещение кромок подлежащих сварке деталей не должно превышать 2 мм.

**13.2.6.4** В собранных под дуговую сварку стыковых сварных соединениях деталей одинаковой номинальной толщины, не подлежащих механической обработке после сварки в зоне швов, смещение кромок (несовпадение поверхностей соединяемых деталей) со стороны (сторон) выполнения сварки не должно превышать норм, приведенных в табл. 13.3.

Таблица 13.3 – Нормы допускаемых смещений кромок в стыковых сварных соединениях

Номинальная толщина деталей, в месте сварки (S), мм	Максимально допускаемое смещение кромок в стыковых сварных соединениях, мм		
	Продольных, меридиональных, хордовых и круговых при сварке любых деталей, а также кольцевых при приварке днищ	Поперечных кольцевых	
		При сварке труб и конических деталей	При сварке цилиндрических корпусных деталей из листа или поковок
До 5 включительно	0,20 S	0,20 S	0,20 S
Свыше 5 до 10 включительно	0,10 S + 0,5	0,10 S + 0,5	0,25 S
Свыше 10 до 25 включительно	0,10 S + 0,5	0,10 S + 0,5	0,10 S + 1,5
Свыше 25 до 50 включительно	0,04 S + 2,0	0,06 S + 1,5	0,06 S + 2,5
Свыше 50 до 100 включительно	0,02 S + 3,0	0,03 S + 3,0	0,04 S + 3,5
Свыше 100	0,01 S + 4,0, но не более 6,0	0,015 S + 4,5, но не более 7,5	0,025 S + 5,0, но не более 10,0

**13.2.7** При контроле выполненных сварных соединений должны соблюдаться следующие требования:

**13.2.7.1** При сварке поворотных стыков трубных деталей без подкладных колец допускается сплошная или прерывистая вогнутость корня шва с внутренней стороны, не превышающая указанную в табл. 13.4.

Таблица 13.4 – Нормы допускаемой вогнутости корня шва с внутренней стороны (при сварке поворотных стыков)

Номинальная толщина деталей, в месте сварки, мм	Допускаемая максимальная высота (глубина) вогнутости корня шва*, мм
От 1,0 до 1,8 включительно	0,2
Свыше 1,8 до 2,8 включительно	0,4
Свыше 2,8 до 4,0 включительно	0,6
Свыше 4,0 до 6,0 включительно	0,8
Свыше 6,0 до 8,0 включительно	1,0
Свыше 8,0 до 12 включительно	1,2
Свыше 12	1,5

\* Для сварных соединений Шв и Шс категорий допускается увеличение высоты (глубины) вогнутости в 1,5 раза.

При сварке неповоротных стыков труб без подкладных колец допускается вогнутость корня шва с внутренней стороны, не превышающая указанную в табл. 13.5.

**13.2.7.2** Размеры сплошной или прерывистой выпуклости корня шва при односторонней сварке труб без подкладных колец, а также проплавление кромок и подкладного кольца при сварке с поддувом должны удовлетворять требованиям,



приведенным для соответствующих типов сварных соединений в СОУ НАЕК 159. В случаях, не охватываемых указанным стандартом, указанная выпуклость должна удовлетворять требованиям табл. 13.6.

Таблица 13.5 – Нормы вогнутости корня шва с внутренней стороны (при сварке неповоротных стыков)

Номинальная толщина деталей, в месте сварки (S), мм	Допускаемая максимальная высота (глубина) вогнутости корня шва*, мм
От 1,0 до 1,8 включительно	0,4
Свыше 1,8 до 2,8 включительно	0,6
Свыше 2,8 до 4,0 включительно	0,8
Свыше 4,0 до 6,0 включительно	1,0
Свыше 6,0 до 8,0 включительно	1,2
Свыше 8	0,15S, но не более 1,6 мм при условии увеличения усиления шва на 1 мм от номинального размера
* Для сварных соединений Шв и Шс категорий допускается увеличение высоты (глубины) вогнутости в 1,5 раза.	

Таблица 13.6 – Нормы выпуклости корня шва при односторонней сварке труб

Номинальный внутренний диаметр трубы, мм	Размер выпуклости (не более), мм
До 25 включительно	1,5
Свыше 25 до 150 включительно	2,0
Свыше 150	2,5

**13.2.8** Толщина усиливающих наплавов должна удовлетворять требованиям конструкторской документации, ТД и РД.

**13.2.9** Толщина наплавленного антикоррозионного покрытия и толщина предварительной наплавки на кромках деталей должны удовлетворять требованиям данного стандарта. При измерениях толщины допустимые западания между валиками не учитываются.

**13.2.10** Выявленные при визуальном контроле дефекты должны быть исправлены до проведения контроля другими методами.

### **13.3 Контрольная операция «прогонка металлическим калибром (шариком)»**

Результаты контроля считаются удовлетворительными, если калибр (шарик) заданного чертежом размера проходит через контролируемое сварное соединение.

### **13.4 Капиллярный контроль**

**13.4.1** Оценка качества сварных соединений и наплавленных поверхностей при капиллярном контроле может проводиться как по индикаторным следам, так и по фактическим характеристикам выявленных несплошностей после удаления проявителя в зоне зафиксированных индикаторных следов.

**13.4.2** При контроле по индикаторным следам качество сварного соединения или наплавленной поверхности считается удовлетворительным при одновременном соблюдении следующих условий:

- индикаторные следы являются округлыми (удлиненные (линейные) индикаторные следы отсутствуют);
- наибольший размер каждого индикаторного следа не превышает трехкратных значений норм, приведенных в 13.2.2 и 13.2.4 для одиночных включений;
- количество индикаторных следов не превышает норм, приведенных в 13.2.2 и 13.2.4 для одиночных включений;
- индикаторные следы являются одиночными;
- при выявлении недопустимых индикаций допускается зашлифовка металла на глубину до 1 мм (или более, при условии обеспечения минимально допустимой толщины металла) и проведение последующего контроля в порядке описанном выше, результаты которого являются окончательными.

Округлые индикаторные следы с наибольшим размером до 0,6 мм включительно не учитываются вне зависимости от номинальной толщины сварных (наплавленных) деталей.

**13.4.2.1** При контроле по фактическим характеристикам выявленных несплошностей следует руководствоваться требованиями 13.2.1, 13.2.2 и 13.2.4.

**13.4.2.2** Несплошности, не удовлетворяющие нормам 13.4.2 по индикаторным следам, допускается подвергать контролю по фактическим характеристикам, результаты которого являются окончательными.

### **13.5 Магнитопорошковый контроль**

**13.5.1** Нормы оценки качества при магнитопорошковом контроле аналогичны нормам при визуальном контроле, установленным 13.2.1, 13.2.2 и 13.2.4. При этом допускается оценивать выявленные несплошности, выходящие на поверхность, по их фактическим характеристикам после удаления эмульсии или порошка.

**13.5.2** При выявлении недопустимых индикаций допускается проведение капиллярного контроля соответствующих участков, при положительных результатах которого проводится зашлифовка металла на глубину до 1 мм (при условии обеспечения минимально допустимой толщины металла) и последующий повторный магнитопорошковый контроль, результаты которого являются окончательными.

### **13.6 Радиографический контроль**

**13.6.1** Качество сварного соединения считается удовлетворительным, если на снимках не будут зафиксированы изображения трещины и недопустимые: непровары, включения, вогнутость, превышение проплавления корня шва или внутреннее смещение кромок, недоступные для измерения при визуальном контроле.

Если вогнутость, превышение проплавления корня шва или внутреннее смещение кромок проверены при визуальном контроле, их оценка при радиографическом контроле не проводится.

**13.6.2** Нормы допустимости одиночных включений и скоплений для сварных соединений I, II и III категорий, включая предварительно наплавленные кромки, приведены в табл. 13.7. Выявленные включения, наибольший размер которых менее значений, указанных в графе «Требуемая чувствительность контроля» (табл. 13.7), при оценке качества сварных соединений не учитываются как при подсчете

количества включений и их суммарной приведенной площади, так и при рассмотрении расстояний между включениями (скоплениями).

При определении скопления учитываются любые включения, наибольший размер которых превышает 0,2 мм.

При номинальной толщине стенки сварных деталей до 1 мм включительно нормы устанавливаются проектной организацией и согласовываются с экспертной организацией в области материаловедения или контроля металла.

При этом эти нормы не должны превышать значений, установленных в табл. 13.7 для толщины свыше 1,0 мм до 1,5 мм включительно.

**13.6.3** Любую совокупность включений (одиночных скоплений), которая может быть вписана в прямоугольник с размерами сторон, не превышающими значений допускаемого максимального размера и допускаемой максимальной ширины одиночного крупного включения, следует рассматривать как одно сплошное крупное включение.

**13.6.4** Любую совокупность включений (одиночных скоплений), которая может быть вписана в квадрат с размером стороны, не превышающим значения допускаемого максимального размера одиночного включения, допускается рассматривать как одно сплошное включение.

**13.6.5** При отсутствии одиночных крупных включений (в том числе принимаемых за указанные включения по 13.6.3) или при их количестве, менее допускаемого по нормам табл. 13.7, вместо них могут быть допущены в соответствующем количестве одиночные включения и/или одиночные скопления допускаемых размеров без их учета при подсчете суммарной площади одиночных включений и одиночных скоплений.

**13.6.6** Для сварных соединений (наплавленных кромок) протяженностью менее 100 мм нормы табл. 13.7 по количеству и суммарной площади включений (скоплений) должны быть пропорционально уменьшены. Если при этом получается дробное количество допускаемых включений (скоплений), то это количество округляется до ближайшего целого числа.

**13.6.7** При контроле предварительно наплавленных кромок требуемая чувствительность контроля, допускаемый максимальный размер одиночных мелких включений и одиночных скоплений, а также допускаемые максимальный размер и максимальная ширина одиночных крупных включений принимаются по нормам табл. 13.7, а допускаемое число и суммарная приведенная площадь одиночных мелких включений и одиночных скоплений, а также допускаемое число одиночных крупных включений устанавливаются ТД и РД (при выполнении предварительной наплавки кромок и сварного соединения на одном предприятии) или согласованной в установленном порядке технической документацией на изделие (при выполнении предварительной наплавки кромок на одном предприятии, их сварного соединения на другом). В любом случае устанавливаемое допускаемое число и суммарная приведенная площадь одиночных включений и скоплений, зафиксированных при контроле предварительно наплавленных кромок, не должны превышать 50 % соответствующих норм табл. 13.7.

**13.6.8** Нормы на высоту (глубину) вогнутости или проплавления корня шва принимаются по 13.2 (см. табл. 13.4 – 13.6).

**13.6.9** При контроле сварных соединений с неполным проплавлением или с подкладными кольцами (или на «усе») видимые на радиограмме конструкционные

зазоры (в том числе заполненные затекшим шлаком или металлом) браковочным признаком не являются.

Таблица 13.7 – Нормы на одиночные включения и скопления, допускаемые в сварных соединениях при радиографическом контроле

Номинальная толщина деталей, в месте сварки, мм	Требуемая чувствительность контроля, мм, не более	Одиночные включения и скопления				Одиночные крупные включения		
		Допускаемый наибольший размер		Допускаемое число включений и скоплений на любом участке сварного соединения длиной 100 мм	Допускаемая суммарная приведенная площадь включений и скоплений на любом участке сварного соединения длиной 100 мм, мм <sup>2</sup>	Допускаемые		Допускаемое число на любом участке сварного соединения длиной 100 мм
		включения, мм	скопления, мм			наибольший размер, мм	наибольшая ширина, мм	
1	2	3	4	5	6	7	8	9
<b>Сварные соединения I категории</b>								
Свыше 1,0 до 1,5 включительно	0,1	0,2	0,3	10	0,15	3,0	0,2	1
Свыше 1,5 до 2,0 включительно	0,1	0,3	0,4	10	0,3	3,0	0,3	1
Свыше 2,0 до 2,5 включительно	0,1	0,4	0,6	10	0,6	3,0	0,4	1
Свыше 2,5 до 3,0 включительно	0,1	0,5	0,8	10	1,0	3,0	0,5	1
Свыше 3,0 до 4,5 включительно	0,1	0,6	1,0	10	1,4	3,0	0,6	1
Свыше 4,5 до 6,0 включительно	0,2	0,8	1,2	11	2,5	3,0	0,8	1
Свыше 6,0 до 7,5 включительно	0,2	1,0	1,5	11	4,0	3,0	1,0	1
Свыше 7,5 до 10,0 включительно	0,2	1,2	2,0	12	5,5	3,5	1,2	1
Свыше 10,0 до 12,0 включительно	0,2	1,5	2,5	12	7,5	3,5	1,5	1
Свыше 12,0 до 14,0 включительно	0,3	1,5	2,5	13	9,0	4,0	1,5	1
Свыше 14,0 до 18,0 включительно	0,3	2,0	3,0	13	11,0	4,0	2,0	1
Свыше 18,0 до 21,0 включительно	0,3	2,0	3,0	14	14,0	4,0	2,0	1
Свыше 21,0 до 24,0 включительно	0,4	2,0	3,0	14	17,5	5,0	2,0	1
Свыше 24,0 до 27,0 включительно	0,4	2,5	3,5	15	20,0	5,0	2,5	2
Свыше 27,0 до 30,0 включительно	0,4	2,5	3,5	15	23,0	6,0	2,5	2
Свыше 30,0 до 35,0 включительно	0,5	2,5	4,0	16	26,0	6,0	2,5	2

Продолжение таблицы 13.7

1	2	3	4	5	6	7	8	9
Свыше 35,0 до 40,0 включительно	0,5	3,0	4,5	17	30,0	7,0	3,0	2
Свыше 40,0 до 45,0 включительно	0,6	3,0	4,5	18	34,0	8,0	3,0	2
Свыше 45,0 до 50,0 включительно	0,6	3,0	4,5	19	38,0	9,0	3,0	2
Свыше 50,0 до 55,0 включительно	0,6	3,0	4,5	20	42,0	10,0	3,0	2
Свыше 55,0 до 65,0 включительно	0,75	3,5	5,0	21	48,0	10,0	3,5	2
Свыше 65,0 до 75,0 включительно	0,75	3,5	5,0	22	56,0	10,0	3,5	2
Свыше 75,0 до 85,0 включительно	1,0	4,0	6,0	23	64,0	10,0	4,0	2
Свыше 85,0 до 100,0 включительно	1,0	4,0	6,0	24	72,0	10,0	4,0	2
Свыше 100,0 до 115,0 включительно	1,25	4,0	6,0	25	85,0	10,0	4,0	2
Свыше 115,0 до 125,0 включительно	1,25	5,0	7,0	25	100,0	10,0	5,0	2
Свыше 125,0 до 135,0 включительно	1,5	5,0	7,0	24	100,0	11,0	5,0	2
Свыше 135,0 до 150,0 включительно	1,5	5,0	7,0	24	115,0	11,0	5,0	2
Свыше 150,0 до 175,0 включительно	2,0	5,0	7,0	23	130,0	11,0	5,0	2
Свыше 175,0 до 200,0 включительно	2,0	5,0	8,0	23	150,0	11,0	5,0	2
Свыше 200,0 до 250,0 включительно	2,5	5,0	8,0	22	180,0	12,0	5,0	2
Свыше 250,0 до 300,0 включительно	3,0	6,0	9,0	21	220,0	12,0	6,0	2
Свыше 300,0 до 350,0 включительно	3,5	7,0	10,0	20	260,0	13,0	7,0	2
Свыше 350,0 до 400,0 включительно	4,0	8,0	12,0	19	300,0	13,0	8,0	2
Свыше 400,0 до 450,0 включительно	4,5	9,0	14,0	18	340,0	13,0	9,0	2
Свыше 450,0 до 500,0 включительно	5,0	10,0	15,0	17	380,0	14,0	10,0	2
Свыше 500,0 до 550,0 включительно	5,5	11,0	16,0	16	420,0	14,0	11,0	2
Свыше 550,0	6,0	12,0	18,0	15	460,0	14,0	12,0	2
<b>Сварные соединения II категории</b>								
Свыше 1,0 до 1,5 включительно	0,1	0,3	0,4	11	0,4	4,0	0,3	1
Свыше 1,5 до 2,0 включительно	0,1	0,4	0,6	11	0,6	4,0	0,4	1
Свыше 2,0 до 2,5 включительно	0,1	0,5	0,8	11	1,2	4,0	0,5	1
Свыше 2,5 до 3,5 включительно	0,1	0,6	1,0	11	1,7	4,0	0,6	1

Продолжение таблицы 13.7

1	2	3	4	5	6	7	8	9
Свыше 3,5 до 5,0 включительно	0,2	0,8	1,2	11	3,0	4,0	0,8	1
Свыше 5,0 до 6,5 включительно	0,2	1,0	1,5	12	4,5	4,0	1,0	2
Свыше 6,5 до 8,5 включительно	0,2	1,2	2,0	12	6,5	4,0	1,2	2
Свыше 8,5 до 10,0 включительно	0,2	1,5	2,5	13	8,5	4,0	1,5	2
Свыше 10,0 до 12,0 включительно	0,3	1,5	2,5	13	10,0	5,0	1,5	2
Свыше 12,0 до 15,0 включительно	0,3	2,0	3,0	14	12,0	5,0	2,0	2
Свыше 15,0 до 18,0 включительно	0,3	2,0	3,0	14	15,0	5,0	2,0	2
Свыше 18,0 до 21,0 включительно	0,4	2,5	3,5	15	18,0	6,0	2,5	2
Свыше 21,0 до 24,0 включительно	0,4	2,5	4,0	15	21,0	6,0	2,5	2
Свыше 24,0 до 28,0 включительно	0,5	3,0	4,5	16	24,0	7,0	3,0	2
Свыше 28,0 до 32,0 включительно	0,5	3,0	4,5	16	28,0	7,0	3,0	2
Свыше 32,0 до 38,0 включительно	0,6	3,0	4,5	18	32,0	8,0	3,0	2
Свыше 38,0 до 44,0 включительно	0,6	3,5	5,0	20	37,0	9,0	3,5	2
Свыше 44,0 до 52,0 включительно	0,75	3,5	5,0	21	43,0	10,0	3,5	2
Свыше 52,0 до 60,0 включительно	0,75	4,0	6,0	22	50,0	12,0	4,0	3
Свыше 60,0 до 70,0 включительно	1,0	4,0	6,0	23	58,0	12,0	4,0	3
Свыше 70,0 до 80,0 включительно	1,0	4,0	6,9	24	67,0	12,0	4,0	3
Свыше 80,0 до 100,0 включительно	1,25	4,0	6,0	25	81,0	12,0	4,0	3
Свыше 100,0 до 120,0 включительно	1,5	5,0	7,0	26	100,0	12,0	5,0	3
Свыше 120,0 до 140,0 включительно	1,75	5,0	7,0	25	115,0	12,0	5,0	3
Свыше 140 до 160,0 включительно	2,0	5,0	8,0	24	135,0	13,0	5,0	3
Свыше 160,0 до 200,0 включительно	2,5	6,0	9,0	24	160,0	13,0	6,0	3
Свыше 200,0 до 240,0 включительно	3,0	6,0	9,0	23	200,0	14,0	6,0	3
Свыше 240,0 до 280,0 включительно	3,5	7,0	10,0	22	235,0	14,0	7,0	3
Свыше 280,0	4,0	8,0	12,0	22	250,0	14,0	8,0	3
Сварные соединения III категории								
Свыше 1,0 до 2,0 включительно	0,1	0,4	0,6	12	0,8	5,0	0,5	2
Свыше 2,0 до 3,0 включительно	0,1	0,6	1,0	12	2,0	5,0	0,6	2

Конец таблицы 13.7

1	2	3	4	5	6	7	8	9
Свыше 3,0 до 4,0 включительно	0,2	0,8	1,2	12	3,5	5,0	0,8	2
Свыше 4,0 до 5,0 включительно	0,2	1,0	1,5	13	5,0	5,0	1,0	2
Свыше 5,0 до 6,5 включительно	0,2	1,2	2,0	13	6,0	5,0	1,2	3
Свыше 6,5 до 8,0 включительно	0,2	1,5	2,5	13	8,0	5,0	1,5	3
Свыше 8,0 до 10,0 включительно	0,3	1,5	2,5	14	10,0	5,0	1,5	3
Свыше 10,0 до 12,0 включительно	0,3	2,0	3,0	14	12,0	6,0	2,0	3
Свыше 12,0 до 14,0 включительно	0,4	2,0	3,0	15	14,0	6,0	2,0	3
Свыше 14,0 до 18,0 включительно	0,4	2,5	3,5	15	16,0	6,0	2,5	3
Свыше 18,0 до 22,0 включительно	0,5	3,0	4,0	16	20,0	7,0	3,0	3
Свыше 22,0 до 24,0 включительно	0,5	3,0	4,5	16	25,0	7,0	3,0	3
Свыше 24,0 до 28,0 включительно	0,6	3,0	4,5	18	25,0	8,0	3,0	3
Свыше 28,0 до 32,0 включительно	0,6	3,5	5,0	18	31,0	8,0	3,5	3
Свыше 32,0 до 35,0 включительно	0,6	3,5	5,0	20	35,0	9,0	3,5	3
Свыше 35,0 до 38,0 включительно	0,75	3,5	5,0	20	35,0	9,0	3,5	3
Свыше 38,0 до 44,0 включительно	0,75	4,0	6,0	21	41,0	10,0	4,0	3
Свыше 44,0 до 50,0 включительно	0,75	4,0	6,0	22	47,0	12,0	4,0	3
Свыше 50,0 до 60,0 включительно	1,0	4,0	6,0	23	55,0	14,0	4,0	4
Свыше 60,0 до 70,0 включительно	1,0	4,0	6,0	24	65,0	14,0	4,0	4
Свыше 70,0 до 85,0 включительно	1,25	5,0	7,0	25	78,0	14,0	5,0	4
Свыше 85,0 до 100,0 включительно	1,50	5,0	7,0	26	92,0	14,0	5,0	4
Свыше 100,0 до 130,0 включительно	2,0	5,0	8,0	27	115,0	14,0	5,0	4
Свыше 130,0 до 165,0 включительно	2,5	6,0	9,0	26	145,0	15,0	6,0	4
Свыше 165,0 до 200,0 включительно	3,0	6,0	9,0	25	160,0	15,0	6,0	4
Свыше 200,0 до 225,0 включительно	3,5	7,0	10,0	25	210,0	15,0	7,0	4
Свыше 225,0	4,0	8,0	12,0	24	230,0	16,0	8,0	4

**Примечание.** Требуемая чувствительность приведена применительно к канавочным эталонам. При использовании проволоочных эталонов значение чувствительности 0,30 мм; 0,60 мм; 0,75 мм и 1,5 мм допускается заменять 0,32 мм; 0,63 мм; 0,80 мм и 1,6 мм соответственно.



## 13.7 Ультразвуковой контроль

**13.7.1** Нормы допустимости одиночных несплошностей в зависимости от их эквивалентной площади/размера зарубки и количества (или суммарной эквивалентной площади) для сварных соединений, наплавленных аустенитными присадочными материалами кромок и антикоррозионной наплавки, приведены в табл. 13.8 – 13.11.

Кромки, предварительно наплавленные высокохромистыми присадочными материалами, контролируются в составе готового сварного соединения по нормам табл. 13.8 без разделения на предварительную наплавку и металл шва.

При контроле сварных соединений труб с номинальной толщиной стенки до 50 мм допускается использование контрольных зарубок и норм допустимости одиночных несплошностей, приведенных в табл. 13.8, 13.9.

**13.7.2** Качество сварного соединения, наплавки кромок под сварку и антикоррозионной наплавки считается удовлетворительным при одновременном соблюдении следующих требований:

- характеристики и количество несплошностей удовлетворяют нормам, приведенным в табл. 13.8 – 13.11;
- несплошность не является протяженной;
- расстояние по поверхности сканирования между двумя соседними несплошностями не менее условной протяженности несплошности с большим значением этого показателя;
- поперечные несплошности (типа «Г») отсутствуют.

Таблица 13.8 – Нормы допустимости одиночных несплошностей в сварных соединениях оборудования и трубопроводов наружным диаметром свыше 465 мм при ультразвуковом контроле сварных соединений деталей из сталей перлитного класса и/или из высокохромистых сталей

Номинальная толщина деталей, в месте сварки, мм	Эквивалентная площадь одиночных несплошностей, мм <sup>2</sup>						Допускаемое число фиксируемых одиночных несплошностей на любые 100 мм протяженности сварного соединения		
	Минимально фиксируемая			Максимально допускаемая			Категория сварного соединения		
	Категория сварного соединения			Категория сварного соединения					
	I	II	III	I	II	III	I	II	III
От 5,5 до 10 включительно	2,0	2,5	3,5	4	5	7	4	5	7
Свыше 10 до 20 включительно	2,0	2,5	3,5	4	5	7	5	6	8
Свыше 20 до 40 включительно	2,0	2,5	3,5	4	5	7	6	7	9
Свыше 40 до 60 включительно	2,5	3,5	5,0	5	7	10	7	8	10
Свыше 60 до 80 включительно	3,5	5,0	7,5	7	10	15	7	9	11
Свыше 80 до 100 включительно	5,0	7,5	10,0	10	15	20	7	9	11
Свыше 100 до 120 включительно	5,0	7,5	10,0	10	15	20	8	10	12
Свыше 120 до 200 включительно	7,5	10,0	15	15	20	30	8	10	12
Свыше 200 до 300 включительно	15,0	20,0	25,0	30	40	50	9	11	13
Свыше 300 до 400 включительно	25,0	–	–	50	–	–	10	–	–
Свыше 400 до 600 включительно	35,0	–	–	60	–	–	10	–	–

**Примечание.** Приведенные в таблице нормы по эквивалентной площади даны применительно к контролю с использованием стандартного плоскодонного отражателя. Допускается контроль по другим отражателям при условии соблюдения требования СОУ НАЕК 032 в части идентичности результатов контроля.

Таблица 13.9 – Нормы допустимости одиночных несплошностей в сварных соединениях трубопроводов диаметром от 25 мм до 465 мм при ультразвуковом контроле сварных соединений деталей из сталей перлитного класса и/или из высокохромистых сталей

Номинальная толщина деталей, в месте сварки, мм	Величина контрольной зарубки, мм	Наименьшая фиксируемая амплитуда сигнала от одиночной несплошности, дБ	Максимально допустимая амплитуда сигнала от одиночной несплошности, дБ	Допустимая условная протяжённость или условная высота несплошности	Допустимое количество одиночных несплошностей на 100 мм длины сварного соединения		
					Категория сварного соединения		
					I	II	III
От 5,5 до 8,0 включительно	2,0 x 1,0	На 6 дБ ниже сигнала от контрольной зарубки	На 3 дБ ниже сигнала для сварных соединений I и II категорий и на уровне сигнала от контрольной зарубки для сварных соединений III категории	Не более условной протяжённости или условной высоты контрольной зарубки	4	6	8
Свыше 8 до 15	2,0 x 2,0				4	6	8
Свыше 15 до 50	В средней части 3,5 x 2,0				В средней части шва		
	В подповерхностных слоях 6,0 x 2,0	3	3	4			
					Суммарное количество несплошностей		
					6	7	9
<p><b>Примечание 1.</b> Под средней частью сварного соединения понимается слой, отстоящий от обеих поверхностей соединения более чем на 5 мм.</p> <p><b>Примечание 2.</b> Поверхность швов должна быть зачищена для обеспечения плавного перехода к основному металлу.</p> <p><b>Примечание 3.</b> Не допускаются несплошности, которые обнаружены призматическим искателем, установленным под углом 10° - 40° к продольной оси шва, если они не выявляются при расположении искателя перпендикулярно оси шва, независимо от их условной протяжённости и амплитуды сигнала.</p>							

Таблица 13.10 – Нормы допустимости одиночных несплошностей в зоне сплавления наплавленного металла с основным при контроле наплавленных аустенитными присадочными материалами кромок деталей из сталей перлитного класса или из высокохромистых сталей

Номинальная толщина наплавленной кромки, мм	Эквивалентная площадь одиночных несплошностей, мм <sup>2</sup>		Допускаемое число фиксируемых одиночных несплошностей на любых 100 мм протяженности наплавленной кромки, шт.		
	Минимально фиксируемая	Максимально допускаемая	Категория сварного соединения		
			I	II	III
Свыше 10 до 40 включительно	3,5	7	3	4	5
Свыше 40 до 60 включительно	3,5	7	4	5	6
Свыше 60	3,5	7	5	6	7

Таблица 13.11 – Нормы допустимости несплошностей в зоне сплавления наплавленного металла с основным при контроле антикоррозионной наплавки

Номинальная толщина наплавленной детали (изделия) без учета покрытия, мм	Эквивалентная площадь одиночных несплошностей, мм <sup>2</sup>		Допускаемая суммарная эквивалентная площадь одиночных несплошностей на любом участке размером 200 мм × 200 мм, мм <sup>2</sup>
	Минимально фиксируемая	Максимально допускаемая	
До 100 включительно	10	20	75
Свыше 100 до 300 включительно	15	30	100
Свыше 300	20	40	125

### 13.8 Контроль герметичности

**13.8.1** Качество сварного соединения и основного металла считается удовлетворительным, если по результатам контроля герметичности не обнаружены недопустимое натекание или утечка, превышающее нормы соответствующего класса герметичности установленного конструкторской (проектной) организацией и указанного в КД или ТД и РД.

## 14 НОРМЫ ОЦЕНКИ КАЧЕСТВА ПРИ НЕРАЗРУШАЮЩЕМ ЭКСПЛУАТАЦИОННОМ КОНТРОЛЕ

### 14.1 Общие требования

**14.1.1** Оценка качества основного металла, сварных соединений и наплавленного металла при эксплуатационном контроле проводится на основании результатов контроля основного металла, конкретных сварных соединений и наплавленных изделий в соответствии с требованиями данного раздела стандарта, технических условий и стандартов на изготовление оборудования и трубопроводов, технических решений содержащих эксплуатационные нормы оценки качества, а также методик контроля, аттестованных в составе системы эксплуатационного неразрушающего контроля.

**14.1.2** Нормы оценки качества основного металла разработаны на основании соответствующих разделов технических условий и стандартов на изготовление оборудования и трубопроводов.

Нормы оценки качества конкретных элементов оборудования и трубопроводов приведены в соответствующих документах, указанных в конструкторской документации.

**14.1.3** Оценка качества сварных соединений и наплавки оборудования и трубопроводов АЭС проводится согласно 14.4 и 14.1.3.1 – 14.1.3.4 данного стандарта.

**14.1.3.1** При оценке качества антикоррозионной наплавки не допускаются:

- а) трещины в металле наплавки и зоне сплавления наплавки с основным металлом;
- б) отколы и отрывы наплавки от основного металла.

**14.1.3.2** При оценке качества антикоррозионной наплавки по результатам визуального контроля допускаются:

- а) одиночные разрозненные поры и шлаковые включения, наибольший линейный размер которых не превышает 1,0 мм;
- б) количество несплошностей на любом участке 10 см × 10 см не более 4 шт. на любом участке 20 см × 20 см не более 8 шт.

**14.1.3.3** При оценке качества антикоррозионной наплавки по результатам капиллярного контроля:

- а) допускаются одиночные разрозненные поры и шлаковые включения, наибольший линейный размер которых по индикаторному следу не превышает 3,0 мм;
- б) протяжённые индикаторные следы не допускаются. Протяженным индикаторным следом считается след с отношением длины к ширине более трех;
- в) допустимое количество несплошностей на любом участке 10 см × 10 см не более 4 шт., на любом участке 20 см × 20 см не более 8 шт.

Капиллярный контроль выполняется по СОУ НАЕК 014 по второму классу чувствительности.

**14.1.3.4** При оценке качества зоны (границы) сплавления антикоррозионной наплавки с основным металлом по результатам ультразвукового контроля качество считается неудовлетворительным, если:

- а) несплошности по своей эквивалентной площади, определяемой по эталонам или амплитуде сигнала превышают нормы, приведённые в таблице 14.1;
- б) суммарная эквивалентная площадь несплошностей в зоне сплавления антикоррозионной наплавки с основным металлом превышает нормы, приведённые в таблице 14.1;
- в) условная протяженность несплошности превышает условную протяженность соответствующего эталонного отражателя;
- г) несплошность не является одиночной, т.е. расстояние по поверхности сканирования до соседней несплошности менее условной протяженности каждой из рассматриваемых.

Таблица 14.1 – Нормы несплошностей, допустимых в зоне сплавления антикоррозионной наплавки с основным металлом

Номинальная толщина наплавляемой детали, мм	Минимально фиксируемая эквивалентная площадь одиночной несплошности, мм <sup>2</sup>	Максимально допустимая эквивалентная площадь одиночной несплошности, мм <sup>2</sup>	Суммарная допустимая эквивалентная площадь одиночных несплошностей на любом участке 200 мм × 200 мм, мм <sup>2</sup>
до 100 включительно	10	20	75
свыше 100 до 300 включительно	15	30	100
свыше 300	20	40	125

## 14.2 Оценка качества основного металла

Данный подраздел устанавливает нормы оценки качества основного металла элементов оборудования и трубопроводов, крепежных деталей, резьбовых поверхностей, поверхностей отливок, элементов роторов турбин и штоков СРК.

Нормы оценки качества основного металла разработаны на основании соответствующих разделов технических условий и стандартов на изготовление оборудования и трубопроводов.

Нормы оценки качества конкретных элементов оборудования и трубопроводов приведены в соответствующих документах, указанных в конструкторской документации.

### 14.2.1 Оценка качества основного металла по результатам визуального контроля

**14.2.1.1** При визуальном контроле основного металла оборудования и трубопроводов на поверхности осматриваемых элементов не допускаются:

- трещины любой ориентации и протяженности;
- плены, закаты, рванины и расслоения;
- прижоги, брызги металла.

**14.2.1.2** Выявленные царапины, риски, задиры, вмятины, эрозионные и коррозионные повреждения не должны уменьшать толщину стенки оборудования и трубопроводов до значения менее минимально допустимой толщины.

**14.2.1.3** Резьбовые и нерезьбовые поверхности крепежных деталей (болтов, шпилек, гаек, шайб) не должны иметь трещин, надрывов, закатов, рванин, плен и несмываемой ржавчины. На нерезьбовых поверхностях деталей не допускаются волосовины. На резьбовых поверхностях не допускаются заусенцы, задиры, забоины, выкрошенные и сорванные нитки, вмятины, раскатанные и раскованные пузыри. Резьба должна быть полной и иметь заправленную нитку.

**14.2.1.4** На резьбовых поверхностях отливок и поковок допускаются без исправлений видимые невооруженным глазом единичные несплошности (кроме трещин) размером не более одного шага резьбы, протяженностью и глубиной не

более 2 мм. Несплошности, расположенные ближе, чем через две нити, не допускаются.

**14.2.1.5** На поверхности отливок и поковок не допускается трещины, пригар, спаи, шлаковые включения, поверхностные складки, плены, несглаженные насечки от зубила.

**14.2.1.6** Для элементов трубопроводов допускаются поверхностные несплошности без острых углов, не препятствующие проведению визуального контроля, если значение толщины стенки не выходит за пределы допустимых значений толщины.

**14.2.1.7** Дополнительные требования контроля резьбовой поверхности указаны в таблице 14.2.

Таблица 14.2 - Оценка качества резьбовой поверхности крепежных элементов оборудования

Наименование оборудования	Элемент крепежа	Не допускаются
		3
1	2	3
Реактор	шпильки	– трещины на поверхности (резьбовая и галтельная часть); – выкрашивание ниток рабочей части резьбы глубиной более 1/2 высоты профиля резьбы или длиной, превышающей 8 % общей длины резьбы по винтовой линии, а в одном витке более 1/3 его длины;
	гайки	– трещины на поверхностях резьбы; – вмятины на резьбе глубиной более 1/2 высоты профиля; – выкрашивание ниток резьбы, вмятины, глубиной более 1/2 высоты профиля резьбы или длиной, превышающей половину длины витка;
	шпилечные гнезда	– трещины, язвы, заусенцы, задиры, плены и несмываемая ржавчина, забоины, надрывы, рванины, вмятины, выкрашивания и другие дефекты, препятствующие ввинчиванию шпильки
Парогенератор	шпильки	– трещины на поверхности (резьбовая и галтельная часть); – выборки на рабочей части резьбы (длине свинчивания) от зачищенных дефектов глубиной более высоты профиля резьбы на суммарной длине более половины длины витка
	гайки	– трещины на поверхностях резьбы; – выборки от зачищенных дефектов глубиной более высоты профиля резьбы на суммарной длине более половины длины витка;
	шпилечные гнезда	– трещины, язвы, заусенцы, задиры, плены и несмываемая ржавчина, забоины, надрывы, рванины, вмятины, выкрашивания и другие дефекты, препятствующие ввинчиванию шпильки
Компенсатор давления и гидроемкости САОЗ	шпильки	– трещины на поверхности (резьбовая и галтельная часть); – выкрашивание ниток рабочей части резьбы глубиной более 1/2 высоты профиля резьбы или длиной, превышающей 10 % рабочей длины резьбы, а в одном витке более 1/3 его длины;
	гайки	– трещины на поверхностях резьбы; – выкрашивание резьбы, глубиной более половины высоты профиля резьбы или длиной, превышающей половину длины витка;
	шпилечные гнезда	– трещины, смятие или выкрашивание резьбы глубиной более половины высоты профиля резьбы или длиной, превышающей половину длины витка и другие дефекты, препятствующие ввинчиванию шпильки

Конец таблицы 14.2

1	2	3
Запорная задвижка	шпильки	– трещины на поверхности (резьбовая и галтельная часть); – выкрашивание ниток рабочей части резьбы глубиной более 1/2 высоты профиля резьбы или длиной, превышающей 8 % общей длины резьбы по винтовой линии, а в одном витке - более 1/3 его длины;
Запорная задвижка	гайки	– трещины на поверхностях резьбы; – выкрашивание резьбы гаек, глубиной более половины высоты профиля резьбы или длиной, превышающей половину длины витка;
	шпилечные гнезда	– трещины, вмятины, срывы и смятие резьбы и другие дефекты, препятствующие ввинчиванию шпильки
ГЦН	шпильки	– трещины на поверхности (резьбовая и галтельная часть); – выкрашивание рабочей части резьбы шпилек глубиной более 1/2 высоты профиля резьбы или длиной, превышающей 10 % рабочей длины резьбы, а в одном витке более 1/3 его длины;
	гайки	– трещины на поверхностях резьбы; – выкрашивание резьбы гаек глубиной более половины высоты профиля резьбы или длиной, превышающей половину длины витка;
	шпилечные гнезда	– трещины, смятие или выкрашивание резьбы глубиной более половины высоты профиля резьбы или длиной, превышающей половину длины витка и и другие дефекты, препятствующие ввинчиванию шпильки
Верхний блок реактора ВВЭР-440	шпилечные гнёзда М36 × 4 патрубков ТК (ЭВ), СУЗ	– трещины; – одиночные повреждения резьбы вдоль винтовой линии одного из первых 4-х витков протяжённостью более 5,2 мм и глубиной более 1,18 мм; – одиночные повреждения резьбы вдоль винтовой линии на любом последующем витке протяжённостью более 52 мм и глубиной более 1,18 мм; – суммарная протяжённость повреждений резьбы вдоль винтовой линии всех витков более 109 мм и глубиной более 1,18 мм; – износ резьбы глубиной более 1,18 мм вдоль винтовой линии резьбы на длине более 109 мм; – прослабление внутреннего диаметра резьбового отверстия (износ резьбы вдоль винтовой линии по всей глубине шпилечного гнезда) более 0,5 мм ( $D_2 \geq 33$ мм, где $D_2$ – средний диаметр резьбы гайки (фланца), мм); – коррозионные повреждения резьбы глубиной более 1,18 мм и длиной более 5,2 мм для первых четырех витков и 52 мм для последующих витков.

**14.2.1.8** Для элементов роторов турбин (вал ротора, рабочие и направляющие лопатки, бандажи, диафрагмы) не допускаются трещины и механические повреждения. Допуски по глубине и площади зон эрозионного износа устанавливаются в каждом конкретном случае по согласованию с заводом-изготовителем.

**14.2.1.9** Для основного металла штоков СРК не допускаются трещины.



## **14.2.2 Оценка качества основного металла по результатам капиллярного или магнитопорошкового контроля**

**14.2.2.1** При контроле поверхности основного металла оборудования и трубопроводов методами КК или МПК фиксации подлежат показания несплошностей размером более 1 мм.

**14.2.2.2** На поверхности контролируемой детали не допускаются:

- а) трещины и протяженные несплошности (несплошности, у которых длина превышает ширину более чем в 3 раза);
- б) любые показания округлых несплошностей размером более 5,0 мм;
- в) четыре и более показаний округлых несплошностей с расстоянием между краями 1,6 мм и менее;
- г) десять и более показаний округлых несплошностей на любой площади 40 см<sup>2</sup> с максимальной длиной участка 150 мм.

**14.2.2.3** Для элементов роторов турбин (вал ротора, рабочие и направляющие лопатки, бандажи, диафрагмы) не допускаются трещины.

**14.2.2.4** Для основного металла штоков СРК не допускаются трещины.

**14.2.2.5** На поверхности крепежных деталей (болты, шпильки, гайки, шайбы) не допускаются трещины.

**14.2.2.6** Для литых корпусов насоса ГЦН-195М для обработанных и необработанных поверхностей отливок, торцевой поверхности по диаметру 2270 мм, торцевой поверхности перехода между диаметрами 1100 мм и 1130 мм и на участке 35 мм от торца по тем же диаметрам, а также по диаметру 1150 мм, допускаются без исправления следующие несплошности (по индикации):

- а) любые единичные несплошности (кроме протяженных), если наибольший линейный размер несплошности не превышает 7 мм на внутренних поверхностях и 15 мм на наружных поверхностях;
- б) скопление единичных несплошностей в любом прямоугольнике площадью 40 см<sup>2</sup>, основной размер которых не более 150 мм и количество несплошностей не более 10 штук, при этом площадь берется в наиболее неблагоприятном месте.

Не допускается более 4-х несплошностей, расположенных на одной линии на расстоянии менее 2 мм друг от друга (расстояние измеряется по близлежащим краям индикаторного следа).

На торцевой поверхности между диаметрами 1100 мм и 1130 мм, а также по диаметру 1150 мм несплошности не допускаются.

На торцевой поверхности по диаметру 2270 мм допускаются несплошности, указанные в пунктах «а» и «б», а также скопления округлых несплошностей, носящих характер засоров и газоусадочных пор размером до 3 мм. При этом количество пор в скоплении не более 30 штук на площади 100 см<sup>2</sup>. Расстояние между границами скоплений не менее 50 мм. Допускается группы мелких несплошностей принимать за одну при условии соблюдения вышеуказанных норм.

## **14.2.3 Оценка качества основного металла по результатам ультразвукового контроля**

**14.2.3.1** Оценка качества основного металла оборудования и трубопроводов АЭС с реакторными установками ВВЭР-440 по результатам ультразвукового контроля приведена в таблице 14.4 данного раздела.

**14.2.3.2** Оценка качества основного металла оборудования и трубопроводов АЭС с реакторными установками ВВЭР–1000 по результатам ультразвукового контроля приведена в таблицах 14.5 и 14.6.

**14.2.3.3** Оценка качества по результатам ультразвукового контроля деталей, изготовленных из листов марки 10ГН2МФА (листы толщиной до 200 мм) производится по следующим нормам (ТУ 108.766-86 [16]):

а) не допускаются несплошности, которые вызывают полное про падание донного импульса или дающие непрерывный импульс, равный или более амплитуды импульса от контрольного отверстия диаметром 5,2 мм в пределах круга диаметром более 70 мм;

б) не допускаются две или более несплошности, меньших по размеру, чем несплошности, указанные в а), если они не разделены хотя бы минимальным расстоянием равным максимальному линейному размеру более крупной несплошности и если они не укладываются в круг диаметром 70 мм.

Несплошности, укладываемые в круг диаметром 42 мм, не учитываются. На любом квадратном участке площадью  $1 \text{ м}^2$  количество зафиксированных несплошностей должно быть не более 5, при этом расстояние между двумя соседними несплошностями не должно быть менее большего линейного размера этих несплошностей.

**14.2.3.4** При оценке качества деталей, изготовленных из листов марок 15Х2НМФА и 15Х2НМФА-А (детали, изготовленные из листов толщиной от 150 мм до 350 мм), результаты УЗК должны удовлетворять требованиям, указанным для поковок (таблица 14.5).

**14.2.3.5** Для деталей оборудования и трубопроводов, изготовленных из поковок сталей марки 20, 15ГС, 16ГС, оценка качества по результатам УЗК проводится в соответствии с указаниями таблицы 14.3.

Таблица 14.3 - Показатели технических требований к поковкам по результатам ультразвукового контроля

Прямой преобразователь						Наклонный преобразователь						L <sub>1</sub>	Удельная густота дефектов в скоплении, n <sub>0</sub>
H ≤ 250		250 < H ≤ 400		H > 400		H ≤ 150		150 < H ≤ 200		H > 200			
S <sub>0</sub>	S <sub>1</sub>	S <sub>0</sub>	S <sub>1</sub>	S <sub>0</sub>	S <sub>1</sub>	S <sub>0</sub>	S <sub>1</sub>	S <sub>0</sub>	S <sub>1</sub>	S <sub>0</sub>	S <sub>1</sub>		
10	20	20	40	40	70	10	20	20	40	40	70	*L <sub>0</sub>	6

**Примечание.** \*L<sub>0</sub> - Условная протяженность контрольного отражателя, эквивалентного по амплитуде данному дефекту

Фиксации подлежат дефекты эквивалентной площадью S<sub>0</sub> и более.

Не допускаются дефекты эквивалентной площадью S<sub>1</sub> и более.

Не допускаются дефекты условной протяженностью L<sub>1</sub> и более.

Не допускаются дефекты, вызывающие при контроле прямым преобразователем ослабление донного сигнала до уровня S<sub>0</sub> и ниже.

Не допускаются непротяженные дефекты эквивалентной площадью от S<sub>0</sub> до S<sub>1</sub>, если они образуют скопление из n или более дефектов при пространственном расстоянии между наиболее удаленными дефектами, равном или меньшем толщины поковки (высоты заготовки) H.

Значения n<sub>0</sub> используют для вычисления недопустимого числа n дефектов в скоплении размером H по формуле:

$$n = n_0 \frac{\cdot H \cdot}{100}$$

При вычислении  $n$  округляют до целого числа в сторону уменьшения.

При этом должны учитываться следующие требования:

а) Расстояние между двумя дефектами эквивалентной площадью от 15 мм<sup>2</sup> до 20 мм<sup>2</sup> у поковок толщиной стенки до 250 мм и от 30 мм<sup>2</sup> до 40 мм<sup>2</sup> у поковок толщиной стенки свыше 250 мм должно быть не менее 50 мм.

б) При определении минимально недопустимого количества несплошностей ( $n$ ) в скоплении величина  $H$  принимается равной толщине поковки (высоте заготовки).

в) В поковках с толщиной стенки более 250 мм при контроле прямым преобразователем на любом квадратном участке поверхности площадью 1 м<sup>2</sup> суммарная эквивалентная площадь всех зафиксированных несплошностей не должна превышать 800 мм<sup>2</sup>, при этом количество несплошностей эквивалентной площадью от 30 мм<sup>2</sup> до 40 мм<sup>2</sup> не должно быть более 5 штук.

Таблица 14.4 - Оценка качества основного металла оборудования и трубопроводов АЭС с реакторными установками ВВЭР-440 по результатам ультразвукового контроля

Толщина		Минимально фиксируемая несплошность с эквивалентной площадью ( $S_0$ ), мм <sup>2</sup>	Не допускаются несплошности					Суммарная площадь зафиксированных несплошностей на любом участке площадью 1 м <sup>2</sup> , мм <sup>2</sup> , более
свыше, мм	до, мм		имеющие эквивалентную площадь ( $S_1$ ), мм <sup>2</sup>	на любом квадратном участке		в том числе несплошности		
				имеющим площадь, см <sup>2</sup>	имеющие общую эквивалентную площадь, мм <sup>2</sup> , более	эквивалентная площадь каждого, мм <sup>2</sup>	в количестве, штук, более	
1	2	3	4	5	6	7	8	9
Детали из стали марок 15ГН2МФА и 15ГН2МФА-А								
–	–	5	20	200	100	от 11 до 20	3	300
Детали (поковки) из стали марок 22К и 22К-Ш								
–	250*	более 15	30 и более	300	400	от 25 до 30	5	800
250	400	более 25	40 и более	300	450	от 35 до 40	7	900
Детали (поковки) из стали марки 22К-ВД								
–	250	более 10	более 20	300	200	от 15 до 20	5	400
250	1000	более 20	более 30	300	250	от 25 до 30	7	500
Детали (поковки) из коррозионностойкой стали аустенитного класса марки 08Х18Н10Т и 12Х18Н10Т (при контроле прямым и наклонным преобразователем).								
–	100	5 и более	более 15	100	50	–	–	–
101	250	5 и более	более 20	200	100	от 15 до 20	3	300
251	400	5 и более	более 30	300	200	от 25 до 30	3	400
401	450	10 и более	более 50	300	200	от 40 до 50	3	500

**Примечание.** В заголовках деталей не допускаются протяженные дефекты и участки, в которых при рабочей чувствительности пропадает донный сигнал.  
\* По этим же нормам контролируются детали из сортового катаного металла из стали 22К толщиной не более 165 мм.

Таблица 14.5 - Оценка качества основного металла по результатам ультразвукового контроля детали (поковки) из стали марок 15X2НМФА и 15X2НМФА-А (по ТУ 108-765-78 [15])

Толщина		Минимально фиксируемая несплошность с эквивалентным диаметром, мм	Не допускаются несплошности				На одной детали		
свыше, мм	до, мм		имеющие эквивалентный диаметр, мм, более	на любом квадратном участке площадью 200 см <sup>2</sup>		суммарная площадь зафиксированных несплошностей на любом квадратном участке площадью 1 м <sup>2</sup> , мм <sup>2</sup> , более	с общей площадью контролируемой поверхности, м <sup>2</sup>	не допускаются несплошности имеющие общую суммарную эквивалентную площадь, мм <sup>2</sup> , более	
				имеющие суммарную эквивалентную площадь, мм <sup>2</sup> , более	и том числе несплошности				
				с эквивалентным диаметром каждого, мм	в количестве, штук, более				
–	350	2,2 и более	5,2	100	от 3,8 до 5,2	3	300	до 5 св. 5 до 10 св. 10	300 450 600

**Примечание.** В заготовках деталей не допускаются протяженные дефекты и участки, в которых при рабочей чувствительности пропадает донный сигнал. По данным нормам контролируются также полые поковки толщиной до 650 мм.

Таблица 14.6 - Оценка качества основного металла оборудования и трубопроводов АЭС с реакторными установками ВВЭР-1000 по результатам ультразвукового контроля

Толщина		Минимально фиксируемая несплошность с эквивалентной площадью ( $S_0$ ), мм <sup>2</sup>	Не допускаются несплошности					Суммарная площадь зафиксированных несплошностей на любом участке площадью 1 м <sup>2</sup> , мм <sup>2</sup> , более	
свыше, мм	до, мм		имеющие эквивалентную площадь ( $S_i$ ), мм <sup>2</sup>	на любом квадратном участке			в том числе несплошности эквивалентная площадь каждого, мм <sup>2</sup>		в количестве, штук, более
				имеющим площадь, см <sup>2</sup>	имеющие общую эквивалентную площадь, мм <sup>2</sup> , более				
1	2	3	4	5	6	7	8	9	
Детали (поковки) из стали марки 10ГН2МФА (по ТУ 108.766-86 [16] при контроле прямым преобразователем)									
–	300	15 и более	Более 30	300	400	30	5	800	
Детали (поковки) из стали марки 10ГН2МФА (по ТУ 108.766-86 [16] при контроле наклонным преобразователем)									
–	150	5 и более	20 и более	–	–	–	–	–	
150	200	10 и более	40 и более	–	–	–	–	–	
200	–	20 и более	70 и более	–	–	–	–	–	
Детали (поковки) из стали марок 22К и 22К-Ш (по ТУ 108-11-543-80 [17])									
–	250	более 15	30 и более	300	400	от 25 до 30	5	800	
250	400	более 25	40 и более	300	450	от 35 до 40	7	900	
Детали (поковки) из стали марки 22К-ВД (по ТУ 108-11-543-80 [17])									
–	250	более 10	более 20	300	200	от 15 до 20	5	400	
250	1000	более 20	более 30	300	250	от 25 до 30	7	500	
Детали (поковки) из коррозионностойкой стали аустенитного класса марки 08Х18Н10Т и 12Х18Н10Т (по ОСТ 108.109.01-92 [14] при контроле прямым и наклонным преобразователем).									
–	100	5 и более	более 15	100	50	–	–	–	
101	250	5 и более	более 20	200	100	от 15 до 20	3	300	

Конец таблицы 14.6

1	2	3	4	5	6	7	8	9
251	400	5 и более	более 30	300	200	от 25 до 30	3	400
401	450	10 и более	более 50	300	200	от 40 до 50	3	500

**Примечание 1.** Не допускаются протяженные несплошности, а также непротяженные несплошности, эквивалентной площадью от  $S_0$  до  $S_1$ , если они образуют скопления из 5 и более несплошностей при пространственном расстоянии между наиболее удаленными несплошностями, равном или меньшем толщины поковки.

**Примечание 2.** Не допускаются:

- а) несплошности эквивалентной площадью более  $S_1$ ;
- б) несплошности, вызывающие при контроле прямым преобразователем ослабление донного сигнала до уровня  $S_0$  и ниже;
- в) несплошности эквивалентной площадью не менее  $S_0$ , если они оценены как протяженные;
- г) непротяженные несплошности эквивалентной площадью  $S_0 \leq S_э \leq S_1$ , спроектированные на квадратный участок поверхности площадью указанной в столбце 5, если сумма их эквивалентных площадей превышает величину, указанную в столбце 6;
- д) непротяженные несплошности эквивалентной площадью, указанной в столбце 7, спроектированные на квадратный участок поверхности площадью, указанной в столбце 5, если их количество превышает значение, указанное в столбце 8;
- е) несплошности эквивалентной площадью  $S_0 \leq S_э \leq S_1$ , если пространственное расстояние между ними менее 30 мм.

### **14.3 Оценка качества наплавленных уплотнительных поверхностей**

#### **14.3.1 Оценка качества наплавленных уплотнительных поверхностей по результатам визуального контроля**

**14.3.1.1** При оценке качества наплавленных уплотнительных поверхностей по результатам визуального контроля не допускаются трещины, протяженные несплошности, неодионочные несплошности и округлые одионочные несплошности максимальный размер которых превышает указанный в табл.14.7.

Протяженной считается несплошность с отношением максимальной длины к максимальной ширине более трех (ширина измеряется в направлении, перпендикулярном к линии максимальной длины). При меньшем значении указанного отношения (до трех включительно) несплошность считается округлой.

Неодионочной считается несплошность, минимальное расстояние от края которой до края любой другой соседней несплошности менее трехкратной максимальной длины большей из двух рассматриваемых несплошностей. При большем значении указанного расстояния (начиная с равного трехкратной длине большей несплошности) несплошность считается одионочной.

**14.3.1.2** Фиксации подлежат несплошности с максимальным размером, превышающим 0,2 мм.

**14.3.1.3** На боковых (нерабочих) наплавленных уплотнительных поверхностях не допускаются округлые одионочные несплошности с наибольшим размером, превышающим 1,0 мм, а также округлые одионочные несплошности с наибольшим размером, превышающим 0,2 мм и до 1,0 мм включительно, при их количестве более четырех на любых 100,0 мм протяженности боковой поверхности.

**14.3.1.4** Размеры и количество допустимых округлых одионочных несплошностей на рабочей части наплавленных уплотнительных поверхностей по результатам визуального контроля приведены в таблице 14.7.

**14.3.1.5** На наплавленных направляющих поверхностях и на нерабочей части конусных наплавленных уплотнительных поверхностей не допускаются округлые одионочные несплошности с наибольшим размером, превышающим 1,5 мм, а также указанные несплошности с наибольшим размером, превышающим 0,2 мм до 1,5 мм включительно, при количестве более четырех на любых 100,0 мм длины наплавленной направляющей поверхности или протяженности нерабочей части конусной наплавленной уплотнительной поверхности. Зафиксированные (с наибольшим размером свыше 0,2 мм) округлые одионочные несплошности не допускаются (вне зависимости от размера и количества), если они расположены на расстоянии менее 2,5 мм от границы рабочей части конусной наплавленной уплотнительной поверхности.

**14.3.1.6** На любом участке контролируемой наплавленной уплотнительной поверхности протяженностью 100,0 мм допускается не более двух фиксируемых одионочных несплошностей или одного скопления мелких несплошностей с наибольшим размером, превышающим 0,2 мм до 0,5 мм включительно, и количеством не более пяти при условии, что данное скопление может быть вписано в прямоугольнику площадью не более 40,0 мм<sup>2</sup>, а минимальное расстояние от края скопления до края любой другой соседней несплошности составляет не менее 20,0 мм.



Таблица 14.7 - Оценка качества наплавленных уплотнительных поверхностей

Номинальная ширина рабочей части наплавленной уплотнительной поверхности, мм	Максимальный допустимый размер округлой одиночной несплошности, мм	Максимальное допускаемое количество округлых одиночных несплошностей							
		На любых 100 мм протяженности рабочей части наплавленной уплотнительной поверхности	На всей рабочей части наплавленной уплотнительной поверхности при диаметре условного прохода (D <sub>y</sub> ), мм						
			До 65 включительно	Более 65 до 100 включительно	Более 100 до 150 включительно	Более 150 до 250 включительно	Более 250 до 400 включительно	Более 400 до 600 включительно	Более 600
До 5 включительно	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Более 5 до 10 включительно	0,5	1	1	2	3	4	5	6	7
Более 10 до 15 включительно	0,6	2	2	3	4	5	6	7	8
Более 15 до 25 включительно	0,8	2	3	4	5	6	7	8	9
Более 25 до 35 включительно	1,0	3	4	5	6	7	8	9	10
Более 35 до 50 включительно	1,2	3	5	6	7	8	9	10	12
Более 50	1,5	4	6	7	8	9	10	12	15

### 14.3.2 Оценка качества наплавленных уплотнительных поверхностей по результатам капиллярного контроля

14.3.2.1 При оценке качества наплавленных уплотнительных поверхностей по результатам капиллярного контроля не допускаются удлиненные индикаторные следы, а также округлые индикаторные следы, если:

- максимальный размер индикаторного следа более чем в три раза превышает нормы, установленные в 14.3.1.1 - 14.3.1.6.
- минимальное расстояние между краями двух любых соседних индикаторных следов меньше максимального размера большего из двух рассматриваемых индикаторных следов или если количество таких индикаторных следов превышает нормы, установленные в 14.3.1.1 - 14.3.1.6.

14.3.2.2 При выявлении индикаторных следов, не удовлетворяющих нормам, установленным данным стандартом, допускается удаление реактивов с поверхности контролируемого участка и проведение визуального контроля в местах расположения индикаторных следов с оценкой фактических размеров, расположения и количества несплошностей по нормам, установленным в 14.3.1.1 - 14.3.1.6.

## 14.4 Оценка качества сварных соединений

Данный подраздел устанавливает нормы оценки качества сварных соединений оборудования и трубопроводов АЭС при проведении эксплуатационного контроля.

### 14.4.1 Оценка качества сварных соединений по результатам визуального контроля

14.4.1.1 Дефекты по 13.2.1, выявленные при визуальном контроле, не допускаются.

14.4.1.2 Нормы допустимости одиночных поверхностных включений для сварных соединений приведены в табл. 14.8.

Таблица 14.8 - Нормы допустимости одиночных поверхностных включений для сварных соединений

Номинальная толщина деталей, в месте сварки, мм	Допускаемый наибольший размер включения в сварных соединениях, мм	Максимально допускаемое число включений на любых 100 мм протяженности сварного соединения
1	2	3
До 2 включительно	0,3	2
Свыше 2 до 3 включительно	0,4	3
Свыше 3 до 4 включительно	0,5	4
Свыше 4 до 5 включительно	0,6	4
Свыше 5 до 6 включительно	0,8	4
Свыше 6 до 8 включительно	1,0	5
Свыше 8 до 10 включительно	1,2	5
Свыше 10 до 15 включительно	1,5	5
Свыше 15 до 20 включительно	2,0	6
Свыше 20 до 40 включительно	2,0	6
Свыше 40 до 100 включительно	2,5	7

Конец таблицы 14.8

1	2	3
Свыше 100 до 200 включительно	2,5	8
Свыше 200	2,5	9

**Примечание 1.** Включения с наибольшим фактическим размером до 0,2 мм не учитываются вне зависимости от номинальной толщины деталей, в месте сварки, как при подсчете числа одиночных включений, так и при рассмотрении расстояния между включениями.

**Примечание 2.** Скопление включений, которое может быть вписано в квадрат с размером стороны, не превышающим значения допускаемого максимального размера одиночного включения, допускается рассматривать как одно включение.

#### 14.4.2 Оценка качества сварных соединений по результатам капиллярного контроля

**14.4.2.1** Оценка качества сварных соединений при капиллярном контроле может проводиться как по индикаторным следам, так и по фактическим характеристикам выявленных несплошностей после удаления проявителя в зоне зафиксированных индикаторных следов.

**14.4.2.2** При контроле по индикаторным следам качество сварного соединения считается удовлетворительным при одновременном соблюдении следующих условий:

- индикаторные следы являются округлыми (удлиненные (линейные) индикаторные следы отсутствуют);
- наибольший размер каждого индикаторного следа не превышает трехкратных значений норм, приведенных в 14.4.1.2;
- количество индикаторных следов не превышает норм, приведенных в 14.4.1.2;
- индикаторные следы являются одиночными.

Округлые индикаторные следы с наибольшим размером до 0,6 мм включительно не учитываются вне зависимости от номинальной толщины сварных деталей.

**14.4.2.3** При контроле по фактическим характеристикам выявленных несплошностей следует руководствоваться требованиями 13.2.1 и 14.4.1.2.

**14.4.2.4** Несплошности, не удовлетворяющие нормам 14.4.2.2 по индикаторным следам, допускается подвергать контролю по фактическим характеристикам, результаты которого являются окончательными.

#### 14.4.3 Оценка качества сварных соединений по результатам магнитопорошкового контроля

**14.4.3.1** Нормы оценки качества при магнитопорошковом контроле аналогичны нормам при визуальном контроле, установленным 13.2.1 и 14.4.1.2. При этом допускается оценивать выявленные несплошности, выходящие на поверхность, по их фактическим характеристикам после удаления эмульсии или порошка.

**14.4.3.2** При выявлении недопустимых индикаций допускается проведение капиллярного контроля соответствующих участков, при положительных результатах которого проводится зашлифовка металла на глубину до 1 мм (при условии обеспечения минимально допустимой толщины металла) и последующий повторный магнитопорошковый контроль, результаты которого являются окончательными.

#### **14.4.4 Оценка качества сварных соединений по результатам радиографического контроля**

**14.4.4.1** Качество сварного соединения считается удовлетворительным, если на снимках не будут зафиксированы изображения трещины и недопустимые: непровары, включения, вогнутость, превышение проплавления корня шва или внутреннее смещение кромок, недоступные для измерения при визуальном контроле.

Если вогнутость, превышение проплавления корня шва или внутреннее смещение кромок проверены при визуальном контроле, их оценка при радиографическом контроле не проводится.

**14.4.4.2** Нормы допустимости одиночных включений и скоплений для сварных соединений приведены в табл. 14.9. Выявленные включения, наибольший размер которых менее значений, указанных в графе «Требуемая чувствительность контроля» (табл. 14.9), при оценке качества сварных соединений не учитываются как при подсчете количества включений и их суммарной приведенной площади, так и при рассмотрении расстояний между включениями (скоплениями).

При определении скопления учитываются любые включения, наибольший размер которых превышает 0,2 мм.

При номинальной толщине деталей, в месте сварки до 1 мм включительно, нормы устанавливаются проектной организацией и согласовываются с экспертной организацией в области материаловедения или контроля металла.

При этом эти нормы не должны превышать значений, установленных в табл. 14.9 для толщины свыше 1,0 мм до 2,0 мм включительно.

**14.4.4.3** При отсутствии одиночных крупных включений или при их количестве, менее допускаемого по нормам табл. 14.9, вместо них могут быть допущены в соответствующем количестве одиночные включения и/или одиночные скопления допускаемых размеров без их учета при подсчете суммарной площади одиночных включений и одиночных скоплений.

**14.4.4.4** Для сварных соединений протяженностью менее 100 мм нормы табл. 14.9 по количеству и суммарной площади включений (скоплений) должны быть пропорционально уменьшены. Если при этом получается дробное количество допускаемых включений (скоплений), то это количество округляется до ближайшего целого числа.

**14.4.4.5** Нормы на высоту (глубину) вогнутости или проплавления корня шва принимаются по табл. 13.4 – 13.6.

**14.4.4.6** При контроле сварных соединений с неполным проплавлением или с подкладными кольцами (или на «усе») видимые на радиограмме конструкционные зазоры (в том числе заполненные затекшим шлаком или металлом) браковочным признаком не являются.

Таблица 14.9 – Нормы на одиночные включения и скопления, допускаемые в сварных соединениях при радиографическом контроле

Номинальная толщина деталей, в месте сварки, мм	Требуемая чувствительность контроля, мм, не более	Одиночные включения и скопления				Одиночные крупные включения		
		Допускаемый наибольший размер		Допускаемое число включений и скоплений на любом участке сварного соединения длиной 100 мм	Допускаемая суммарная приведенная площадь включений и скоплений на любом участке сварного соединения длиной 100 мм, мм <sup>2</sup>	Допускаемые		Допускаемое число на любом участке сварного соединения длиной 100 мм
		включения, мм	скопления, мм			наибольший размер, мм	наибольшая ширина, мм	
1	2	3	4	5	6	7	8	9
Свыше 1,0 до 2,0 включительно	0,1	0,4	0,6	12	0,8	5,0	0,5	2
Свыше 2,0 до 3,0 включительно	0,1	0,6	1,0	12	2,0	5,0	0,6	2
Свыше 3,0 до 4,0 включительно	0,2	0,8	1,2	12	3,5	5,0	0,8	2
Свыше 4,0 до 5,0 включительно	0,2	1,0	1,5	13	5,0	5,0	1,0	2
Свыше 5,0 до 6,5 включительно	0,2	1,2	2,0	13	6,0	5,0	1,2	3
Свыше 6,5 до 8,0 включительно	0,2	1,5	2,5	13	8,0	5,0	1,5	3
Свыше 8,0 до 10,0 включительно	0,3	1,5	2,5	14	10,0	5,0	1,5	3
Свыше 10,0 до 12,0 включительно	0,3	2,0	3,0	14	12,0	6,0	2,0	3
Свыше 12,0 до 14,0 включительно	0,4	2,0	3,0	15	14,0	6,0	2,0	3
Свыше 14,0 до 18,0 включительно	0,4	2,5	3,5	15	16,0	6,0	2,5	3
Свыше 18,0 до 22,0 включительно	0,5	3,0	4,0	16	20,0	7,0	3,0	3
Свыше 22,0 до 24,0 включительно	0,5	3,0	4,5	16	25,0	7,0	3,0	3
Свыше 24,0 до 28,0 включительно	0,6	3,0	4,5	18	25,0	8,0	3,0	3
Свыше 28,0 до 32,0 включительно	0,6	3,5	5,0	18	31,0	8,0	3,5	3
Свыше 32,0 до 35,0 включительно	0,6	3,5	5,0	20	35,0	9,0	3,5	3
Свыше 35,0 до 38,0 включительно	0,75	3,5	5,0	20	35,0	9,0	3,5	3

Конец таблицы 14.9

1	2	3	4	5	6	7	8	9
Свыше 38,0 до 44,0 включительно	0,75	4,0	6,0	21	41,0	10,0	4,0	3
Свыше 44,0 до 50,0 включительно	0,75	4,0	6,0	22	47,0	12,0	4,0	3
Свыше 50,0 до 60,0 включительно	1,0	4,0	6,0	23	55,0	14,0	4,0	4
Свыше 60,0 до 70,0 включительно	1,0	4,0	6,0	24	65,0	14,0	4,0	4
Свыше 70,0 до 85,0 включительно	1,25	5,0	7,0	25	78,0	14,0	5,0	4
Свыше 85,0 до 100,0 включительно	1,50	5,0	7,0	26	92,0	14,0	5,0	4
Свыше 100,0 до 130,0 включительно	2,0	5,0	8,0	27	115,0	14,0	5,0	4
Свыше 130,0 до 165,0 включительно	2,5	6,0	9,0	26	145,0	15,0	6,0	4
Свыше 165,0 до 200,0 включительно	3,0	6,0	9,0	25	160,0	15,0	6,0	4
Свыше 200,0 до 225,0 включительно	3,5	7,0	10,0	25	210,0	15,0	7,0	4
Свыше 225,0	4,0	8,0	12,0	24	230,0	16,0	8,0	4

**Примечание.** Требуемая чувствительность приведена применительно к канавочным эталонам. При использовании проволочных эталонов значение чувствительности 0,30 мм; 0,60 мм; 0,75 мм и 1,5 мм допускается заменять 0,32 мм; 0,63 мм; 0,80 мм и 1,6 мм соответственно.

### 14.4.5 Оценка качества сварных соединений по результатам ультразвукового контроля

**14.4.5.1** Нормы допустимости одиночных несплошностей в зависимости от их эквивалентной площади/размера зарубки и количества (или суммарной эквивалентной площади) для сварных соединений приведены в табл. 14.10, 14.11.

При контроле сварных соединений труб с номинальной толщиной стенки до 50 мм допускается использование контрольных зарубок и норм допустимости одиночных несплошностей, приведенных в табл. 14.10, 14.11.

**14.4.5.2** Качество сварного соединения считается удовлетворительным при одновременном соблюдении следующих требований:

- характеристики и количество несплошностей удовлетворяют нормам, приведенным в табл. 14.10, 14.11;
- несплошность не является протяженной;
- расстояние по поверхности сканирования между двумя соседними несплошностями не менее условной протяженности несплошности с большим значением этого показателя;
- поперечные несплошности (типа «Г») отсутствуют.

Таблица 14.10 - Нормы допустимости одиночных несплошностей в сварных соединениях оборудования и трубопроводов наружным диаметром свыше 465 мм при ультразвуковом контроле сварных соединений деталей из сталей перлитного класса и/или из высокохромистых сталей

Номинальная толщина деталей, в месте сварки, мм	Эквивалентная площадь одиночных несплошностей, мм <sup>2</sup>		Допускаемое число фиксируемых одиночных несплошностей на любые 100 мм протяженности сварного соединения
	Минимально фиксируемая	Максимально допускаемая	
От 5,5 до 10 включительно	3,5	7	7
Свыше 10 до 20 включительно	3,5	7	8
Свыше 20 до 40 включительно	3,5	7	9
Свыше 40 до 60 включительно	5,0	10	10
Свыше 60 до 80 включительно	7,5	15	11
Свыше 80 до 100 включительно	10,0	20	11
Свыше 100 до 120 включительно	10,0	20	12
Свыше 120 до 200 включительно	15	30	12
Свыше 200 до 300 включительно	25,0	50	13
Свыше 300 до 400 включительно	–	–	–
Свыше 400 до 600 включительно	–	–	–

**Примечание.** Приведенные в таблице нормы по эквивалентной площади даны применительно к контролю с использованием стандартного плоскодонного отражателя. Допускается контроль по другим отражателям при условии соблюдения требования СОУ НАЕК 032 в части идентичности результатов контроля.

Таблица 14.11 – Нормы допустимости одиночных несплошностей в сварных соединениях трубопроводов диаметром от 25 мм до 465 мм при ультразвуковом контроле сварных соединений деталей из сталей перлитного класса и/или из высокохромистых сталей

Номинальная толщина деталей, в месте сварки (S), мм	Величина контрольной зарубки, мм	Наименьшая фиксируемая амплитуда сигнала от одиночной несплошности, дБ	Максимально допустимая амплитуда сигнала от одиночной несплошности, дБ	Допустимая условная протяжённость или условная высота несплошности	Допустимое количество одиночных несплошностей на 100 мм длины сварного соединения
От 5,5 до 8,0 включительно	2,0 x 1,0	На 6 дБ ниже сигнала от контрольной зарубки	На уровне сигнала от контрольной зарубки для сварных соединений	Не более условной протяжённости или условной высоты контрольной зарубки	8
Свыше 8 до 15	2,0 x 2,0				8
Свыше 15 до 50	В средней части 3,5 x 2,0				В средней части шва 4
	В подповерхностных слоях 6,0 x 2,0	Суммарное количество несплошностей 9			
<p><b>Примечание 1.</b> Под средней частью сварного соединения понимается слой, отстоящий от обеих поверхностей соединения более чем на 5 мм.</p> <p><b>Примечание 2.</b> Поверхность швов должна быть зачищена для обеспечения плавного перехода к основному металлу.</p> <p><b>Примечание 3.</b> Не допускаются несплошности, которые обнаружены призматическим искателем, установленным под углом <math>10^{\circ}</math> - <math>40^{\circ}</math> к продольной оси шва, если они не выявляются при расположении искателя перпендикулярно оси шва, независимо от их условной протяжённости и амплитуды сигнала.</p>					



#### **14.4.6 Оценка качества сварных соединений по результатам контроля герметичности**

**14.4.6.1** Оценка качества сварных соединений по результатам контроля герметичности проводится согласно 13.8.

#### **14.5 Нормы оценки качества основного металла и наплавов оборудования и трубопроводов по результатам вихретокового контроля**

**14.5.1** Нормы оценки качества ВТК установлены в соответствующих методиках контроля. Перечни методик контроля приведены в «Типовых программах эксплуатационного контроля состояния основного металла, сварных соединений и наплавов оборудования и трубопроводов атомных электростанций с реакторами ВВЭР».

### **15 НОРМЫ ОЦЕНКИ КАЧЕСТВА ПРИ РАЗРУШАЮЩЕМ КОНТРОЛЕ**

#### **15.1 Механические испытания**

**15.1.1** Механические свойства металла шва (наплавленного металла) и характеристики сварных соединений должны быть не ниже приведенных в приложении А.

В случае отсутствия данных в приложении А соответствующие значения должны быть взяты по нормативной документации.

**15.1.2** Качество сварного соединения считается удовлетворительным, если полученные при механических испытаниях показатели будут не ниже установленных по 15.1.1.

**15.1.3** Значения предела прочности, предела текучести, относительного удлинения, относительного сужения должны определяться как среднее арифметическое результатов испытаний отдельных образцов. При этом результаты испытаний отдельных образцов не должны быть менее 95 % установленных норм.

**15.1.4** Порядок оценки результатов испытаний при испытаниях на ударный изгиб и при определении или подтверждении критической температуры хрупкости должен соответствовать указанному в ПНАЭ Г-7-002-86.

**15.1.5** Нормы оценки результатов испытаний на статический изгиб (до заданного уровня) приведены в табл. 15.1.

Для случаев, не указанных в табл. 15.1, нормы оценки результатов испытаний устанавливаются конструкторской документацией на основные материалы оборудования и трубопроводов.

Таблица 15.1 – Нормы оценки качества при испытаниях на статический изгиб сварных соединений, выполненных дуговой сваркой

Материал сварных деталей	Толщина сварного соединения, мм	Заданный угол изгиба, град
Углеродистые стали	До 20 включительно	100
	Свыше 20	60
Кремнемарганцовистые стали	До 20 включительно	80
	Свыше 20	60
Легированные стали	До 20 включительно	50
	Свыше 20	40
Стали аустенитного класса	До 20 включительно	160
	Свыше 20	120

**15.1.6** При испытаниях сварных соединений труб на сплющивание должен обеспечиваться просвет между стенками трубы, не превышающий норм на материалы, а при отсутствии таких норм - просвет, не превышающий двукратной толщины стенки сварных труб.

**15.1.7** Результаты испытаний на статический изгиб и сплющивание считаются удовлетворительными, если при достижении заданного угла загиба по 15.1.5 при испытаниях на статический изгиб или просвета по 15.1.6 при испытаниях на сплющивание на растянутой стороне и на кромках образца не возникает трещин длиной более 20 % ширины образца при его ширине до 25 мм и не более 5 мм при ширине образца свыше 25 мм.

**15.1.8** Прочность сварных соединений, выполненных из сталей различных структурных классов, необходимо оценивать по марке стали с более низкими механическими характеристиками, а ударную вязкость и угол загиба – по менее пластичной марке стали.

## 15.2 Металлографические исследования

**15.2.1** Качество сварного соединения при металлографическом исследовании считается удовлетворительным при одновременном соблюдении следующих условий:

- на макрошлифе отсутствуют трещины и непровары (за исключением непроваров по 13.1.4);
- наибольшие размеры любых включений и скоплений не превышают допустимого наибольшего размера, указанного в табл. 15.2;
- расстояние между любыми двумя включениями и скоплениями составляет не менее трехкратного наибольшего размера любого из двух рассматриваемых включений или скоплений;
- сумма наибольших размеров выявленных на макрошлифе включений и скоплений не превышает трехкратного допустимого наибольшего размера одиночного включения, указанного в табл. 15.2 для соответствующей номинальной толщины сварных деталей; при этом включения и скопления с наибольшим размером до 0,2 мм не учитываются.

**15.2.2** При металлографическом исследовании стыковых сварных соединений труб из сталей аустенитного класса и железоникелевых сплавов с остающимися подкладными кольцами (или на «усах»), а также сварных соединений вварки труб в трубные доски допускается наличие несплошностей протяженностью до 0,4 мм, идущих от конца конструкционного зазора, при условии, что фактическая толщина шва превышает номинальную толщину стенки в месте сварки труб не менее чем на 0,5 мм.

Таблица 15.2 – Нормы на одиночные включения и скопления, допускаемые в сварных соединениях при металлографических исследованиях

Номинальная толщина сварных деталей, мм	Допускаемый наибольший размер одиночных включений и скоплений*, мм		
	Категория сварного соединения		
	I	II	III
1	2	3	4
До 1,5 включительно	0,2	0,2	0,3
Свыше 1,5 до 2,5 включительно	0,2	0,3	0,4
Свыше 2,5 до 3,5 включительно	0,3	0,4	0,5
Свыше 3,5 до 5,0 включительно	0,4	0,5	0,6
Свыше 5,0 до 6,5 включительно	0,5	0,6	0,8
Свыше 6,5 до 8,5 включительно	0,6	0,8	1,0
Свыше 8,5 до 12 включительно	0,8	1,0	1,5
Свыше 12 до 20 включительно	1,0	1,5	2,0
Свыше 20 до 35 включительно	1,5	2,0	2,5
Свыше 35 до 50 включительно	2,0	2,5	3,0
Свыше 50 до 100 включительно	2,5	3,0	3,5
Свыше 100 до 160 включительно	3,0	3,5	4,0
Свыше 160 до 240 включительно	3,5	4,0	5,0
Свыше 240 до 280 включительно	4,0	5,0	6,0
Свыше 280	5,0	6,0	6,0

\* Включения (скопления) с максимальным размером до 0,2 мм включительно не учитывают вне зависимости от толщины сварных деталей как при рассмотрении расстояний между включениями (скоплениями), так и при подсчете суммы максимальных размеров выявленных включений и скоплений

### 15.3 Испытания на стойкость против межкристаллитной коррозии

**15.3.1** Испытания на стойкость против межкристаллитной коррозии проводятся согласно требованиям ГОСТ 6032 [2].

**15.3.2** Нормы оценки качества при испытаниях на стойкость против межкристаллитной коррозии приведены в ГОСТ 6032 [2].

**15.3.3** В зависимости от химического состава (марки) стали или сплава и их назначения выбирают один из методов определения стойкости против межкристаллитной коррозии АМ, АМУ или АМУФ согласно ГОСТ 6032 [2].

**15.3.4** Испытания на стойкость против межкристаллитной коррозии проводят на контрольных образцах, изготовленных в соответствии с требованиями табл. 1 и приложения 5 ГОСТ 6032 [2].

**15.3.5** Качество сварного соединения или наплавленного металла считается удовлетворительным, если результаты испытания по методам АМ, АМУ или АМУФ соответствуют требованиям ГОСТ 6032 [2] по стойкости против межкристаллитной коррозии.

#### **15.4 Определение содержания ферритной фазы в наплавленном металле**

**15.4.1** Определение содержания ферритной фазы в наплавленном металле проводится согласно требованиям стандартов, инструкций и данного документа.

**15.4.2** Содержание ферритной фазы в наплавленном металле должно быть в пределах от 2 % до 8 % для сварных соединений конструкций, работающих при температуре до 350 °С, и от 2 % до 5 % для конструкций, работающих при температуре свыше 350 °С, но в любом случае не должно превышать значений верхнего предела, установленного в стандартах или технических условиях на соответствующие присадочные материалы.

**15.4.3** Результаты контроля содержания ферритной фазы в наплавленном металле считаются удовлетворительными, если показатели содержания ферритной фазы удовлетворяют требованиям 15.4.2.

#### **15.5 Контроль химического состава**

**15.5.1** Нормы химического состава наплавленного металла и металла шва приведены в приложении Б данного стандарта. Для случаев, не указанных в приложении Б, нормы должны устанавливаться по стандартам или соответствующим техническим условиям на сварочные материалы.

**15.5.2** Результаты контроля химического состава наплавленного металла (металла шва) считаются удовлетворительными, если показатели химического состава удовлетворяют требованиям 15.5.1, соответствующих стандартов или технических условий.

### **16 КОНТРОЛЬ ИСПРАВЛЕНИЯ ДЕФЕКТОВ**

#### **16.1 Общие требования**

**16.1.1** Исправлению подлежат все выявленные в процессе неразрушающего контроля дефекты, наличие которых в сварных соединениях и наплавленных изделиях не допускается данным стандартом и стандартами Компании (СОУ НАЕК) по неразрушающему контролю.

**16.1.2** Порядок исправления дефектов сварных соединений и наплавов определяется ТД и РД с учетом типоразмера и материала сварного соединения (наплавки).

**16.1.3** Исправление дефектов необходимо производить в следующей последовательности:

- выполнить разметку дефектного места;
- выбрать дефектное место механическим способом;
- произвести контроль полноты выборки дефекта и качества выборки;
- произвести заварку выборки;
- произвести зачистку места сварки;

– выполнить контроль исправленного участка сварного соединения (наплавки).

## **16.2 Требования к контролю при исправлении дефектов**

**16.2.1** Требования к выполнению контроля при исправлении дефектов определены в ТД и РД на устранение дефектов в сварных соединениях и наплавленных деталях.

**16.2.2** Все исправленные дефектные участки подлежат 100 % неразрушающему контролю всеми методами, применяемыми для данного сварного соединения.

**16.2.3** При исправлении дефектов сварных соединений и наплавленных деталей следует контролировать соблюдение требований данного стандарта, СОУ НАЕК 159, ТД и РД в части:

- методов и полноты удаления дефектов;
- плавности переходов в местах выборки;
- толщины стенки в месте максимальной глубины выборки (при исправлении дефектов без применения сварки);
- проведения высокого отпуска сварных соединений до начала исправлений дефектов (при необходимости);
- ширины зоны зачистки механическим путем поверхностей основного металла, прилегающих к кромкам выборки;
- шероховатости поверхностей выборки и прилегающих участков основного металла в зоне их зачистки (перед заваркой выборки), а также поверхностей основного металла, сварных соединений и наплавки перед проведением последующих методов неразрушающего контроля;
- формы, размеров и качества поверхности подготовленных под сварку выборок;
- применяемых для заварки выборок способов сварки и сварочных материалов;
- режимов сварки, а также необходимости и температуры подогрева при заварке выборок;
- порядка и возможности исправления дефектов после повторных исправлений дефектов в одном и том же сварном соединении (наплавленной детали).

**16.2.4** Выполненные выборки должны быть подвергнуты визуальному контролю в соответствии с требованиями СОУ НАЕК 009.

**16.2.5** Выборки в сварных соединениях I категории во всех случаях, а также других категорий при исправлении дефектов типа трещин и непроваров и дефектов, выявленных при капиллярном или магнитопорошковом контроле, должны подвергаться капиллярному или магнитопорошковому контролю (допускается контроль травлением).

Необходимость радиографического и ультразвукового контроля металла (на полноту удаления дефектов) в зоне выборки устанавливается предприятием, производящим исправление дефектов.

**16.2.6** Качество (шероховатость) поверхности выборки должно соответствовать соответствующему стандарту Компании (СОУ НАЕК) или инструкции на соответствующий метод контроля.

**16.2.7** Все исправленные с помощью сварки участки после термической обработки (если после исправления дефектов она требуется) сварных соединений или наплавленных деталей (при необходимости) подлежат сплошному контролю методами (кроме разрушающего контроля), предусмотренными данным стандартом, ТД и РД для исправляемого сварного соединения (наплавленной детали).

**16.2.8** Контроль при исправлении дефектов сварных соединений или наплавленных деталей по 16.2.7 должен быть проведен по всему заваренному объему выборки, а также в пределах, примыкающих к выборкам участков сварного шва, по всей ширине, протяженностью в каждую сторону по продольной оси сварного соединения не менее 2,5 максимальной глубины заваренной выборки, но не менее 20 мм и не более 100 мм, а также участков основного металла шириной, соответствующей указанной в 11.1.12, примыкающих к контролируемому участку сварного шва и к краям заваренной выборки.

На наплавленных деталях указанному контролю подлежат исправленный участок и примыкающие к нему участки шириной не менее 20 мм в каждую сторону.

Нормы оценки качества принимаются:

- при исправлении дефектов в сварных соединениях – аналогично исправляемому сварному соединению;
- при исправлении основного металла – аналогично исправляемому основному металлу.

## **17 ТРЕБОВАНИЯ К ДОКУМЕНТАЦИИ**

### **17.1 Требования к учетной документации**

**17.1.1** Результаты контроля основных материалов, основного металла, сварных соединений и наплавов оборудования и трубопроводов должны быть зафиксированы в учетной документации, оформляемой в порядке принятом в ОП Компании, с учетом требований СОУ НАЕК 078 в бумажном или электронном виде.

**17.1.2** Учетная документация по неразрушающему и разрушающему контролю должна оформляться на методы контроля предусмотренные 5.15, 5.16 и 5.17.

### **17.2 Требования к документации по аттестации персонала**

**17.2.1** Требования к документации по аттестации персонала, выполняющего контроль, изложены в СОУ НАЕК 131.

**17.2.2** Результаты аттестации персонала по неразрушающему контролю оформляются протоколами постоянно действующей аттестационной комиссии.

**17.2.3** Документация по аттестации персонала должна храниться на предприятии-изготовителе (в монтажной организации) и другим организациям (в том числе заказчику) не передается.

Срок хранения указанной документации со дня ее оформления должен составлять не менее 5 лет.

### **17.3 Требования к отчетной документации по контролю материалов**

#### **17.3.1** Отчетная документация должна оформляться на контроль:

- основных материалов, подлежащих сварке или наплавке;
- сварочных материалов;
- материалов для дефектоскопии.

**17.3.2** Результаты контроля перечисленных в 17.3.1 материалов оформляются записями в специальных журналах.

Дополнительно к журналу контроля сварочных материалов должен вестись журнал прокалики покрытых электродов и сварочных флюсов для обеспечения возможности проверки срока их годности.

**17.3.3** В каждом журнале по контролю материалов по 17.3.1 должны быть зафиксированы, как минимум, следующие данные:

- наименование и марка материалов;
- обозначение стандарта или технических условий на материал;
- номер партии материала (при отсутствии номера партии для выплавляемых материалов - номер плавки);
- номер и дата сертификата на партию материала;
- соответствие данных сертификата требованиям стандарта или технических условий на материал;
- масса партии материалов без упаковки (или другой показатель, характеризующий объем полученной партии);
- сохранность упаковки (только для материалов, повреждение упаковки которых приводит к их порче);
- результаты испытаний, проводимых при входном контроле;
- заключение о допуске материалов к применению.

**17.3.4** Формы отчетной документации по контролю материалов приведены в СОУ НАЕК 078.

**17.3.5** Отчетная документация по контролю материалов должна храниться на предприятии-изготовителе (в монтажной организации) и другим организациям (в том числе заказчику) не передается.

Срок хранения указанной документации со дня ее оформления должен составлять не менее 3 лет.

### **17.4 Требования к отчетной документации по операционному контролю**

**17.4.1** Отчетная документация по операционному контролю должна оформляться на виды контроля, предусмотренные данным стандартом.

**17.4.2** Результаты каждого вида операционного контроля фиксируются в соответствующих журналах контроля (маршрутных картах).

**17.4.3** Формы отчетной документации по операционному контролю приведены в СОУ НАЕК 078.

## **17.5 Требования к отчетной документации по разрушающему и неразрушающему контролю**

**17.5.1** Отчетная документация должна оформляться после проведения контроля следующими методами:

- визуальным;
- радиографическим;
- ультразвуковым (в т.ч. ультразвуковым измерением толщины);
- вихретоковым;
- капиллярным;
- магнитопорошковым;
- определением механических свойств;
- испытанием на стойкость против межкристаллитной коррозии;
- металлографическими исследованиями;
- определением содержания ферритной фазы;
- контроля герметичности;
- гидравлических (пневматических) испытаний;
- дополнительных методов контроля (спектральный анализ, измерение твердости, травление и др.).

**17.5.2** Результаты контроля каждым методом по 17.5.1 (акты, протоколы, заключения или извещения) оформляются соответствующими подразделениями ОП Компании, предприятия-изготовителя (монтажной, ремонтной организации), ответственными за выполнение контроля с фиксацией, как минимум, следующих данных:

- наименование предприятия, выполнявшего контролируемые сварные соединения (наплавки);
- наименование, шифр или обозначение (номер) изделия;
- номер чертежа;
- номера контролируемых сварных соединений и наплавок;
- категории сварных соединений и наплавок;
- сведения о проведенной термической обработке;
- метод и объем контроля;
- дата проведения контроля;
- фамилия и инициалы (или обозначение личных клейм) персонала по неразрушающему и разрушающему контролю, выполнявшего контроль;
- сведения о выявленных дефектах и местах их расположения;
- сведения о результатах контроля после исправления дефектов;
- окончательное заключение о результатах контроля.

**17.5.3** Документация по контролю оформляется в порядке, принятом в ОП Компании, с учетом требований СОУ НАЕК 078.

**17.5.4** Отчётная документация по результатам неразрушающего и разрушающего контроля качества основных материалов, основного металла, сварных соединений и наплавок регистрируется в структурных подразделениях ГП «НАЭК «Энергоатом», выполнявших данный метод контроля.

**17.5.5** Отчетная документация по неразрушающему и разрушающему контролю основного металла, сварных соединений и наплавок оборудования и трубопроводов



АЭС должна храниться в течение всего срока эксплуатации оборудования и трубопроводов.

Указанная документация используется для заполнения паспортов (свидетельств) оборудования и трубопроводов согласно СОУ НАЕК 158.

**17.5.6** В случаях, предусмотренных конструкторской (проектной) документацией на изделие, подлинники или копии отчетной документации по неразрушающему и разрушающему контролю передаются подразделению-владельцу оборудования и трубопроводов.

## ПРИЛОЖЕНИЕ А

(обязательное)

## ТАБЛИЦА С ДАННЫМИ О МЕХАНИЧЕСКИХ СВОЙСТВАХ МЕТАЛЛА ШВА И НАПЛАВЛЕННОГО МЕТАЛЛА И ХАРАКТЕРИСТИКАМИ СВАРНЫХ СОЕДИНЕНИЙ

Таблица А.1 – Механические свойства металла шва и наплавленного металла при автоматической сварке и наплавке под флюсом после окончательных высоких отпусков

Марки сварочных материалов		Минимальные показатели механических свойств при температуре								Критическая температура хрупкости $T_{K0}$ , °С (не выше)
		20 °С				350 °С				
Проволока или лента	Флюс	Предел прочности $R_m$ , МПа (кгс/мм <sup>2</sup> )	Предел текучести $R_{p0,2}$ , МПа (кгс/мм <sup>2</sup> )	Относительное удлинение $A$ , %	Относительное сужение $z$ , %	Предел прочности $R_m$ , МПа (кгс/мм <sup>2</sup> )	Предел текучести $R_{p0,2}$ , МПа (кгс/мм <sup>2</sup> )	Относительное удлинение $A$ , %	Относительное сужение $z$ , %	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Св-08А, Св-08АА	АН-42М, АН-42 ФЦ-16, ФЦ-16А	353 (36)	196 (20)	20	55	314 (32)	176 (18)	13	50	–
	ОСЦ-45, АН-348А	372 (38)	216 (22)	16	50	–	196 (20)	–	–	–
Св-06А	АН-42, АН-42М	392 (40)	235 (24)	18	55	353 (36)	216 (22)	13	50	0

Продолжение таблицы А.1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
СВ-08ГС	ФЦ-16, ФЦ-16А	431 (44)	245 (25)	18	55	353 (36)	216 (22)	13	50	(0) – (+15)*
СВ-10ГНМА, СВ-10ГН1МА	ФЦ-16	539 (55)	343 (35)	16	55	490 (50)	294 (30)	14	50	(-10) – (+15)
СВ-10ГН1МА	КФ-30	569 (57)	471 (48)	16	55	510 (52)	412 (42)	14	50	10
СВ-10ХМФТ	АН-42М, КФ-30	539 (55)	392 (40)	14	50	490 (50)	373 (38)	12	45	40
СВ-10ХМФТУ	АН-42М, КФ-30	539 (55)	392 (40)	14	50	490 (50)	373 (38)	12	45	20
СВ-08ХМФА	КФ-16	441 (45)	274 (28)	15	45	206** (20) 147*** (15)	–	–	–	–
СВ-04Х2МА	КФ-16	392 (40)	294 (30)	16	45	294** (30) 274*** (28)	245** (25) 235*** (24)	15  16	40  45	–  –
СВ-10Г2	КФ-27	372 (38)	216 (22)	16	50	–	196 (20)	–	–	–

Продолжение таблицы А.1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
СВ-12Х2Н2МА, СВ-12Х2Н2МАА	ФЦ-16, ФЦ- 16А	539 (55)	422 (43)	15	55	490 (50)	392 (40)	14	50	0
СВ-09ХГМТА, СВ-09ХГНМТАА- ВИ	НФ- 18М, КФ-30	539 (55)	422 (43)	15	55	490 (50)	392 (40)	14	50	0
СВ-08Х19Н10Г2Б	ОФ-6 ФЦ-17	539 (55)	343 (35)	16	30	372 (38)	225 (23)	–	–	–
СВ-04Х20Н10Г2Б (ЭП762)	ОФ-6, ФЦ-17	539 (55)	343 (35)	20	35	372 (38)	225 (23)	–	–	–
СВ-10Х16Н25АМ6	ОФ-6	539 (55)	392 (40)	13	15	392 (40)	245 (25)	–	–	–
СВ-04Х19Н11М3	ОФ-10, ФЦ-18	392 (40)	245 (25)	20	25	343 (35)	167 (17)	–	–	–
СВ-08Х19Н10Г2Б	ОФ-10, ФЦ-18	490 (50)	314 (32)	20	30	353 (36)	196 (20)	–	–	–
СВ-04Х20Н10Г2Б (ЭП762)	ОФ-10, ФЦ-18	490 (50)	265 (27)	20	35	353 (36)	176 (18)	–	–	–
СВ-07Х25Н13	ОФ-10, ФЦ-18	422 (43)	245 (25)	13	15	353 (36)	157 (16)	–	–	–
СВ-01Х12Н2-ВИ	ОФ-6, ФЦ-19	637 (65)	490 (50)	12	35	510 (52)	442 (45)	10	40	20
СВ- 03Х15Н35Г7М6Б	ОФ-6	539 (55)	343 (35)	15	15	490 (50)	294 (30)	–	25	–

Конец таблицы А.1

СВ-04Х17Н10М2	ОФ-6	539	294	30	45	343****	196****	20****	45****	–
СВ-02Х17Н10М2- ВИ		(55)	(30)			(35)	(20)			

\* Конкретное значение указывается в конструкторской документации.

\*\* Значения приведены для температуры 450 °С.

\*\*\* Значения приведены для температуры 510 °С.

\*\*\*\* Значения приведены для температуры 530 °С.

Таблица А.2 – Механические свойства металла шва при электрошлаковой сварке после нормализации или закалки с последующим высоким отпуском

Марки сварочных материалов		Минимальные показатели механических свойств при температуре								Критическая температура хрупкости $T_{к0}$ , °С (не выше)
		20 °С				350 °С				
Проволока	Флюс	Предел прочности $R_m$ , МПа (кгс/мм <sup>2</sup> )	Предел текучести $R_{p0,2}$ , МПа (кгс/мм <sup>2</sup> )	Относительное удлинение $A$ , %	Относительное сужение $z$ , %	Предел прочности $R_m$ , МПа (кгс/мм <sup>2</sup> )	Предел текучести $R_{p0,2}$ , МПа (кгс/мм <sup>2</sup> )	Относительное удлинение $A$ , %	Относительное сужение $z$ , %	
Св-10ГН2МФА	ОФ-6, ФЦ-21	539 (55)	343 (35)	16	55	490 (50)	294 (30)	14	50	(-10) – (+15)*
Св-16Х2НМФА (КП-50)	ОФ-6, ФЦ-21	608 (62)	490 (50)	15	55	539 (55)	441 (45)	14	50	0
Св-16Х2НМФА (КП-45)	ОФ-6, ФЦ-21	549 (56)	441 (45)	15	55	490 (50)	392 (40)	12	45	0
04Х19Н11М3	ОФ-6	–	196 (20)	–	–	–	117 (12)**			

\* Конкретное значение указывается в конструкторской документации.  
 \*\* Значения приведены для температуры 530 °С.

Таблица А.3 – Механические свойства металла шва и наплавленного металла при ручной дуговой сварке и наплавке покрытыми электродами после окончательного высокого отпуска

Марки электродов	Минимальные показатели механических свойств при температуре								Критическая температура хрупкости $T_{K0}$ , °C (не выше)
	20 °C				350 °C				
	Предел прочности $R_m$ , МПа (кгс/мм <sup>2</sup> )	Предел текучести $R_{p0,2}$ , МПа (кгс/мм <sup>2</sup> )	Относительное удлинение $A$ , %	Относительное сужение $z$ , %	Предел прочности $R_m$ , МПа (кгс/мм <sup>2</sup> )	Предел текучести $R_{p0,2}$ , МПа (кгс/мм <sup>2</sup> )	Относительное удлинение $A$ , %	Относительное сужение $z$ , %	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
УОНИИ 13/45	353 (36)	216 (22)	22	55	314 (32)	176 (18)	20	55	0
УОНИИ 13/45А	353 (36)	216 (22)	22	60	314 (32)	176 (18)	22	55	-10
ЦУ-7, ЦУ-7А	431 (44)	255 (26)	20	55	372 (38)	216 (22)	20	55	-10
УОНИИ 13/55	431 (44)	255 (26)	20	50	372 (38)	216 (22)	18	50	0
ПТ-30	539 (55)	343 (35)	16	55	490 (50)	294 (30)	14	50	(-10) – (+15)*
РТ-45АА, РТ-45А, РТ-45Б	539 (55)	422 (43)	15	55	510 (52)	392 (40)	14	50	0
ЭА-898/21Б, ЦТ-15К	539 (55)	343 (35)	16	30	441 (45)	245 (25)	10	20	–
ЗИО-8	539 (55)	294 (30)	13	15	392 (40)	196 (20)	10	13	–
ЦЛ-25/1, ЦЛ-25/2	539 (55)	294 (30)	13	15	392 (40)	196 (20)	10	13	–
ЭА-395/9, ЦТ-10	588 (60)	363 (37)	13	15	490 (50)	294 (30)	10	13	–
ЦЛ-51	637 (65)	490 (50)	12	35	510 (52)	442 (45)	10	40	20
Н-10	392 (40)	294 (30)	16	45	294 (30)**	245 (25)**	15***	40***	-

Конец табл. А.3

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Н-6	441 (45)	274 (28)	15	45	–	206 (21)** 147 (15)***	–	–	–
Н-23, Н-25	539 (55)	442 (43)	15	55	490 (50)	392 (40)	14	50	0
Н-3, Н-3АА	539 (55)	392 (40)	18	45	442 (45)	353 (36)	14	45	20
Н-20	392 (40)	255 (26)	20	50	353 (36)	216 (22)	18	50	0
ЭА-400/10У, ЭА-400/10Т	539 (55)	343 (35)	18	30	431 (44)	294 (30)	-	-	-
ЭА-855/51, ЭА-582/23	539 (55)	343 (35)	15	15	490 (50)	294 (30)	-	-	-
А-1, А-1Т, А-2, А- 2Т	539 (55)	294 (30)	30	45	343 (35)****	196 (20)****	20****	45****	-
<p>* Конкретное значение указывается в конструкторской документации.  ** Значения приведены для температуры 450 °С.  *** Значения приведены для температуры 510 °С.  **** Значения приведены для температуры 530 °С.</p>									



Таблица А.4 – Механические свойства металла шва и наплавленного металла после окончательного высокого отпуска при аргодуговой сварке

Марки присадочной проволоки	Минимальные показатели механических свойств при температуре								Критическая температура хрупкости $T_{K0}$ , °C (не выше)
	20 °C				350 °C				
	Предел прочности $R_m$ , МПа (кгс/мм <sup>2</sup> )	Предел текучести $R_{p0,2}$ , МПа (кгс/мм <sup>2</sup> )	Относительное удлинение $A$ , %	Относительное сужение $z$ , %	Предел прочности $R_m$ , МПа (кгс/мм <sup>2</sup> )	Предел текучести $R_{p0,2}$ , МПа (кгс/мм <sup>2</sup> )	Относительное удлинение $A$ , %	Относительное сужение $z$ , %	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
СВ-08ГС	431 (44)	245 (25)	18	55	392 (40)	225 (23)	13	50	0
СВ-10ГНМА, СВ-10ГН1МА	539 (55)	343 (35)	16	55	490 (50)	294 (30)	14	50	(-10) – (+15)*
СВ-07Х25Н13	442 (45)	245 (25)	12	15	392 (40)	176 (18)	–	–	–
СВ-12Х2Н2МА, СВ-12Х2Н2МАО, СВ-09ХГНМТА, СВ-09ХГНМТАА- ВИ	539 (55)	422 (43)	15	55	490 (50)	392 (40)	14	50	0
СВ-08Х19Н10Г2Б	539 (55)	343 (35)	16	30	372 (38)	225 (23)	10	20	–
СВ-04Х20Н10Г2Б (ЭП 762)	539 (55)	343 (35)	20	35	372 (38)	225 (23)	10	25	–
СВ-01Х12Н2-ВИ	637 (65)	490 (50)	12	35	510 (52)	441 (45)	10	40	–
СВ-04Х19Н11М3, СВ-02Х17Н10М2- ВИ, СВ-04Х17Н10М2	539 (55)	294 (30)	30	45	343 (35)****	196 (20)****	20****	45****	–

Конец таблицы А.4

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Св-04Х2МА	392 (40)	294 (30)	16	45	294 (30)**	245 (25)**	15**	40**	–
Св-08ХМФА	441 (45)	274 (28)	15	45	–	206 (21)** 147 (15)***	–	–	–
<p>* Конкретное значение указывается в конструкторской документации.  ** Значения приведены для температуры 450 °С.  *** Значения приведены для температуры 510 °С.  **** Значения приведены для температуры 530 °С.</p>									

Таблица А.5 – Механические свойства наплавленного металла в исходном состоянии после сварки (наплавки)

Способ сварки	Сварочные материалы		Минимальные показатели механических свойств при температуре					
	Вид	Марка	20 °С				350 °С	
			Предел прочности $R_m$ , МПа (кгс/мм <sup>2</sup> )	Предел текучести $R_{p0,2}$ , МПа (кгс/мм <sup>2</sup> )	Относительное удлинение $A$ , %	Относительное сужение $z$ , %	Предел прочности $R_m$ , МПа (кгс/мм <sup>2</sup> )	Предел текучести $R_{p0,2}$ , МПа (кгс/мм <sup>2</sup> )
Автоматическая под флюсом	Проволока Флюс	Св-08Х19Н10Г2Б ОФ-6	588 (60)	343 (35)	20	25	392 (40)	216 (22)
	Проволока Флюс	Св-04Х20Н10Г2Б (ЭП 762) ОФ-6	539 (55)	343 (35)	24	35	392 (40)	216 (22)
	Лента Флюс	Св-08Х19Н10Г2Б ОФ-10	490 (50)	294 (30)	25	35	353 (36)	196 (20)
	Лента Флюс	Св-04Х20Н10Г2Б (ЭП-762) ОФ-10	490 (50)	294 (30)	25	35	353 (36)	196 (20)
	Проволока Флюс	Св-08Х19Н10М3Б ОФ-6	570 (58)	370 (38)	18	35	275 (28)	410 (42)
Ручная дуговая покрытыми электродами	Электроды	ЭА-898/21Б, ЦТ-15К, ЗИО-8, ЦЛ-25/1, ЦЛ-25/2	539 (55)	294 (30)	23	40	392 (40)	245 (25)
Аргонодуговая	Проволока	Св-08Х19Н10Г2Б	539 (55)	343 (35)	22	35	392 (40)	216 (22)
		Св-04Х20Н10Г2Б	539 (55)	343 (35)	24	35	392 (40)	216 (22)

Таблица А.6 – Механические свойства сварных соединений после окончательного высокого отпуска

Вид сварки	Сварочные материалы	Марки сталей сварных соединений	Минимальные показатели механических свойств при температуре 20 °С	
			Предел прочности $R_m$ , МПа (кгс/мм <sup>2</sup> )	Угол загиба, град
Автоматическая под флюсом, ручная дуговая покрытыми электродами, аргонодуговая	по данному стандарту	10ГН2МФА,	539 (55)	60
		10ГН2МФАЛ		
		15Х2НМФА,	539 (55)	60
		15Х2НМФА-А		
		06Х12НЗД	637 (65)	40
Электрошлаковая	То же	10ГН2МФА,	539 (55)	40
		10ГН2МФАЛ		
		15Х2НМФА,		
		15Х2НМФА-А	608 (62)	60
		(КП-50)		
		15Х2НМФА		
		(КП-45)	549 (56)	60

Таблица А.7 – Механические свойства металла шва и наплавленного металла при автоматической сварке под флюсом

Марки применяемых сварочных материалов		Минимальные показатели механических свойств при температуре 20 °С								Критическая температура хрупкости $T_{K0}$ , °С (не выше)
		В исходном состоянии после сварки				После термической обработки				
Проволока	Флюс	Предел прочности $R_m$ , МПа (кгс/мм <sup>2</sup> )	Предел текучести $R_{p0,2}$ , МПа (кгс/мм <sup>2</sup> )	Относительное удлинение $A$ , %	Относительное сужение $z$ , %	Предел прочности $R_m$ , МПа (кгс/мм <sup>2</sup> )	Предел текучести $R_{p0,2}$ , МПа (кгс/мм <sup>2</sup> )	Относительное удлинение $A$ , %	Относительное сужение $z$ , %	
Св-08АА, Св-08А	ОСЦ-45, АН-348-А	412 (42)	226 (23)	18	50	См. табл.А.1				
Св-06А	НФ-18М	432 (44)	245 (25)	18	50	392 (40)	235 (24)	18	55	0
Св-08ГА, Св-10ГА	ОСЦ-45, АН-348-А	432 (44)	245 (25)	18	50	392 (40)	235 (24)	18	55	0
Св-08ГС, Св-12ГС	ФЦ-11	452 (46)	255 (26)	18	50	432 (44)	245 (25)	18	50	0
Св-08ГСМТ	ОСЦ-45, АН-348-А, АН-42, АН-42М	452 (46)	255 (26)	18	50	432 (44)	245 (25)	18	50	0
	КФ-30	452 (46)	294 (30)	16	50	422 (43)	275 (28)	15	50	0
Св-10НМА	ФЦ-11, ФЦ-16	510 (52)	324 (33)	16	50	471 (48)	314 (32)	16	55	-10
Св-08ГС	КФ-30	432 (44)	275 (28)	20	55	412 (42)	235 (24)	18	55	-20
Св-10ГНМА	ФЦ-11	549 (56)	354 (36)	16	50	539 (55)	343 (35)	16	55	0
Св-08ХМ	ФЦ-11, АН-42	-	-	-	-	471 (48)	314 (32)	18	55	0
Св-08ХМФА	ФЦ-11,	-	-	-	-	491 (50)	343 (35)	16	50	+10
	ФЦ-16	-	-	-	-	491 (50)	343 (35)	18	55	0
Св-06Х14	АН-22	-	-	-	-	588 (60)	412 (42)	14	45	+10
Св-04Х19Н11М3	ФЦ-17, ОФ-6	491 (50)	245 (25)	25	35	392 (40)	245 (25)	20	25	-

**ПРИЛОЖЕНИЕ Б**  
(обязательное)

**ТАБЛИЦА С ДАННЫМИ О ХИМИЧЕСКОМ СОСТАВЕ НАПЛАВЛЕННОГО МЕТАЛЛА**

Таблица Б.1 – Химический состав наплавленного металла при автоматической сварке и наплавке под флюсом

Марки применяемых сварочных материалов		Химический состав, %			
Проволока или лента	Флюс	Углерод	Кремний	Марганец	Хром
1	2	3	4	5	6
Св-08А	АН-42	≤0,11	0,15-0,55	0,6-1,2	≤0,15
Св-08А	АН-42М	≤0,11	0,15-0,55	0,6-1,2	≤0,15
Св-08А	ФЦ-16	≤0,11	0,15-0,40	0,45-0,85	≤0,15
Св-06А	АН-42	0,04-0,11	0,2-0,6	0,6-1,2	≤0,15
Св-06А	АН-42М	0,04-0,11	0,2-0,6	0,6-1,2	≤0,15
Св-08ГС	ФЦ-16	0,05-0,11	0,6-0,9	1,3-1,7	≤0,20
Св-10ГНМА	ФЦ-16	0,05-0,11	0,15-0,45	0,7-1,3	≤0,30
Св-10ГН1МА	ФЦ-16	0,05-0,11	0,20-0,50	0,9-1,5	≤0,30
Св-08АА	АН-42	≤0,11	0,15-0,55	0,6-1,2	≤0,15
Св-08АА	АН-42М	≤0,11	0,15-0,55	0,6-1,2	≤0,15
Св-08АА	ФЦ-16	≤0,11	0,15-0,40	0,45-0,85	≤0,15
Св-12Х2Н2МА	ФЦ-16, ФЦ-16А	0,06-0,12	0,5-0,45	0,65-1,10	1,40-2,1
Св-09ХГНМТА, Св-09ХГНМТАА-ВИ	НФ-18М	0,04-0,10	0,15-0,45	0,45-1,10	1,2-2,0
Св-12Х2Н2МАО	ФЦ-16А	0,06-0,12	0,15-0,45	0,65-1,10	1,4-2,1
Св-07Х25Н13	ОФ-10	≤0,09	0,30-1,2	0,8-2,0	22-26,5
Св-08ГС	КФ-30	0,12	0,30-0,70	0,7-1,4	≤0,20
Св-08ГСМТ	КФ-30	0,12	0,20-0,60	0,6-1,2	≤0,20
Св-10ГН1МА	КФ-30	0,12	0,15-0,40	0,4-1,0	≤0,30
Св-10ХМФТ	АН-42	0,04-0,12	0,20-0,60	0,6-1,3	1,2-1,8
Св-10ХМФТУ	АН-42М	0,04-0,12	0,20-0,60	0,6-1,3	1,2-1,8

Продолжение таблицы Б.1

1	2	3	4	5	6
Св-08Х19Н10МЗБ	ОФ-6	≤0,10	≤0,80	0,8-2,0	17,0-20,0
Св-03Х15Н35Г7М6Б	ОФ-6	≤0,03	≤0,90	5,0-7,5	13,0-16,0
Св-10Г2	КФ-27	≤0,12	≤0,3	0,7-1,4	–
Св-04Х2МА	КФ-16	≤0,08	≤0,4	0,5-0,9	1,4-2,2
Св-08Х19Н10Г2Б	ОФ-10, ОФ-6, ФЦ-17, ФЦ-18	≤0,10	≤1	1,3-2,2	17,5-20,5
Св-04Х20Н10Г2Б (ЭП762)	ОФ-10, ОФ-6, ФЦ-17	≤0,05	≤1	1,3-2,2	17,5-20,5
Св-04Х19Н11М3	ОФ-10, ОФ-6, ФЦ-17, ФЦ-18	≤0,08	0,3-1,2	0,8-2,0	16-20
Св-10Х16Н25АМ6	ОФ-6	0,05-0,12	1,0	0,8-2,0	14-17
Св-01Х12Н2-ВН	ОФ-6, ФЦ-19	≤0,035	0,15-0,55	0,20-0,75	11,0-13,5
Св-08АА, Св-08А	ОСЦ-45, АН-348-А	≤0,11	0,15-0,60	0,6-1,3	–
Св-06А	НФ-18	0,14-0,11	0,20-0,60	0,6-1,2	–
Св-08ГА,	ОСЦ-45,	0,04-0,11	0,15-0,60	0,8-1,5	–
Св-10ГА	АН-348-А	0,04-0,11	0,15-0,45	0,7-1,4	–
Св-08ГС, Св-12ГС	ФЦ-11	0,04-0,14	0,55-1,00	0,8-1,7	–
Св-08ГСМТ	ОСЦ-45, АН-348-А, АН-42	0,04-0,11	0,40-0,80	1,0-1,5	–
Св-10НМА,	ФЦ-11, ФЦ-16,	0,04-0,12	0,15-0,60	0,5-1,5	–
Св-10ГНМА	ФЦ-11	0,04-0,11	0,15-0,50	0,5-1,5	–
Св-08ХМ	ФЦ-11, АН-42	0,04-0,11	0,15-0,50	0,5-1,0	0,8-1,2
Св-08ХМФА	ФЦ-11	0,04-0,11	0,15-0,50	0,5-1,0	0,8-1,2
	ФЦ-16	0,04-0,11	0,15-0,45	0,4-0,8	0,8-1,2
Св-10ХМФТ	АН-42	0,05-0,13	0,15-0,50	0,5-1,0	1,3-1,8
Св-06Х14	АН-22М	≤0,09	0,30-0,80	0,4-1,0	12,5-15,0

Продолжение таблицы Б.1

Марки применяемых сварочных материалов		Химический состав, %						
Проволока или лента	Флюс	Никель	Молибден	Титан	Ниобий	Сера	Фосфор	Медь
						Не более		
1	2	3	4	5	6	7	8	9
СВ-08А	АН-42	≤0,25	–	–	–	0,035	0,042	0,25
СВ-08А	АН-42М	≤0,25	–	–	–	0,035	0,035	0,25
СВ-08А	ФЦ-16	≤0,25	–	–	–	0,035	0,035	0,25
СВ-06А	АН-42	≤0,25	–	–	–	0,030	0,042	0,25
СВ-06А	АН-42М	≤0,25	–	–	–	0,030	0,035	0,25
СВ-08ГС	ФЦ-16	≤0,30	–	–	–	0,030	0,035	0,25
СВ-10ГНМА	ФЦ-16	1,4-1,8	0,4-0,7	–	–	0,030	0,030	0,25
СВ-10ГН1МА	ФЦ-16	1,4-1,8	0,45-0,75	–	–	0,030	0,030	0,25
СВ-08АА	АН-42	≤0,25	–	–	–	0,025	0,035	0,25
СВ-08АА	АН-42М	≤0,25	–	–	–	0,025	0,025	0,25
СВ-08АА	ФЦ-16	≤0,25	–	–	–	0,025	0,025	0,25
СВ-12Х2Н2МА, СВ-09ХГНМТА	ФЦ-16	1,20-1,90	0,45-0,75	–	–	0,020	0,025	0,15
СВ-09ХГНМТАА-ВИ	НФ-18М	1,0-1,5	0,40-0,70	0,01-0,06	–	0,020	0,025	0,15
СВ-12Х2Н2МАО	ФЦ-16А	1,2-1,9	0,45-0,75	–	–	0,015	0,012	0,08
СВ-07Х25Н13	ОФ-10	11-14	–	–	–	0,020	0,030	–
СВ-08ГС	КФ-30	≤0,30	–	≤0,06	–	–	–	–
СВ-08ГСМТ	КФ-30	≤0,30	0,15-0,40	≤0,06	–	–	–	–
СВ-10ГН1МА	КФ-30	1,2-1,8	0,40-0,75	≤0,03	–	–	–	–
СВ-10ХМФТ	АН-42	≤0,30	0,35-0,70	≤0,05	–	0,015	0,042	0,25
СВ-10ХМФТУ	АН-42М	≤0,30	0,35-0,70	≤0,05	–	0,015	0,012	0,10



Конец таблицы Б.1

1	2	3	4	5	6	7	8	9
СВ-08Х19Н10МЗБ	ОФ-6	8,5-11,0	1,7-3,0	–	0,6-1,2	0,02	0,03	–
СВ-03Х15Н35Г7М6Б	ОФ-6	33,0-36,0	5,0-7,5	–	1,2-1,8	0,02	0,03	–
СВ-10Г2	КФ-27	–	–	0,01-0,05	–	0,03	0,03	–
СВ-04Х2МА	КФ-16	≤0,25	0,4-0,7	0,01-0,05	–	0,025	0,035	–
СВ-08Х19Н10Г2Б	ОФ-10, ОФ-6	8,0-11,0	–	–	0,7-1,2	0,020	0,030	–
СВ-04Х20Н10Г2Б (ЭП762)	ОФ-10, ОФ-6	8,0-11,0	–	–	0,7-1,2	0,020	0,030	–
СВ-04Х19Н11М3	ОФ-10, ОФ-6	9-12	1,5-3,0	–	–	0,020	0,030	–
СВ-10Х16Н25АМ6	ОФ-6	23-27	5-7	–	–	0,020	0,030	–
СВ-01Х12Н2-ВН	ОФ-6	1,6-2,5	–	–	–	0,020	0,030	–
СВ-08АА, СВ-08А	ОСЦ-45, АН-348-А	–	–	–	–	0,035	0,045	–
СВ-06А	НФ-18	–	–	–	–	0,030	0,035	–
СВ-08ГА,	ОСЦ-45,	–	–	–	–	0,030	0,045	–
СВ-10ГА	АН-348-А	–	–	–	–	0,030	0,035	–
СВ-08ГС, СВ-12ГС	ФЦ-11	–	–	–	–	0,030	0,040	–
СВ-08ГСМТ	ОСЦ-45, АН-348-А, АН-42	–	0,15-0,40	–	–	0,030	0,045	–
СВ-10НМА	ФЦ-11, ФЦ-16	0,9-1,5	0,30-0,55	–	–	0,030	0,045	–
СВ-10ГНМА	ФЦ-11	1,4-1,8	0,40-0,70	–	–	0,030	0,040	–
СВ-08ХМ	АН-42	–	0,40-0,70	–	–	0,030	0,040	–
СВ-08ХМФА	ФЦ-11	–	0,40-0,70	–	–	0,030	0,035	–
	ФЦ-16	–	0,40-0,70	–	–	0,030	0,030	–
СВ-10ХМФТ	АН-42	–	0,35-0,60	–	–	0,035	0,040	–
СВ-06Х14	АН-22	≤0,6	–	–	–	0,030	0,040	–

Таблица Б.2 – Химический состав при электрошлаковой сварке

Марки применяемых сварочных материалов		Химический состав, %				
Проволока	Флюс	Углерод	Кремний	Марганец	Хром	Никель
СВ-10ГН2МФА	ОФ-6, ФЦ-21	0,07-0,12	0,15-0,45	0,5-1,1	0,3	1,9-2,8
СВ-16Х2НМФТА	ОФ-6, ФЦ-21	0,12-0,18	0,15-0,45	0,4-1,0	1,6-2,3	1,0-1,5
СВ-04Х19Н11М3	ОФ-6	≤0,6	0,6	1,0-2,0	18,0-20,0	10,0-12,0

Марки применяемых сварочных материалов		Химический состав, %					
Проволока	Флюс	Молибден	Ванадий	Титан	Сера	Фосфор	Медь
					Не более		
СВ-10ГН2МФА	ОФ-6	0,4-0,7	0,02-0,08	–	0,02	0,025	0,30
СВ-16Х2НМФТА	ОФ-6	0,4-0,7	0,03-0,12	0,02-0,10	0,02	0,020	0,25
СВ-04Х19Н11М3	ОФ-6	2,0-3,0	–	–	0,018	0,025	–

Таблица Б.3 – Химический состав наплавленного металла при аргонодуговой сварке

Марки применяемой сварочной проволоки	Химический состав, %					
	Углерод	Кремний	Марганец	Хром	Никель	Молибден
Св-08ГС	≤0,1	0,4-0,8	1,1-1,7	–	–	–
Св-10ГНМА	0,05-0,12	≤0,3	0,5-1,1	≤0,3	1,4-1,8	0,45-0,70
Св-10ГН1МА	0,05-0,12	0,1-0,4	0,9-1,5	0,3	1,4-1,8	0,50-0,75
Св-12Х2Н2МА Св-09ХГНМТА,	0,06-0,14	≤0,3	0,6-1,2	1,4-2,1	1,2-1,9	0,50-0,70
Св-09ХГНМТАА-ВИ	0,05-0,12	0,1-0,4	0,5-1,0	1,4-2,1	1,4-2,1	0,45-0,70
Св-12Х2Н2МАА	0,06-0,13	≤0,3	0,6-1,2	1,4-2,1	1,2-1,9	0,40-0,70
Св-08Х19Н10Г2Б	≤0,10	≤0,6	1,5-2,2	18,0-20,5	9,0-10,5	–
Св-04Х20Н10Г2Б (ЭП 762)	≤0,05	≤0,6	1,5-2,2	18,0-20,5	9,0-10,5	–
Св-06А	0,04-0,10	0,15-0,50	0,4-0,7	–	–	–
Св-08Г2С	0,04-0,11	0,60-0,95	1,7-2,1	–	–	–
Св-08ХМ	0,04-0,10	≤0,30	0,3-0,6	0,8-1,2	–	0,4-0,7
Св-08ХГСМА	0,04-0,10	0,35-0,70	1,0-1,5	0,8-1,2	–	0,4-0,7
Св-08ХГСМФА	0,04-0,10	0,35-0,70	1,1-1,5	0,9-1,3	–	0,4-0,7
Св-04Х2МА	≤0,06	≤0,35	0,3-0,7	1,7-2,2	–	0,4-0,7
Св-06Х14	≤0,08	0,20-0,70	0,2-0,7	12,5-15,0	≤0,6	–
Св-10Х11НВМФ	0,06-0,13	0,20-0,60	0,3-0,7	10,3-12,0	0,7-1,1	0,9-1,3
Св-04Х19Н11М3	≤0,06	≤0,60	0,9-2,0	17,8-20,0	9,8-12,0	1,8-3,0
Св-10Х16Н25АМ6	0,06-0,12	≤0,60	0,9-2,0	14,8-17,0	24,8-27,0	5,2-7,0
Св-07Х25Н13	≤0,09	0,14-1,0	0,9-2,0	22,8-26,0	11,8-14,0	–
Св-08ХМФА	0,04-0,10	≤0,30	0,3-0,6	0,8-1,2	–	0,4-0,7
Св-01Х12Н2-ВИ	≤0,025	0,15-0,50	0,2-0,7	11,0-13,5	1,6-2,5	–
Св-04Х17Н10М2	≤0,09	≤0,7	1,0-2,0	16,0-18,0	9,0-11,5	1,0-2,0
Св-02Х17Н10М2-ВИ	≤0,06	≤0,7	1,0-2,0	16,0-18,0	9,0-11,0	1,0-2,0
Св-03Х15Н35Г7М6Б	≤0,03	≤0,03	6,0-7,5	14,0-16,0	34,0-35,0	6,0-7,5

Продолжение таблицы Б.3

Марки применяемой сварочной проволоки	Химический состав, %					
	Ванадий	Вольфрам	Ниобий	Сера	Фосфор	Медь
				Не более		
Св-08ГС	–	–	–	0,025	0,030	0,25
Св-10ГНМА	–	–	–	0,015	0,020	0,25
Св-10ГН1МА	–	–	–	0,020	0,020	0,25
Св-12Х2Н2МА Св-09ХГНМТА, Св-09ХГНМТАА-ВИ	–	–	–	0,015	0,012	0,10
Св-12Х2Н2МАА	–	–	–	0,012	0,010	0,08
Св-08Х19Н10Г2Б	–	–	0,7-1,3	0,020	0,030	–
Св-04Х20Н10Г2Б (ЭП 762)	–	–	0,7-1,3	0,020	0,030	–
Св-06А	–	–	–	0,020	0,025	–
Св-08Г2С	–	–	–	0,025	0,030	–
Св-08ХМ	–	–	–	0,025	0,030	–
Св-08ХГСМА	0,10 - 0,30	–	–	0,025	0,025	–
Св-08ХГСМФА	0,15 - 0,35	–	–	0,025	0,025	–
Св-04Х2МА	–	–	–	0,020	0,025	–
Св-06Х14	–	–	–	0,025	0,030	–
Св-10Х11НВМФ	0,20 - 0,50	1,0 - 1,4	–	0,025	0,030	–
Св-04Х19Н11М3	–	–	–	0,018	0,025	–
Св-10Х16Н25АМ6	–	–	–	0,018	0,025	–
Св-07Х25Н13	–	–	–	0,018	0,025	–
Св-08ХМФА	0,10 - 0,30	–	–	0,025	0,025	–
Св-01Х12Н2-ВИ	–	–	–	0,020	0,030	–
Св-04Х17Н10М2	Титан 0,03	Алюминий ≤ 0,1	–	0,020	0,025	0,20
Св-02Х17Н10М2-ВИ	–	–	–	0,020	0,02	–
Св-03Х15Н35Г7М6Б	–	–	1,2 - 1,8	0,020	0,030	–

**ПРИЛОЖЕНИЕ В**  
(справочное)  
**БИБЛИОГРАФИЯ**

1. «Методика контроля лопаток из титановых сплавов турбин К-1000-60/3000 (ЛМЗ) вихретоковым дефектоскопом «ЗОНД ВД-96». Москва, 2005
2. ГОСТ 6032-2017 «Стали и сплавы коррозионно-стойкие. Методы испытания на стойкость против межкристаллитной коррозии»
3. ГОСТ 6996-66 «Сварные соединения. Методы определения механических свойств»
4. ГОСТ 12352-81 «Стали легированные и высоколегированные. Методы определения никеля»
5. ГОСТ 12353-78 «Стали легированные и высоколегированные. Методы определения кобальта»
6. ГОСТ 12354-81 «Стали легированные и высоколегированные. Методы определения молибдена»
7. ГОСТ 12356-81 «Стали легированные и высоколегированные. Методы определения титана»
8. ГОСТ 12357-84 «Стали легированные и высоколегированные. Методы определения алюминия»
9. ГОСТ 12365-84 «Стали легированные и высоколегированные. Методы определения циркония»
10. ГОСТ 16504-81 «Испытания и контроль качества продукции. Основные термины и определения»
11. ГОСТ 18353-79 «Контроль неразрушающий. Классификация видов и методов»
12. ГОСТ 2.101-68 «ЕСКД. Виды изделий»
13. ОСТ 108.030.113-87 «Поковки из углеродистой и легированной стали для оборудования и трубопроводов тепловых и атомных станций. Технические условия».
14. ОСТ 108.109.01-92 «Заготовки корпусных деталей из коррозионностойких сталей аустенитного класса. Технические условия».
15. ТУ 108-765-78 «Заготовки из стали марок 15Х2НМФА и 15Х2НМФА-А для корпусов и крышек и других узлов реакторных установок».
16. ТУ 108.766-86 «Заготовки из стали марки 10ГН2МФА (10ГН2МФА-ВД, 10ГН2МФА-Ш) для оборудования АЭС. Технические условия».
17. ТУ 108-11-543-80 «Заготовки из стали марок 22К, 22К-ВД, 22К-Ш. Технические условия» (для заготовок изготовленных после 1990 года действует ТУ 302.02.092-90).

