Комитет СССР по государственному надзору за безопасным ведением работ в промышленности и атомной энергетике (Госпроматомнадзор СССР)

Правила и нормы в атомной энергетике

Утверждены
Постановлением
Госпроматомнадзора СССР
от 29.05.91 № 6

СТАЛЬНЫЕ ОТЛИВКИ ДЛЯ АТОМНЫХ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ УСТАНОВОК. ПРАВИЛА КОНТРОЛЯ

ПНАЭ Г-7-025-90

Дата введения 01.01.92

Москва 1991

gost.e-ecolog.ru

Настоящие Правила обязательны для всех министерств, ведомств, объединений, организаций и предприятий, осуществляющих проектирование, конструирование, изготовление, монтаж, эксплуатацию и ремонт оборудования и трубопроводов, на которые распространяются "Правила устройства и безопасной эксплуатации оборудования и трубопроводов атомных энергетических установок (ПНАЭ Г-7-008-89)".

Настоящие Правила контроля подготовлены к изданию Научно-техническим центром при Госпроматомнадзоре СССР, они вводятся взамен "Правил контроля стальных отливок для атомных энергетических установок (ПГА 05-82).

Исполнители: Е.Ю. Ривкин, В.Е. Можаров

СОДЕРЖАНИЕ

1. Общие требования
2. Производственная аттестация технологии изготовления отливок
3. Методы и объемы контроля качества отливок
3.1. Контроль химического состава металла
3.2. Контроль механических свойств металла
3.3. Контроль коррозионных свойств сталей аустенитного класса и высокохромистых сталей
3.4. Контроль содержания ферритной фазы в стали аустенитного класса
3.5. Внешний осмотр. Контроль размеров, массы и качества поверхности отливок
3.6. Контроль капиллярным или магнитопорошковым методом
3.7. Контроль отливок радиографическим и ультразвуковым методами
3.8. Контроль гидравлическим испытанием
4. Оценка качества отливок
4.1. Химический состав и механические свойства
4.2. Коррозионные свойства сталей аустенитного класса и высокохромистых сталей
4.3. Содержание ферритной фазы в сталях аустенитного класса
4.4. Внешний осмотр. Контроль размеров, массы и качества поверхности отливок
4.5. Капиллярный или магнитопорошковый контроль
4.6. Ультразвуковой контроль
4.7. Радиографический контроль
4.8. Гидравлическое испытание
5. Контроль и оценка качества кромок литых деталей, входящих в состав сварно-литых конструкций
6. Контроль исправления дефектов в отливках
7. Контроль режимов термической обработки отливок
8. Маркировка и документация
9. Заключение
Приложение. Методика радиографического контроля отливок
1. Общие положения
2. Подготовка к контролю
3. Схемы и параметры контроля
4. Материалы и принадлежности для контроля
5. Фотообработка и расшифровка снимков
6. Документация по результатам контроля

Настоящие Правила контроля (ПК) устанавливают требования по контролю стальных отливок (включая заготовки электрошлаковой выплавки - ЭШВ), используемых для изготовления оборудования и трубопроводов атомных электростанций, станций теплоснабжения, теплоэлектроцентралей, опытных и исследовательских ядерных реакторов и установок, на которые распространяются "Правила устройства и безопасной эксплуатации оборудования и трубопроводов атомных энергетических установок (ПНАЭ Г-7-008-89)". Настоящие ПК устанавливают порядок, виды, объемы и методы контроля, а также нормы оценки качества стальных отливок.

1. ОБЩИЕ ТРЕБОВАНИЯ

1.1. Контроль качества отливок осуществляется в процессе их производства в целях выявления и устранения обнаруженных отступлений от технологии их изготовления и при приемке отливок.

1.2. В процессе производства отливок контрольными службами предприятия-изготовителя контролируются:

1) качество шихтовых и шлакообразующих материалов и их подготовка;

2) соблюдение требований проведения процессов выплавки и выпуска стали из печи;

3) подготовка разливочных ковшей и их подогрев перед разливкой;

4) состояние модельной оснастки;

5) качество и свойства исходных формовочных материалов;

6) качество и свойства формовочных и стержневых смесей;

7) сушка форм и стержней;

8) качество сборки форм и продолжительность простаивания собранной формы до заливки;

9) температура жидкого металла в ковше перед заливкой;

10) продолжительность охлаждения отливки в форме;

11) качество исходных материалов (расходуемых электродов, затравок, флюсов, сварочных материалов, раскислителей, модификаторов) для ведения процесса ЭШВ;

12) качество подготовки к работе оснастки (кристаллизатора поддона, инвентарной головки) для ведения процесса ЭШВ;

13) соблюдение технологического процесса ЭШВ;

14) соблюдение требований по отбору проб для определен механических свойств и химического состава стали;

15) соблюдение требований проведения термической обработки;

16) соблюдение требований выполнения сварочных операций при исправлении дефектов, а также соответствие применяемых при исправлении отливок сварочных материалов требованиям документа "Оборудование и трубопроводы атомных энергетических установок. Сварка и наплавка. Основные положения (ПНА5 Г-7-009-89)".

17) квалификация сварщиков.

1.3. В зависимости от назначения оборудования и трубопроводов и условий их эксплуатации отливки, используемые в них, подразделяются на классы согласно табл. 1. Класс отливки устанавливается проектной (конструкторской) организацией и указывается в чертеже детали или заказной документации на отливку.
1.4. Отливки подвергаются контролю и испытаниям в соответствии с указаниями табл. 2.

1.5. При проведении дополнительных испытаний, не предусмотренных настоящим нормативно-техническим документом (НТД), необходимость их выполнения и нормы оценки качестве должны учитываться в чертеже или технических условиях на поставку отливок и согласовываться с предприятием-изготовителем.
1.6. Все подготовительные и контрольные операции, а также последовательность их проведения должны устанавливаться производственно-технологической документацией (ПТД) предприятия-изготовителя.

1.7. Оценка качества отливок осуществляется предприятием-изготовителем согласно требованиям настоящего НТД.

1.8. Результаты контроля должны соответствовать требованиям настоящего НТД, а также требованиям соответствующей производственно-технологической документации и фиксироваться в журнале технологических процессов или других документах, установленных предприятием-изготовителем.

1.9. К выполнению контроля качества отливок и мест исправления дефектов в них допускаются дефектоскописты, аттестованные в порядке, предусмотренном для аттестации контролеров согласно документу "Оборудование и трубопроводы атомных энергетических установок. Сварные соединения и наплавки. Правила контроля (ПНАЭ Г-7-010-89)".

1.10. Квалификация сварщиков, выполняющих исправление дефектов литых заготовок с помощью сварки, должна соответствовать требованиям документа "Правила аттестации сварщиков атомных энергетических установок (ПНАЭ Г-7-003-87)".

Таблица 1

Классы стальных отливок

Класс отливок	Расчетное давление в оборудовании и трубопроводах, МПа	Группа оборудования или трубопроводов, в которых используются литые детали
1-й	Независимо от давления	A
2-й:		
a	Свыше 5,0	B
b	До 5,0	
3-й:		
a	Свыше 5,0	C
b	Свыше 1,6 до 5,0	
c	До 1,6	

Таблица 2

Объем контроля и испытания отливок

Вид контроля и испытания отливок	Класс отливок					
	1-й	2-й		3-й		
		a	b	a	b	c
Контроль химического состава стали	©	©	©	©	©	©
Испытание на растяжение:						
при нормальной температуре:						
определение временного сопротивления R_m	©	©	©	©	©	©
определение предела текучести $R_{p\,0,2}$	©	©	©	©	©	©
определение относительного удлинения A	©	©	©	C	C	C
определение относительного сужения Z	©	©	©	©	©	©
при рабочей (повышенной) температуре:						
определение временного сопротивления R_m	C	C	C	C	-	-
определение предела текучести $R_{p\,0,2}$	©	©	©	©	-	-
определение относительного сужения Z	C	C	C	-	-	-
Испытание на ударный изгиб при						

нормальной температуре (за исключением заготовок ЭШВ из стали аустенитного класса)	©	©	©	С	С	С
Контроль твердости отливок	©	С	-	-	-	-
Контроль коррозионных свойств стали аустенитного класса и высокохромистых сталей	©	©	©	©	©	©
Контроль содержания феррита в стали аустенитного класса	©	Δ	Δ	Δ	Δ	Δ
Внешний осмотр. Контроль размеров, массы и качества поверхности отливок	©	©	©	©	©	©
Контроль отливок капиллярным или магнитопорошковым методом	©	©	©	©	©	©
Радиографический или ультразвуковой контроль отливок	©	©	©	Δ	-	-
Контроль отливок гидравлическим давлением	Δ	Δ	Δ	Δ	Δ	Δ
Контроль свариваемых кромок (кромок под сварку)	©	©	©	©	©	©

Примечания: © - контроль и испытания, по результатам которых производится приемка отливок; с – контроль и испытания, результаты которых являются информационными и включаются в сертификат;
Δ - контроль и испытания, проводимые по требованиям чертежа.

2. ПРОИЗВОДСТВЕННАЯ АТТЕСТАЦИЯ ТЕХНОЛОГИИ ИЗГОТОВЛЕНИЯ ОТЛИВОК

2.1. Промышленное изготовление отливок допускается только после отработки технологического процесса на опытных отливках, проверки их качества и при наличии акта на внедрение литейной технологии.

2.2. Все опытные отливки проверяются на соответствие их размеров требованиям чертежа путем контрольной разметки. При неудовлетворительных результатах разметки модельная оснастка исправляется и производится корректировка литейного технологического процесса.

2.3. Каждая опытная отливка должна подвергаться контролю в полном объеме всеми методами испытаний, указанными в конструкторской документации и в табл. 2 для отливок данного класса. Контроль выполняется в соответствии с разделом 3 настоящего НТД.

2.4. В случае невозможности проведения контроля отдельных мест опытных отливок неразрушающими методами их контроль должен выполняться методом вырезки и исследования темплетов. Количество и схема вырезки темплетов

устанавливаются предприятием-изготовителем по согласованию с проектной организацией.

2.5. Оценка качества опытных отливок осуществляется предприятием-изготовителем в соответствии с требованиями настоящего НТД и конструкторской документации.

2.6. Опытные отливки при соблюдении всех требований настоящего НТД и технических условий на поставку разрешается использовать по назначению.

2.7. В процессе изготовления и исследования опытных отливок устанавливаются места, недоступные для контроля неразрушающими методами. Установленные места указываются в конструкторской документации.

2.8. Литейный технологический процесс считается отработанным и оформляется актом на внедрение его в производство, если количество и размеры несплошностей, выявленных в опытных отливках неразрушающими методами контроля, а также вырезкой и исследованием темплетов, не превышают норм, установленных настоящим НТД и техническими условиями на поставку отливок.

2.9. В случае невозможности отработки литейного технологического процесса до уровня, обеспечивающего изготовление опытных отливок, удовлетворяющих требованиям п. 2.8 настоящего НТД по внутренним несплошностям, проектной организацией совместно с предприятием-изготовителем должна быть пересмотрена конструкция детали в целях повышения ее технологичности при изготовлении литьем или другим способом формообразования. Отработка литейного технологического процесса для детали пересмотренной конструкции должна производиться заново.

2.10. В тех случаях, когда невозможно повысить технологичность литой детали или изготовить ее сварно-литой, внутренние дефекты в штатных отливках необходимо исправлять до состояния, соответствующего требованиям настоящего НТД.

2.11. Акт на внедрение литейного технологического процесса в производство составляется предприятием-изготовителем и утверждается его техническим руководством.

2.12. По результатам изготовления головного образца отливки составляется акт о запуске его в производство, который для отливок 1-го и 2-го классов согласовывается с местным органом Госпроматомнадзора СССР.

3. МЕТОДЫ И ОБЪЕМЫ КОНТРОЛЯ КАЧЕСТВА ОТЛИВОК

3.1. Контроль химического состава металла

3.1.1. Проверка соответствия химического состава металла отливок требованиям технических условий на их поставку, за исключением заготовок

ЭШВ, производится на пробах, отбираемых от каждой плавки в соответствии с ГОСТ 7565-73. Пробы следует маркировать номером или кодом плавки.

3.1.2. Проверка соответствия химического состава металла заготовок ЭШВ требованиям технических условий на их поставку осуществляется:

для отливок 1-го класса - на каждой заготовке;
" " 2-го класса - на двух заготовках из партии;
" " 3-го класса - на одной заготовке из партии.

Партия должна состоять из 25 заготовок (не более), выплавленных из расходуемых электродов одного размера, одной исходной плавки, по одинаковому технологическому процессу. Допускается включать в партию заготовки, каждая из которых выплавлена с расходуемыми электродами одной марки стали двух разных плавок при одинаковом расположении их в пакете и одинаковом процессе плавки.

3.1.3. Пробы для определения химического состава металла заготовок ЭШВ должны отбираться из специального припуска для отбора проб. Для заготовок ЭШВ 2-го и 3-го классов допускается отбирать пробы из припуска на механическую обработку на глубине не менее 3 мм от поверхности отливки.

3.1.4. Химический состав материала отливки определяется по ГОСТ 12344-88, ГОСТ 12345-88, ГОСТ 12346-78, ГОСТ 12347-77, ГОСТ 12348-78, ГОСТ 12349-83, ГОСТ 12350-78, ГОСТ 12351-81, ГОСТ 12352-81, ГОСТ 12353-78, ГОСТ 12354-81, ГОСТ 12355-78, ГОСТ 12356-81, ГОСТ 12357-84, ГОСТ 12358-82, ГОСТ 12359-81, ГОСТ 12360-82, ГОСТ 12361-82, ГОСТ 12362-79, ГОСТ 12363-79, ГОСТ 12364-84, ГОСТ 12365-84, ГОСТ 20560-81, ГОСТ 22536.0-87, ГОСТ 22536.1-88, ГОСТ 22356.5-87, ГОСТ 22536.7-88.

Допускается использование метода фотоэлектрического спектрального анализа по ГОСТ 18895-81 или по согласованию с головной материаловедческой организацией других методов при условии обеспечения точности определения химического состава данного материала, установленного указанными стандартами.

3.1.5. Арбитражный анализ производится только методами, установленными стандартами, указанными в п. 3.1.4.

3.2. Контроль механических свойств металла

3.2.1. Механические свойства металла определяются на образцах, отбираемых после окончательной термической обработки механическим или анодно-механическим способом.

3.2.2. Отбор образцов для определения механических свойств металла отливок, за исключением отливок ЭШВ, должен производиться согласно табл.3.

Таблица 3

Порядок отбора заготовок образцов для контроля механических свойств металла

Класс стали	Класс отливки	Толщина стенки отливки S, мм	Отбор заготовок образцов
Высокохромистый и аустенитный	Любой	Любая	От пробы по ГОСТ 977-75 или от отдельно отлитой или прилитой пробы
Перлитый	3-й		От пробы по ГОСТ 977-75
	1-й, 2-й	До 50	
	1-й, 2-й	Свыше 50	От специального припуска на отливке (рис. 1 и 2) или от отдельно отлитой (рис. 3) или прилитой (рис. 4 и 5) пробы

3.2.3. Отдельно отлитая или прилитая проба для сталей аустенитного класса и высокохромистых сталей должна иметь сечение S x S, где S - расчетная толщина стенки отливки в состоянии термообработки, определяющая выбор материала. Определяющая стенка указывается проектной организацией в чертеже литой детали. Для сталей перлитного класса размер одной из сторон пробы должен быть не менее расчетной толщины стенки S, а размеры двух других сторон - не менее тройной ее толщины 3S.

Пример отбора образцов из специального припуска приведен на рис. 1 и 2, а из отдельно отлитой и прилитой пробы размерами 3S x 3S x S - на рис. 3-5.

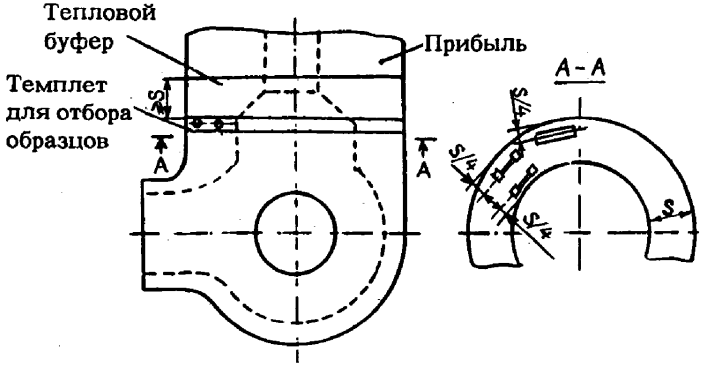


Рис. 1. Схема отбора образцов для испытаний механических свойств от специального припуска на отливке

Примечание. Тепловой буфер отрезается после окончательной термической обработки.

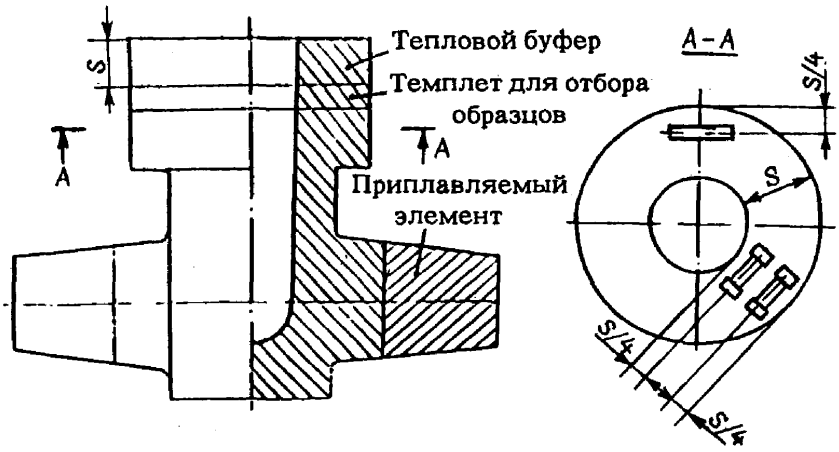


Рис. 2. Схема отбора образцов для испытаний механических свойств от специального припуска на заготовке ЭШВ

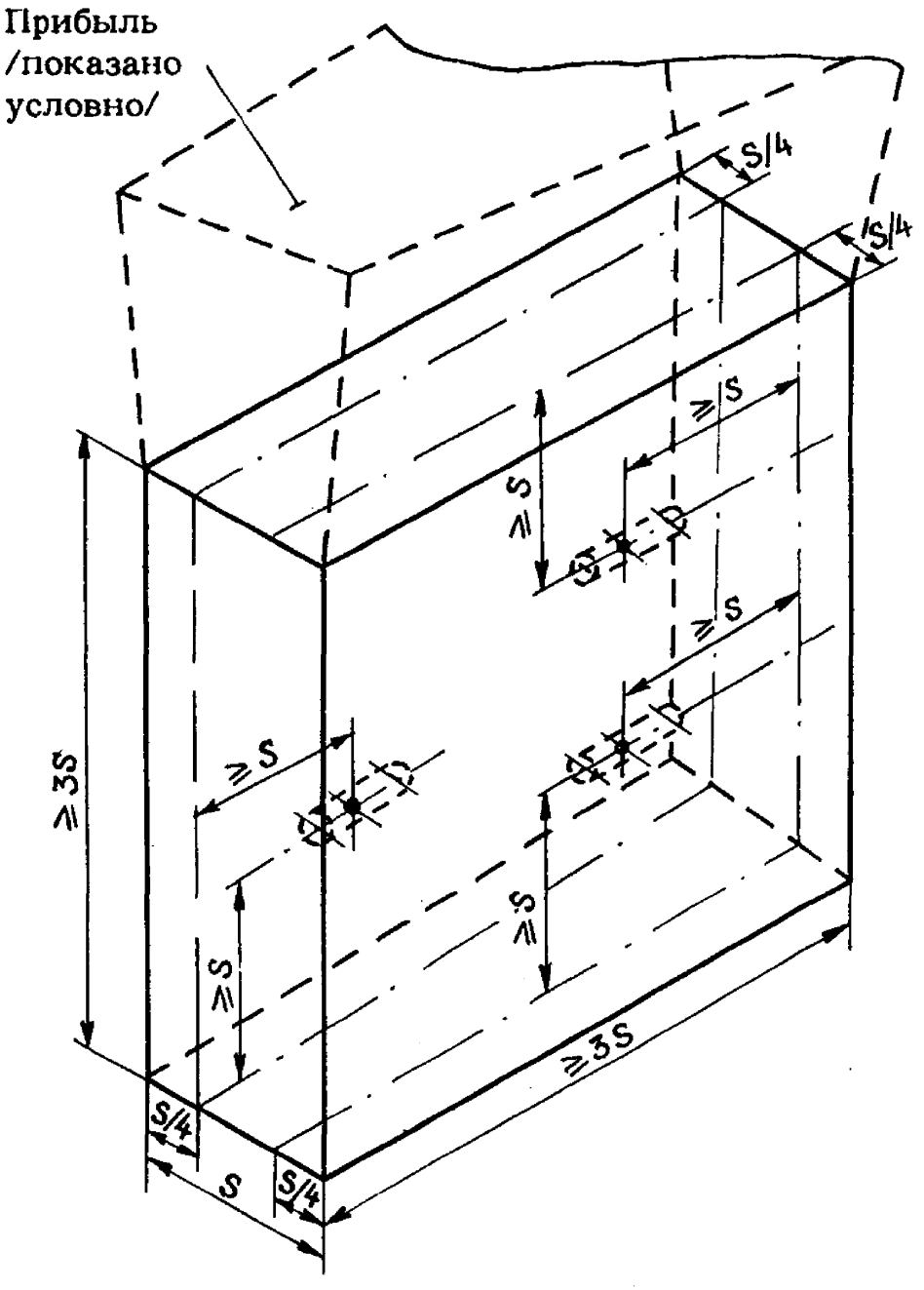


Рис. 3. Схема отбора образцов для испытаний механических свойств из отдельно отлитой пробы

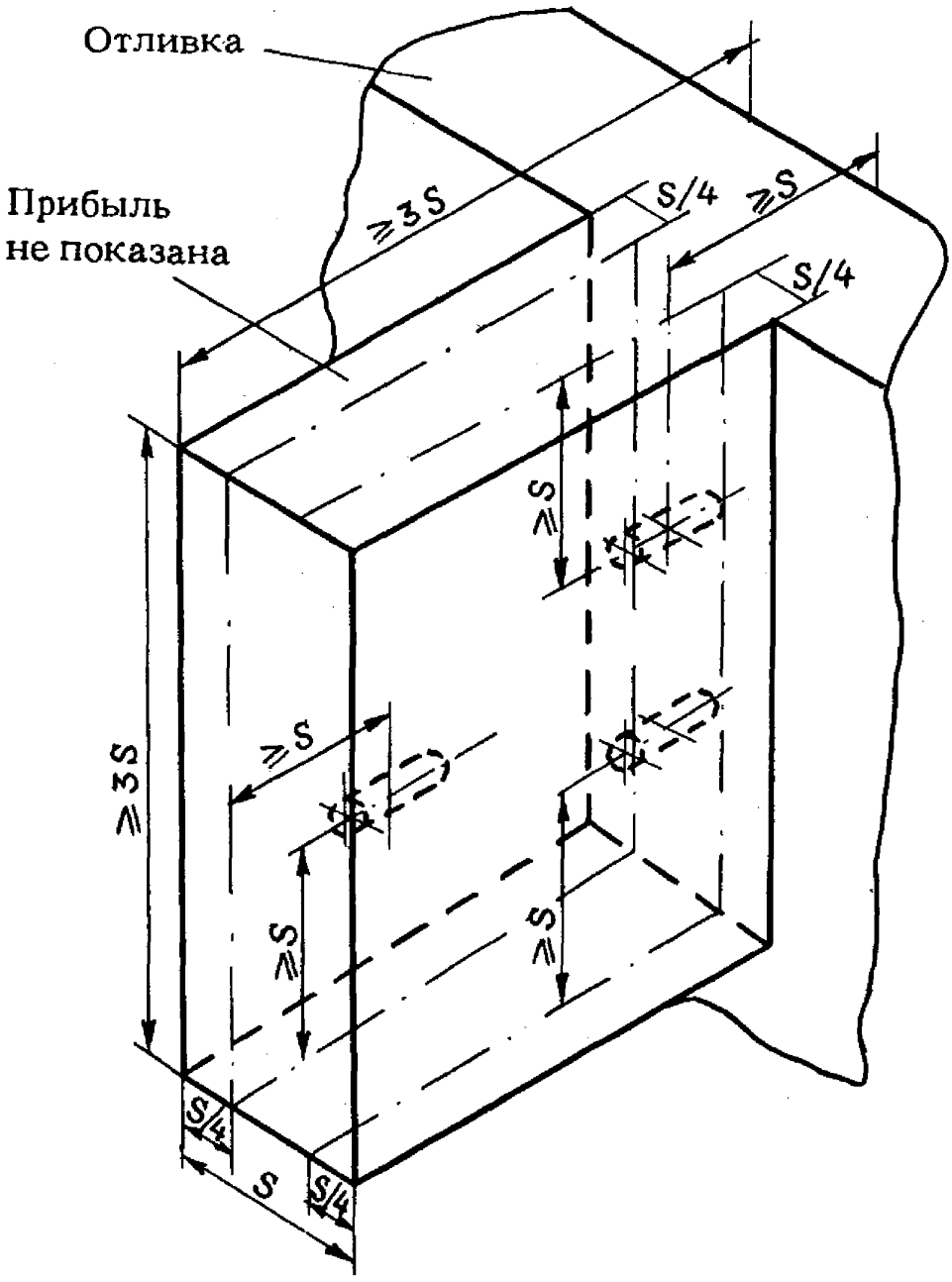


Рис. 4. Схема отбора образцов для испытаний механических свойств от прилитой пробы на отливе

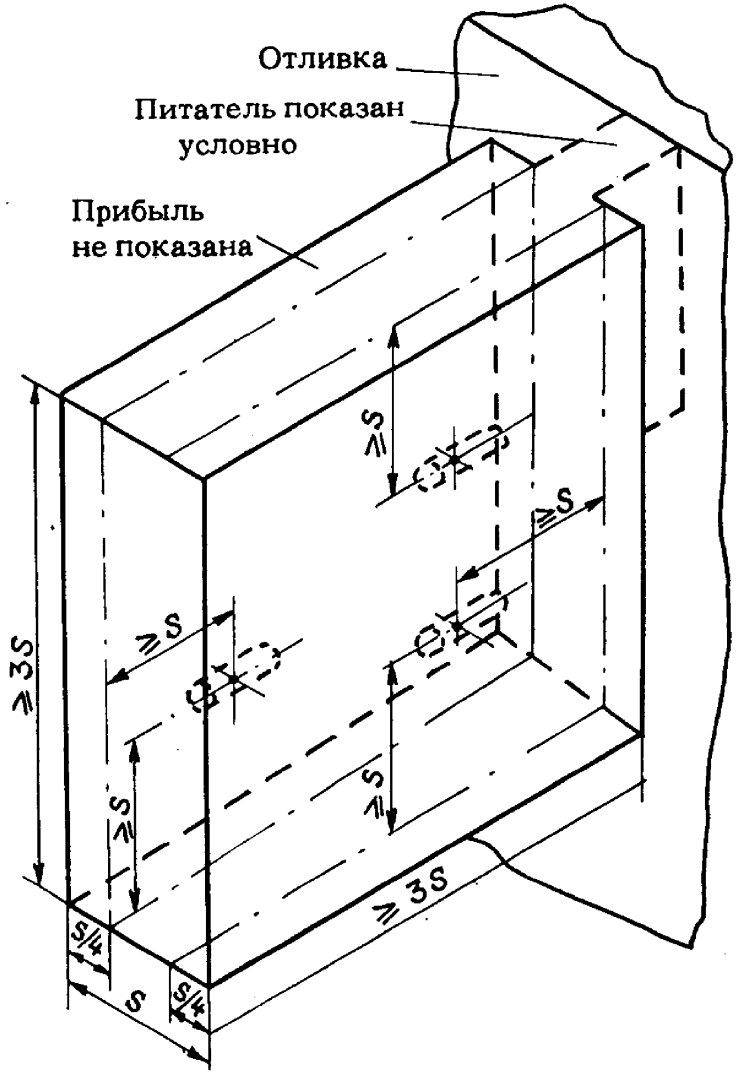


Рис. 5. Схема отбора образцов для испытаний механических свойств из прилитой пробы

3.2.4. Отдельно отлитая проба должна быть той же плавки, изготовлена тем же способом и подвергаться термической обработке в той же садке и по тому же режиму, что и проверяемая отливка.

3.2.5. Отбор образцов для определения механических свойств металла из темплета, вырезанного из специального припуска на термически обработанной отливке, необходимо производить так, чтобы от любой точки поверхности припуска продольные оси образцов проходили на расстоянии, равном 1/4 толщины стенки, а центр образцов (середина длины) находился от торцевой поверхности припуска на расстоянии, не меньшем толщины стенки.

3.2.6. Отбор образцов для определения механических свойств металла из отдельно отлитой или прилитой термически обработанной пробы размерами 3S x 3S x S необходимо осуществлять так, чтобы продольные оси образцов проходили на расстоянии, равном 1/4 толщины стенки от поверхности пробы, а центр образцов (середина длины) находился от ближайшего торца пробы на расстоянии, не меньшем толщины стенки.

3.2.7. Положение образцов при их отборе из отдельно отлитой или прилитой пробы размерами S x S не регламентируется.

3.2.8. Отбор образцов для определения механических свойств металла заготовок ЭШВ из стали всех классов должен выполняться в соответствии с п. 3.2.1 из специального припуска на отливки. Припуск для отбора образцов должен указываться в чертеже отливок. Пример отбора образцов приведен на рис. 2.

Отбор образцов от заготовок ЭШВ из стали перлитного класса с толщиной стенки S свыше 50 мм проводится с соблюдением требований пп. 3.2.5-3.2.10. Отступление от этих требований с учетом конфигурации и размеров отливки, а также вида термической обработки допускается по согласованию с головной материаловедческой организацией.

Положение образцов не регламентируется для отливок ЭШВ из сталей аустенитного класса, а также углеродистых, кремнемарганцовистых и высокохромистых сталей.

3.2.9. Схема отбора образцов для определения механических свойств металла отливок разрабатывается предприятием-изготовителем и указывается в ПТД.

3.2.10. Требования пп. 3.2.5 и 3.2.6 могут быть выполнены с применением теплового буфера, который может представлять собой продолжение торцевой части темплета для отбора образцов на величину, равную толщине стенки, путем удлинения этой торцевой части при литье или присоединения к ней сваркой с частичным проплавлением отдельно изготовленного буфера толщиной, равной толщине стенки из стали аналогичного класса.

3.2.11. Испытания механических свойств должны проводиться на образцах из прилитой или отдельно отлитой пробы размерами S x S и 3S x 3S x S - при контроле каждой плавки; на образцах из специального припуска на отливке и из прилитой пробы размерами 3S x 3S x S - при контроле каждой отливки; на образцах из специального припуска на заготовке ЭШВ - в объеме, установленном в п. 3.1.2 для проверки химического состава металла.

3.2.12. Определение механических свойств металла при испытании на растяжение при температуре 20 $^{0}C^{+15^{0}C}_{-10^{0}C}$ проводятся по ГОСТ 1497-84 на двух цилиндрических образцах - типа 1-V,№ 4 или типа II-IV, №6.

3.2.13. Испытание на растяжение при рабочих температурах проводится по ГОСТ 9651-84 для отливок, работающих при температуре среды выше 100 ^{0}C на двух цилиндрических образцах типа 1 № 2 и 4 по ГОСТ 9651-84 или типа III, № 4 по ГОСТ 1497-84.

Если значение рабочей температуры литой детали, указанное в конструкторской документации, не совпадает со значением температуры испытания, приведенной в технических условиях на поставку отливок, то испытание образцов на растяжение следует выполнять при ближайшей большей температуре, указанной в технических условиях.

3.2.14. Испытание на ударный изгиб проводится по ГОСТ 9454-78 на трех образцах типа 11 для стали перлитного класса и высоко хромистой и на трех образцах типа I или V для стали аустенитного класса.

3.2.15. Твердость металла отливок необходимо определять по ГОСТ 9012-59 после окончательной термической обработки, при этом твердость отливок из стали аустенитного класса не контролируется. Допускается твердость определять переносными приборами.

3.2.16. Места и количество измерений (не менее трех) твердости должны указываться в ПТД.

3.2.17. Твердость должна контролироваться на поверхности отливок, предварительно зачищенной от окалины и обезуглероженного слоя.

3.3. Контроль коррозионных свойств сталей аустенитного класса и высокохромистых сталей

3.3.1. Контроль коррозионных свойств должен осуществляться:

- для стали аустенитного класса - испытанием на стойкость против межкристаллитной коррозии;
- для высокохромистой стали - испытанием на определение скорости коррозии.

3.3.2. Коррозионные свойства металла определяются на образцах, отбираемых в соответствии с требованиями табл. 3 и п. 3.2.8 для заготовок ЭШВ. При этом положение образцов при отборе проб из специального припуска не регламентируется.

3.3.3. Образцы для испытания металла отливок на стойкость против межкристаллитной коррозии вырезаются в соответствии с ГОСТ 6032-89, а для испытания на определение скорости коррозии - в соответствии с

документацией головной материаловедческой организации или по согласованию проектной (конструкторской) организации с изготовителем отливок.

3.3.4. Испытание на стойкость против межкристаллитной коррозии должно выполняться:

- для каждой плавки стали аустенитного класса по методу АМ или АМУ ГОСТ 6032-89 с провоцирующим нагревом;
- для сварных соединений аустенитной стали в сварно-литых конструкциях в соответствии с требованиями документа "Оборудование и трубопроводы атомных энергетических установок. Сварные соединения и наплавки. Правила контроля (ПНАЭ Г-7-010-89)».

3.3.5. Испытание на определение скорости коррозии высокохромистых сталей каждой плавки и сварных соединений высокохромистых сталей в сварно-литых конструкциях должно осуществляться по методике головной материаловедческой организации.

3.3.6. Если отливки из сталей аустенитного класса и высокохромистых сталей после сварки подвергаются дополнительной термической обработке, то заготовки, из которых отбираются образцы, перед испытанием на стойкость против межкристаллитной коррозии и перед определением скорости коррозии следует подвергать такой же термической обработке.

3.4. Контроль содержания ферритной фазы в стали аустенитного класса

3.4.1. Содержание ферритной фазы должно определяться по ГОСТ 2246-73 или согласно отраслевым инструкциям или инструкциям, на применение которых имеется разрешение Госпроматомнадзора СССР, не менее чем на двух образцах от каждой плавки или одной заготовки ЭШВ от партии, размер которой установлен в п. 3.1.2.

3.4.2. Пробы для определения содержания феррита в металле заготовок ЭШВ должны отбираться из припуска для отбора проб до термообработки заготовок. Допускается отбор проб после термической обработки с последующим аргонодуговым переплавом в медную форму.

3.5. Внешний осмотр. Контроль размеров, массы и качества поверхности отливок

3.5.1. Внешнему осмотру подвергается вся поверхность (особенно места радиусных переходов) каждой отливки.

3.5.2. Контроль размеров и массы отливки проводится с использованием универсального измерительного инструмента и весоизмерительного оборудования.

3.5.3. Оценка качества механически не обрабатываемых поверхностей отливок должна выполняться по эталонам качества поверхности. Эталонами качества поверхности могут служить любые отливки или их части.

На поверхности отливки или ее части, служащей эталоном качества поверхности, не допускаются: пригар, неспаи, песчаные и шлаковые включения, поверхностные складки, плены, трещины, несглаженные насечки от зубил.

3.5.4. Утверждение эталонов должно осуществляться на основании требований настоящего НТД начальником отдела технического контроля и главным металлургом предприятия-изготовителя (при необходимости для утверждения эталонов может привлекаться головная материаловедческая организация).

3.6. Контроль капиллярным или магнитопорошковым методами

3.6.1. Контроль отливок капиллярным или магнитопорошковым методами необходимо выполнять в соответствии с требованиями документов "Унифицированная методика контроля основных материалов (полуфабрикатов), сварных соединений и наплавки оборудования и трубопроводов АЭУ. Капиллярный контроль (ПНАЭ Г-7-018-89)" и "Унифицированная методика контроля основных материалов (полуфабрикатов), сварных соединений и наплавки оборудования и трубопроводов АЭУ. Магнитопорошковый контроль (ПНАЭ Г-7-015-89)".

3.6.2. Контроль капиллярным или магнитопорошковым методом отливок 1-го и 2а классов проводится по всей доступной для контроля поверхности (места, недоступные для контроля, должны указываться в конструкторской документации), всех остальных отливок - в местах радиусных переходов, а также в местах, указанных в конструкторской документации на поверхностях, при визуальном контроле которых оценка результатов вызывает сомнения. Контроль поверхностей отливок из сталей перлитного класса и высокохромистых после дробеструйной обработки должен осуществляться только магнитопорошковым методом.

3.6.3. Контролю подвергаются отливки после их окончательной обработки (термической, механической).

3.7. Контроль отливок радиографическим и ультразвуковым методами

3.7.1. Контроль отливок необходимо проводить:

- радиографическим методом - по методике, изложенной в приложении к настоящему НТД;
- ультразвуковым методом - в соответствии с требованиями документа "Унифицированная методика контроля основных материалов (полуфабрикатов) оборудования и трубопроводов АЭУ. Ультразвуковой контроль (ПНАЭ Г-7-014-89)».

3.7.2. Отливки 2в и 3а классов для контроля предъявляются партиями, в каждую из которых включаются отливки одной плавки, изготовленные по

одному чертежу и прошедшие термическую обработку по одному режиму (с одинаковой скоростью нагрева и охлаждения). При этом максимальный размер партии не должен превышать 20 отливок.

При размере партии менее 5 отливок для 2в и 3а классов контролируется одна отливка. В заявке на проведение контроля должны быть указаны номер плавки и количество отливок.

3.7.3. Радиографический или ультразвуковой контроль отливок осуществляется:
1) в полном объеме каждой отливки - для отливок 1-го и 2а классов;
2) в полном объеме каждой контролируемой отливки (не менее 50% отливок предъявляемой партии) - для отливок 2в класса;
3) по требованию чертежа или заказной документации в полном объеме каждой контролируемой отливки (не менее 20% отливок предъявляемой партии) — для отливок 3а класса;
4) объем каждой контролируемой заготовки ЭШВ - по требованию конструкторской или заказной документации.

3.7.4. Ультразвуковой контроль отливок 2-го и 3а классов в местах, обозначенных на чертеже или в заказной документации, таких, как приливы, фланцы ребра, рамы и другие подобные элементы, разрешается не производить.

3.7.5. Оценка качества отливок всей партии выполняется по результатам контроля отливок, представляющих данную партию. Выбор отливок-представителей осуществляется отделом технического контроля.

3.7.6. В случае обнаружения внутренних несплошностей или включений хотя бы в одной контролируемой отливке 2в и 3а классов, превышающих установленные настоящим НТД нормы, контролю подвергаются все отливки предъявляемой партии.

3.7.7. Перед радиографическим контролем припуск на сторону при окончательной механической обработке допускается оставлять:

- до 2 мм - для стенок толщиной до 10 мм;
- не более 20% толщины - для стенок толщиной свыше 10 до 150 мм;
- до 30 мм - для стенок толщиной свыше 150 мм.

3.8. Контроль гидравлическим испытанием

Гидравлическое испытание отливок должно выполняться в соответствии с требованиями "Правил устройства и безопасной эксплуатации оборудования и трубопроводов атомных энергетических установок (ПНАЭ Г-7-008-89)".

4. ОЦЕНКА КАЧЕСТВА ОТЛИВОК

4.1. Химический состав и механические свойства

4.1.1. Химический состав и механические свойства металла отливок должны удовлетворять требованиям чертежа и технических условий на поставку отливок.

4.1.2. Контролируемые показатели механических свойств приведены в табл.2.

4.1.3. В случае получения неудовлетворительных результатов испытаний механических свойств испытания проводят повторно на удвоенном количестве образцов того вида, который показал неудовлетворительные результаты. При неудовлетворительных результатах повторного испытания хотя бы одного образца отливки вместе с пробными отдельно отлитыми или прилитыми бруска ми и темплетами для отбора образцов подвергаются повторной термической обработке. При этом темплеты для отбора образцов вместе с тепловым буфером, а также прилитые бруски привариваются на прихватах к отливкам в том месте, где они находились до отрезки.

Для заготовок ЭШВ допускается проведение испытаний механических свойств каждой заготовки партии.

После повторной термической обработки или отпуска контролируются все механические свойства согласно табл. 2. При неудовлетворительных результатах испытаний после повторных термических обработок отливки считаются несоответствующими требованиям настоящего НТД.

4.1.4. Количество полных термических обработок должно быть не более трех. Количество отпусков не ограничивается.

4.1.5. Испытания считаются недействительными, если их результаты не соответствуют требованиям из-за:

1) неправильной установки образца в захваты или нарушения установленной скорости нагружения;
2) наличия литейного дефекта или дефекта, полученного при изготовлении образца;
3) разрушения образца за пределами расчетной длины. В таких случаях испытания повторяют на новых образцах, отобранных в том же количестве.

4.1.6. Твердость отливок должна удовлетворять требованиям технических условий на поставку отливок из стали соответствующей марки или требованиям, указанным на чертеже.

4.1.7. При неудовлетворительных результатах замера твердости испытания осуществляются повторно, число измерений удваивается.

4.1.8. При неудовлетворительных результатах испытаний твердости, полученных после проведения повторных испытаний, но положительных результатах испытаний механических свойств металла, решение о допуске отливок в дальнейшее производство принимается в соответствии с техническим решением представителей проектной организации, предприятия-

изготовителя, заказчика, головной материаловедческой организации и местного органа Госпроматомнадзора СССР.

4.2. Коррозионные свойства сталей аустенитного класса и высокохромистых сталей

4.2.1. Оценка результатов испытаний на межкристаллитную коррозию сталей аустенитного класса и металла шва их сварных соединений выполняется по ГОСТ 6032-89.

4.2.2. При обнаружении хотя бы на одном образце склонности к межкристаллитной коррозии осуществляется повторное испытание удвоенного количества образцов.

4.2.3. При неудовлетворительных результатах повторного испытания хотя бы на одном образце отливки из сталей аустенитного класса вместе с пробами для отбора образцов допускается подвергать повторной термической обработке, после чего испытания на межкристаллитную коррозию повторяются с обязательным определением механических свойств. Количество повторно термических обработок должно быть не более трех.

Если после третьей термической обработки сталь имеет склонность к межкристаллитной коррозии, то отливки данной плавки бракуются.

4.2.4. Оценка результатов испытания на скорость общей коррозии высокохромистых сталей и металла шва их сварных соединений выполняется по документации головной материаловедческой организации. При обнаружении хотя бы на одном образце отливки из высокохромистых сталей превышающей нормы скорости коррозии, указанной в документации головной материаловедческой организации, допускается проведение испытания на удвоенном количестве образцов или отливка подвергается повторной термической обработке, после чего испытания на скорость общей коррозии следует проводить вновь с обязательным определением механических свойств.

4.2.5. При неудовлетворительных результатах повторных испытаний хотя бы на одном образце отливки из высокохромистой стали вместе с пробами для отбора образцов подвергаются повторной термообработке (отпуску или полной термообработке), после чего определяются скорость общей коррозии и механические свойства. Количество полных термообработок должно быть не более трех, количество отпусков не ограничивается.

Если после третьей полной термической обработки высокохромистая сталь показывает превышающую норму скорости коррозии, указанную в документации головной материаловедческой организации, то отливки данной плавки бракуются.

4.3. Содержание ферритной фазы в сталях аустенитного класса

4.3.1. Содержание ферритной фазы в сталях аустенитного класса должно соответствовать требованиям технических условий на поставку отливок.

4.4. Внешний осмотр. Контроль размеров, массы и качества поверхности отливок

4.4.1. Размеры и масса отливок должны соответствовать чертежам, а поверхность - эталону ее качества в соответствии с требованиями п. 3.5.2 настоящего НТД.

4.4.2. Допускаемые отклонения размеров и массы отливок должны соответствовать требованиям стандартов.

4.4.3. На механически не обрабатываемой поверхности отдельных труднодоступных мест отливки (поднутрения под седлами клапанов, задвижек, узкие спиральные каналы в корпусах насосов и другие подобные места) допускается наличие отдельных участков с плотно приставшим металлизированным пригаром. Допустимость таких участков и их размеры должны оговариваться на чертеже или в заказной документации на отливки.

4.4.4. На механически не обрабатываемой внутренней поверхности отливки, соприкасающейся с рабочей средой и не подвергаемой капиллярному контролю, наличие пригара (кроме случаев, указанных в п.4.4.3), песчаных и шлаковых включений, трещин, плен, пористой поверхности, несглаженных насечек не допускается.

Допускаются рассредоточенные чистые раковины размером не более 2 мм в количестве не более трех на площади размером 100 $см^2$ при расстоянии между ними не менее 10 мм.

4.4.5. На остальных механически не обрабатываемых поверхностях, не подвергающихся капиллярному контролю, допускаются без исправления отдельные чистые раковины размером в плане не более 4 мм и глубиной не более 15% толщины стенки отливки, но не более 3 шт. на площади 100 $см^2$ и сглаженные насечки от зубил.

Глубина расположения раковин устанавливается контрольной зачисткой одного места (по указанию отдела технического контроля) на участке размерами 100х100 мм. При этом число участков для замера глубины раковин на отливке не должно быть более трех.

4.4.6. На механически не обрабатываемой поверхности заготовок ЭШВ допускаются без исправления видимые визуально несплошности (кроме трещин, надрывов, наплывов, несплавлений) округлой или удлиненной формы, размеры которых не превышают указанных в табл. 4, а также неровности, выступы, впадины высотой или глубиной не более 3 мм.

4.4.7. На резьбовых поверхностях литых деталей в случаях, не рассматриваемых на чертеже, допускаются без исправления видимые невооруженным глазом единичные несплошности (кроме трещин) размером не более одного шага резьбы, протяженностью не более 2 мм. Несплошности, расположенные ближе чем через две нити, не допускаются.

Таблица 4

Нормы оценки качества при внешнем осмотре

Толщина контролируемых элементов заготовок, мм	Максимально допустимый размер несплошность, мм	Максимально допустимое количество несплошностей на любом прямоугольном участке поверхности площадью 40 $см^2$ со стороной не более 150 мм
До 25 включительно	1,0	3
Свыше 25 до 50 включительно	1,5	4
" 50 " 100 "	1,5	5
" 100 " 300 "	2,0	6
Свыше 300	2,0	7

Примечание. Несплошности размером до 0,5 мм не учитываются.

4.5. Капиллярный или магнитопорошковый контроль

4.5.1. Наличие несплошностей на поверхности отливок, контролируемых капиллярным или магнитопорошковым методами, определяется по индикаторным следам.

Под индикаторным следом при капиллярном контроле следует понимать след, образованный индикаторным пенетрантом на слое проявителя, а при контроле магнитопорошковым методом - видимую длину валика осаждения магнитного порошка над несплошностью.

4.5.2. При оценке поверхностных несплошностей в отливках фиксации подлежат индикаторные следы размером более 1 мм.

4.5.3. Не допускаются:

1) трещины;
2) любые линейные индикаторные следы размером более 10% толщины стенки отливки + 1 мм для стенки толщиной до 20 мм;
3) любые линейные индикаторные следы размером более (3 + 0,05) мм (S - 20) для стенки толщиной 20 - 60 мм и более 5 мм для стенки толщиной свыше 60 мм;
4) любые округлые индикаторные следы размером более 30% толщины стенки отливки для стенки толщиной до 15 мм включительно и 5 мм для толщины стенки свыше 15 мм;
5) более трех индикаторных следов, расположенных на одной линии на расстоянии менее 2 мм друг от друга (расстояние измеряется по ближайшим кромкам индикаторных следов);
6) более девяти индикаторных следов в любом прямоугольнике площадью 40 $см^2$, наибольший размер которого не превышает 150 мм.

При этом линейными считаются индикаторные следы, длина которых в три и более раз превышает ширину, а под длиной и шириной понимаются размеры прямоугольника с наибольшим отношением длины к ширине, в который может быть вписан данный индикаторный след.

4.5.4. На окончательно обработанных уплотнительных поверхностях несплошности, индикаторные следы которых имеют размер более 1 мм, не допускаются, если на этот счет не имеется особых указаний на чертежах.

4.5.5. Отливки, которые имеют газовую (ситовидную) пористость, не допускаются к исправлению и бракуются.

4.6. Ультразвуковой контроль

4.6.1. К несплошностям, выявленным ультразвуковым контролем и не требующим исправления, относятся одиночные непротяженные несплошности, проектируемые на любой участок поверхности ввода ультразвука размерами 200х300 мм, если их количество и эквивалентная площадь не более, а расстояние между несплошностями не менее значений, указанных в табл. 5. При меньших размерах участка поверхности ввода ультразвука количество несплошностей должно быть уменьшено по отношению к установленному в табл. 5 пропорционально отношению площадей этого участка и участка размерами 200х300 мм.

4.6.2. В случае обнаружения при ультразвуковом контроле несплошностей, превышающих нормы, приведенные в табл. 5, или вызывающих при контроле прямым преобразователем ослабление донного сигнала до уровня фиксации, отливка или отдельный ее участок могут быть подвергнуты дополнительно радиографическому контролю. Если выявленная радиографическим методом несплошность не превышает установленных в табл. 6 и 7 норм, то окончательное решение по результатам совместного контроля принимается изготовителем по согласованию с головной материаловедческой организацией.

Таблица 5

Нормы оценки качества при ультразвуковом контроле

Толщина стенки отливки, мм	Уровень фиксации, $мм^2$	Наибольшая эквивалентная площадь одиночной несплошности, $мм^2$	Количество несплошносте, шт		Минимальное расстояние между одиночными несплошностями, мм	
			Класс отливки			
			1-й, 2а	2в, 3-й	1-й, 2а	2в, 3-й
До 50 включительно	10	20	12	15	15	10
Свыше 50 до 100 включительно	15	30	12	15	25	15
Свыше 100 до 300 включительно	20	40	12	15	25	15

Свыше 300	30	50	12	15	25	15

4.7. Радиографический контроль

4.7.1. При оценке качества отливок по результатам радиографического контроля учитываются несплошности размером:

- более 1 мм - для отливок с толщиной стенки до 50 мм включительно;
- 2% толщины стенки отливки - для отливок с толщиной стенки свыше 50 мм.

4.7.2. Несплошности, размеры и количество которых превышают приведенные в табл. 6 и 7, не допускаются.

4.7.3. При расшифровке радиографических снимков не учитываются видимые на них и допускаемые без исправления поверхностные дефекты и отдельные поверхностные неровности, связанные с исправлением дефектов или зачисткой поверхности.

4.7.4. В случае, если на одном и том же радиографическом снимке зафиксированы несплошности типа газовых раковин, песчаных и шлаковых включений, то без исправления допускаются несплошности одного из этих типов, если их показатели не превышают норм, указанных в табл. 6. При этом количество несплошностей других типов должно быть вдвое меньше норм, указанных в табл. 6, а минимальное расстояние между несплошностями должно соответствовать требованиям, указанным в этой таблице.

4.7.5. В случае, если на одном и том же радиографическом снимке зафиксированы газовые раковины, песчаные и шлаковые включения и усадочные рыхлоты, то усадочные рыхлоты допускаютлся без исправления при условии соответствия их показателей нормам, указанным в табл. 6. При этом общее количество газовых раковин, песчаных и шлаковых включений должно быть вдвое меньше норм, указанных в табл. 6, а минимальное расстояние между ними должно соответствовать требованиям табл. 6.

4.7.6. На любом участке отливки размерами 130х180 мм для отливок с толщиной стенки до 100 мм и размерами 180х280 мм для отливок с толщиной стенки свыше 100 мм не должно быть несплошностей, показатели которых превышают требования табл. 6 и 7, пп. 4.7.4 и 4.7.5.

4.7.7. В случае, если размеры отливки менее 130х180 или 180х280 мм, то количество несплошностей, допускаемых без исправления, должно быть уменьшено по отношению к установленному в табл. 6 и 7 пропорционально отношению площади этой отливки и участка с размерами, указанными в табл. 6 и 7 для соответствующей толщины стенки отливки.

4.7.8. В случае, если на отдельных участках отливки, где ранее при ультразвуковом контроле были обнаружены дефекты и при последующем радиографическом контроле согласно п. 4.6.2 выявлены дефекты, выходящие

за пределы радиографического участка, то радиографическому контролю следует подвергать участки отливок, на которых продолжаются обнаруженные дефекты, до тех пор, пока дефекты не будут выявлены полностью.

4.7.9. Трещины любого характера, холодильники или жеребейки, обнаруженные в отливке при контроле, подлежат удалению с последующим исправлением заваркой.

4.8. Гидравлическое испытание

При проведении гидравлических испытаний не допускаются выход испытательной среды на наружную поверхность отливок и видимые остаточные деформации отливок.

Таблица 7

Нормы оценки качества отливок ЭШВ при радиографическом контроле

Толщина стенки отливки, мм	Размеры участка отливки, мм	Наибольший размер несплошностей на снимке, мм	Количество несплошностей, шт.	Минимальное расстояние на снимке между близлежащими краями несплошностей, мм
До 25 включительно	130x180	3	8	15
Свыше 25 до 50 включительно	130x180	4	8	15
Свыше 50 до 100 включительно	130x180	5	11	25
Свыше 100 до 300 включительно	180x280	5	14	25
Свыше 300	180x280	6	14	25

Нормы оценки качества отливок при радиографическом контроле

Таблица 6

Толщина стенки отливки, мм	Тип несплошности	Размеры участка отливки, мм	Наибольший размер несплошности на снимке, мм			Количество несплошностей, шт., не более			Минимальное расстояние на снимке между близлежащими краями несплошностей, мм		
			Класс отливки								
			1	2	3	1	2	3	1	2	3
				a b			a b			a b	
До 25 включи - тельно	Газовая раковина, песчаное и шлаковое включения	130x180	4	6		6	6		15	10	
	Усадочная рыхлота		0,2S+5	0,3S+5		1	1				
Свыше 25 до 50 включи-тельно	Газовая раковина, песчаное и шлаковое включения	130x180	5	6		6	8		15	10	
	Усадочная рыхлота		0,2S+5	0,3S+5		1	1				
Свыше 50 до 100 включи-тельно	Газовая раковина, песчаное и шлаковое включения	130x180	6	6		8	10		25	15	
	Усадочная рыхлота		0,2S+5	0,3S+5		1	1				
Свыше 100 до 300 включи-тельно	Газовая раковина, песчаное и шлаковое включения	180x280	6	6		10	12		25	15	
	Усадочная рыхлота		0,1S+5	0,1S+25		1	1				
Свыше 300	Газовая раковина, песчаное и шлаковое включения	180x280	0,025S	0,025S		10	12		25	15	
	Усадочная рыхлота		0,1 S+15 но не более 55	0,1 S+25 но не более 65		1	1				

Примечания: 1. S - толщена стенки отливки в месте расположения дефекта. 2. Скопление газовых раковин или песчаных и шлаковых включений, имеющих размеры меньше приведенных в табл. 6, допускается принимать за единичную несплошность. При этой максимальный линейный размер скопления не должен превышать указанных в табл. 7 размеров. В пределах скопления расстояние между несплошмостями не учитывается, при этом линейный размер скопления определяется как наибольшее расстояние между краями самых удаленных друг от прута несплошностей, входящих в скопление.

5. КОНТРОЛЬ И ОЦЕНКА КАЧЕСТВА КРОМОК ЛИТЫХ ДЕТАЛЕЙ, ВХОДЯЩИХ В СОСТАВ СВАРНО-ЛИТЫХ КОНСТРУКЦИЙ

5.1. Кромки каждой из литых деталей, подлежащих сварке друг с другом или с любыми другими деталями, перед их сваркой на участке шириной L+20 (мм) от торца кромки (рис. 6) должны быть проконтролированы визуально, а в сомнительных местах - с помощью лупы 4-7-кратного увеличения и подвергнуты радиографическому контролю. При этом контроль следует осуществлять по всему периметру свариваемых кромок.

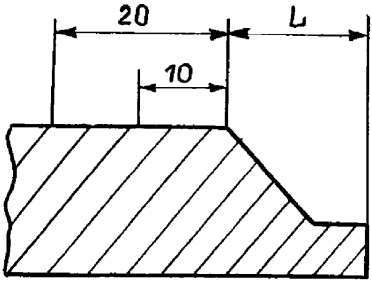


Рис. 6.

5.2. Радиографический контроль должен производиться после механической обработки, выполненной в соответствии с требованиями п. 3.7.7 настоящего НТД, или зачистки литой детали перед разделкой кромок под сварку или после их разделки.

5.3. Несплошности, выявленные в кромках при контроле по п. 5.1, на участке шириной L+20 (мм) не должны превышать норм, приведенных в документе "Оборудование и трубопроводы атомных энергетических установок. Сварные соединения и наплавки. Правила контроля (ПНАЭ Г-7-010-89)"

При этом несплошности, удовлетворяющие требованиям указанного НТД, при оценке качества сварных соединений не учитываются.

6. КОНТРОЛЬ ИСПРАВЛЕНИЯ ДЕФЕКТОВ В ОТЛИВКАХ

6.1. Исправлению подлежат все дефекты, наличие которых в отливках и кромках под сварку и на их поверхности не допускается нормами, установленными настоящим НТД.

В случае, если суммарная площадь участков поверхности кромки, подлежащих исправлению, превышает 50% всей площади поверхности кромки, допускается наплавлять кромку по всему периметру. При этом толщина наплавки не должна выходить за пределы зоны L + 10 (мм), указанной на рис. 6.

6.2. Исправление дефектов в отливках и кромках под сварку в. зависимости от марки стали должно выполняться по ПТД предприятия-изготовителя отливок,

согласованной с головной материаловедческой организацией и отвечающей требованиям настоящего НТД и с учетом НТД "Оборудование и трубопроводы атомных энергетических установок. Сварка и наплавка. Основные положения (ПНАЭ Г-7-009-89)".

6.3. Поверхность каждой выборки при ремонте должна подвергаться капиллярному или магнитопорошковому контролю согласно требованиям документов "Унифицированная методика контроля основных материалов (полуфабрикатов), сварных соединений и наплавки оборудования и трубопроводов АЭУ. Капиллярный контроль (ПНАЭ Г-7-018-89)" и "Унифицированная методика контроля основных материалов (полуфабрикатов), сварных соединений и наплавки оборудования и трубопроводов АЭУ. Магнитопорошковый контроль (ПНАЭ Г-7-015-89)".

На поверхности выборки не допускаются без исправления трещины, а также дефекты, превышающие нормы, приведенные в п. 4.5.3.

6.4. Если на поверхности отливки после удаления дефектов размер каждого из углублений не превышает 10% толщины стенки для отливки с толщиной стенки до 20 мм или 1 мм + 5% толщины стенки для отливки с толщиной стенки свыше 20 мм, то производится зачистка кромок углублений с обеспечением плавного перехода к основной поверхности без последующего исправления их заваркой.

6.5. В случае совмещения дефектов на наружной и внутренней поверхностях суммарная глубина выборок не должна превышать требований п. 6.4.

6.6. На отливках и их сварных кромках места расположения дефектов, подлежащих исправлению, должны быть отмечены несмываемой краской или другим способом, обеспечивающим сохранность разметки до исправления дефекта.

6.7. Масса удаляемого металла для каждой выборки не должна превышать 5%, а суммарная масса удаляемого металла для всех выборок - 10% массы отливки.

6.8. После заварки выборок исправленные отливки должны подвергаться термической обработке, если для сварных соединений из стали данной марки аналогичной толщины таковая предусмотрена документом "Оборудование и трубопроводы атомных энергетических установок. Сварка и наплавка. Основные положения (ПНАЭ Г-7-009-89)" или ПТД.

6.9. Режимы термической обработки отливок после заварки выборок должны соответствовать требованиям и указаниям технических условий на поставку отливок или чертежа.

6.10. Заварка выборок без последующей термической обработки исправленных отливок допускается при условии, если максимальная глубина выборок не превышает 20% толщины стенки - при толщине стенки до 125 мм или 25 мм - при толщине стенки свыше 125 мм, а максимальная площадь выборки в плане составляет не более 100 $см^2$. При этом заварка на отливках из

высокохромистых сталей и легированных сталей перлитного класса производится по согласованию с головной материаловедческой организацией.

6.11. При исправлении дефектов в отливках и кромках под сварку недопустимо применение пробок, чеканки, пропитки и других, не указанных в настоящем НТД, методов исправления. Допускается сквозные отверстия исправлять установкой вставок из той же марки стали с их заваркой (с полным проплавлением сварных кромок) и последующей термической обработкой.

6.12. Участки отливок и их кромки под сварку, которые были подвергнуты исправлению заваркой, должны контролироваться всеми методами, которыми они контролировались до исправления. При этом контроль проводится после термической обработки.

6.13. Оценку качества исправленных заваркой мест по результатам контроля следует осуществлять:

- для отливок, исключая кромки под сварку, - в соответствии с требованиями настоящего НТД;
- для кромок под сварку - по нормам, указанным в документе "Оборудование и трубопроводы атомных энергетических установок. Сварные соединения и наплавки. Правила контроля (ПНАЭ Г-7-010-89)".

6.14. Если при контроле в исправленных участках вновь будут обнаружены дефекты, то производится повторное исправление в том же порядке, как и первое. Исправление дефектов на одном и том же участке допускается проводить не более трех раз. Вопрос о возможности исправления дефектов на одном участке более трех раз должен решаться по согласованию с головной материаловедческой организацией и местным органом Госпроматомнадзора СССР.

7. КОНТРОЛЬ РЕЖИМОВ ТЕРМИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ ОТЛИВОК

7.1. Режимы термической обработки определяются техническими условиями и конструкторской документацией и ведутся по термопарам, устанавливаемым непосредственно на отливке. Допускается вести контроль температуры по сводовым и подовым термопарам, разница между показаниями которых не должна превышать 30 °С.

7.2. В процессе термической обработки необходимо контролировать рабочее состояние печи и нагревательных устройств, а также параметры всех проводимых операций, предусмотренные требованиями технической документации, и в первую очередь установку необходимого для печи количества термоэлектрических термометров, температуру печи и изделия перед загрузкой, режим и температуру нагрева, время выдержки при заданной температуре, условия охлаждения.

7.3. При термической обработке в печах необходимо обеспечивать равномерное распределение температуры по всему объему печи и проводить мероприятия, предохраняющие изделия от местных перегревов и деформаций.

Для этого не реже одного раза в течение 6 мес. необходимо замерять перепад температур по объему печи.

7.4. Запись режимов термической обработки должна осуществляться автоматическими приборами, а результаты контроля должны регистрироваться в специальном журнале.

8. МАРКИРОВКА И ДОКУМЕНТАЦИЯ

8.1. Для отливок 1-го и 2-го классов на окончательно обработанной, проконтролированной и принятой отливке в месте, предусмотренном чертежом, должна быть нанесена следующая маркировка:

1) товарный знак или индекс предприятия-изготовителя;
2) номер чертежа детали;
3) марка стали;
4) номер или код плавки;
5) номер отливки;
6) класс отливки;
7) индекс АЭС;
8) год изготовления (последние две цифры);
9) клеймо ОТК.

На отливки 3-го класса наносится та же маркировка за исключением номера отливки.

На отливках должна быть выполнена также маркировка, предусматриваемая действующими стандартами для соответствующих изделий (арматура и т.д.).

8.2. Каждая отливка должна сопровождаться сертификатом (паспортом), удостоверяющим соответствие качества отливки требованиям настоящих правил контроля.

8.3. В сертификате (паспорте) должны быть указаны:

1) наименование поставщика;
2) номер чертежа;
3) марка стали;
4) номер или код плавки;
5) номер плавки расходуемого электрода и приплавляемых элементов;
6) номер отливки (за исключением отливок 3-го класса);
7) класс отливки;
8) дата приемки службой технического контроля;
9) химический состав стали отливки ЭШВ и приплавляемых элементов;
10) механические свойства стали;
11) результаты испытаний механических свойств приплавляемых элементов;
12) результаты испытаний по каждому методу, которому подвергается отливка;

13) результаты испытаний по каждому методу, которому подвергаются сварные кромки отливки;
14) сведения по исправлению дефектов в отливке и ее сварных. кромках;
15) режимы термических обработок, которым подвергалась отливка;
16) сведения об отклонениях от норм настоящего НТД;
17) номер НТД на поставку отливок.

Сертификат подписывает начальник отдела технического контроля, подпись которого заверяют штампом.

8.4. При производстве отливок и контроле их качества необходимо вести следующую технологическую документацию:

1) журнал контроля химического состава стали;
2) журнал контроля коррозионных свойств стали;
3) журнал контроля механических свойств стали;
4) журнал контроля отливок капиллярным или магнитопорошковым методом;
5) журнал контроля отливок радиографическим методом;
6) журнал контроля отливок ультразвуковым методом;
7) журнал контроля режимов термической обработки отливок;
8) журнал исправления отливок заваркой;
9) плавильный журнал;
10) журнал контроля режимов сушки форм и стержней;
11) журнал заливки форм;
12) журнал гидравлических испытаний;
13) журнал контроля технологического процесса выплавки заготовок ЭШВ;
14) журнал приемки расходуемых электродов;
15) журнал приемки сварочных электродов.
Форма журнала устанавливается предприятием-изготовителем отливок.

8.5. Срок хранения отчетной документации на предприятии-изготовителе -10 лет со времени сдачи отливок.

9. ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В отдельных случаях при технической невозможности выполнения каких-либо требований настоящих ПК допускается оформлять обоснованные технические решения, составляемые предприятием-изготовителем отливок и согласовываемые с конструкторской организацией, предприятием-изготовителем, использующим отливки при производстве оборудования и трубопроводов, головной материаловедческой организацией и Госпроматомнадзором СССР.

ПРИЛОЖЕНИЕ

Методика радиографического контроля отливок

1. ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

1.1. Радиографический контроль отливок осуществляется в целях выявления в них трещин, газовых раковин, песчаных и шлаковых включений, усадочных рыхлот, нерасплавившихся холодильников и жеребеек.

1.2. При назначении и проведении контроля необходимо учитывать:

1.2.1. Контроль может быть осуществлен только при наличии двухстороннего доступа к контролируемому участку, обеспечивающего возможность установки кассеты с радиографической пленкой с одной стороны контролируемого участка и источника излучения с другой в соответствии со схемами и параметрами контроля, предусмотренными настоящей методикой.

1.2.2. Радиографическая пленка должна устанавливаться вплотную к контролируемому участку, а при невозможности выполнения этого требования - на расстоянии от него не более 150 мм.

1.2.3. Просвечивание цилиндрических и сферических пустотелых отливок должно проводиться через одну стенку. Просвечивание через две стенки допускается только при невозможности просвечивания через одну.

1.2.4. Геометрическая нерезкость изображений дефектов на радиографическом снимке не должна превышать половины требуемой чувствительности контроля, а при панорамном просвечивании - требуемой чувствительности контроля.

1.2.5. Отношение радиационных толщин (большей толщины к меньшей) в пределах контролируемого за одну экспозицию участка не должно быть более 1,5.

Примечание. Радиационная толщина - суммарная длина, проходимая первичным излучением в материале контролируемой отливки.

1.2.6. Угол между направлением излучения и нормалью к радиографической пленке должен быть минимальным и не превышать 45°.

1.2.7. Аппаратура и материалы для радиографического контроля должны соответствовать требованиям документа "Унифицированная методика контроля основных материалов (полуфабрикатов), сварных соединений и наплавки оборудования и трубопроводов АЭУ. Радиографический контроль (ПНАЭ Г-7-017-89)".

1.3. К проведению радиографического контроля отливок допускаются дефектоскописты, прошедшие теоретическое и практическое обучение по специальной программе и аттестованные в том же порядке, что и контролеры, согласно документу "Оборудование и трубопроводы атомных энергетических

установок. Сварные соединения и наплавки. Правила контроля (ПНАЭ Г-7-010-89)".

1.4. Для проведения радиографического контроля на каждую отливку или партию однотипных отливок составляется технологическая карта контроля, где должны быть указаны класс отливки (отливок), правила, по которым должна выполняться оценка качества отливки (отливок), схема разметки отливки на участки с указанием начала и направления разметки и нумерации участков, параметры и режимы контроля, тип источника излучения и радиографической пленки, требуемая чувствительность контроля и место установки эталона чувствительности (со стороны источника излучения или радиографической пленки).

1.5. При проведении радиографического контроля отливок должна быть обеспечена безопасность работ в соответствии с требованиями документа "Унифицированная методика контроля основных материалов (полуфабрикатов), сварных соединений и наплавки оборудования и трубопроводов АЭУ. Радиографический контроль (ПНАЭ Г-7-017-89)".

2. ПОДГОТОВКА К КОНТРОЛЮ

2.1. Отливка, подлежащая радиографическому контролю, должна быть очищена от формовочной земли, пригара и шлака, подвергнута термообработке, если это предусмотрено технологией изготовления отливок, и размечена на участки в соответствии с технологическими картами контроля.

2.2. Поверхностные дефекты и неровности, изображения которых на снимках могут помешать выявлению и расшифровке изображений внутренних дефектов отливки, должны быть устранены до проведения контроля.

2.3. Маркировочные знаки устанавливаются в соответствии с маркировкой участков непосредственно на участках (со стороны кассеты с пленкой или со стороны источника излучения) или на кассете с пленкой таким образом, чтобы их изображения на снимке не накладывались на изображение эталона чувствительности.

2.4. Эталоны чувствительности устанавливаются в средней части контролируемого участка отливки со стороны источника излучения.

2.5. При контроле цилиндрических и сферических пустотелых отливок через две стенки с расшифровкой изображения только прилегающего к пленке участка отливки при панорамном просвечивании таких отливок, а также в случаях технической невозможности установки эталона чувствительности со стороны источника излучения допускается установка эталона со стороны кассеты с пленкой, что должно быть предусмотрено в технологической карте контроля.

2.6. Эталоны чувствительности выбираются с учетом обеспечения чувствительности, приведенной в табл. П-1.

2.7. Чувствительность контроля кромок отливки под сварку должна удовлетворять требованиям документа "Оборудование и трубопроводы атомных энергетических установок. Сварные соединения и наплавки. Правила контроля (ПНАЭ Г-7-010-89)".

2.8. Разметка и нумерация участков должны проводиться в соответствии с технологической картой контроля способом, не ухудшающим качество и эксплуатационную надежность отливки. Система разметки должна обеспечивать возможность ее возобновления в случае необходимости.

2.9. Маркировка участков (снимков) должна обеспечивать возможность нахождения записи в журнале контроля (журнале результатов контроля), относящейся к участку (снимку), и проконтролированного участка (снимка с этого участка) по записи в журнале.

Допускается включать в маркировку номер или условный шифр дефектоскопа, проводившего контроль.

При повторном контроле участков, подвергнутых ремонту по результатам первичного контроля, в маркировку включаются обозначения Р, 2Р, 3Р и т.д. (в зависимости от числа ремонтов).

Таблица П-1

Чувствительность контроля (диаметры проволок, которые должны выявляться) при расшифровке снимков, мм

Радиационная толщина, мм	Чувствительность
До 5 включительно	0,100
Свыше 5 до 7 включительно	0,125
" 7" 9"	0,160
" 9" 12"	0,200
" 12" 16"	0,250
" 16" 21"	0,320
" 21" 27"	0,400
" 27" 35"	0,500
" 35" 45"	0,630
" 45" 60"	0,800
" 60" 78"	1,000
" 78" 100"	1,250
" 100" 130"	1,600
" 130" 170"	2,000
" 170" 240"	2,500
" 240" 320"	3,200
" 320" 400"	4,000

3. СХЕМЫ И ПАРАМЕТРЫ КОНТРОЛЯ

3.1. Плоские, угловые, тавровые и крестообразные отливки или участки отливок контролируются по схемам, приведенным на рис. П-1, цилиндрические и сферические пустотелые отливки - по схемам, приведенным на рис. П-2.

3.2. Отливки сложной конфигурации разбиваются на участки более простой конфигурации, контролируемые по одной из схем, приведенных на рис. П-1 и П-2.

Примеры контроля отдельных участков отливок сложной конфигурации приведены на рис. П-3.

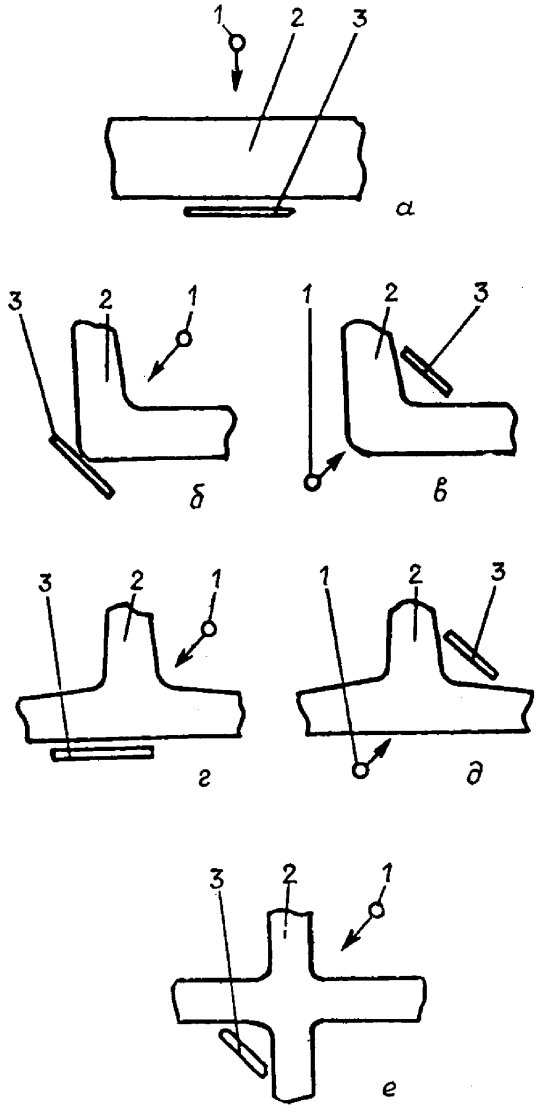


Рис. П- 1. Плоские (а), угловые (б), тавровые (в, г, д) и (е) крестообразные отливки: 1- источник излучения; 2- контролируемая отливка; 3- кассета

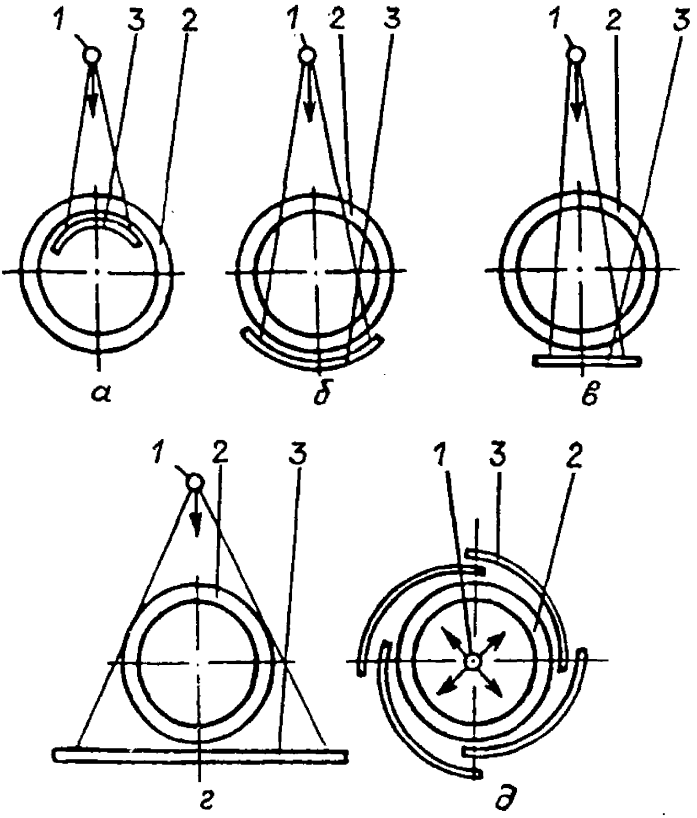


Рис. П- 2. Цилиндрические (а, б, в) и сферические (г, д) пустотелые отливки: 1- источник излучения; 2- контролируемый участок отливки; 3- кассета

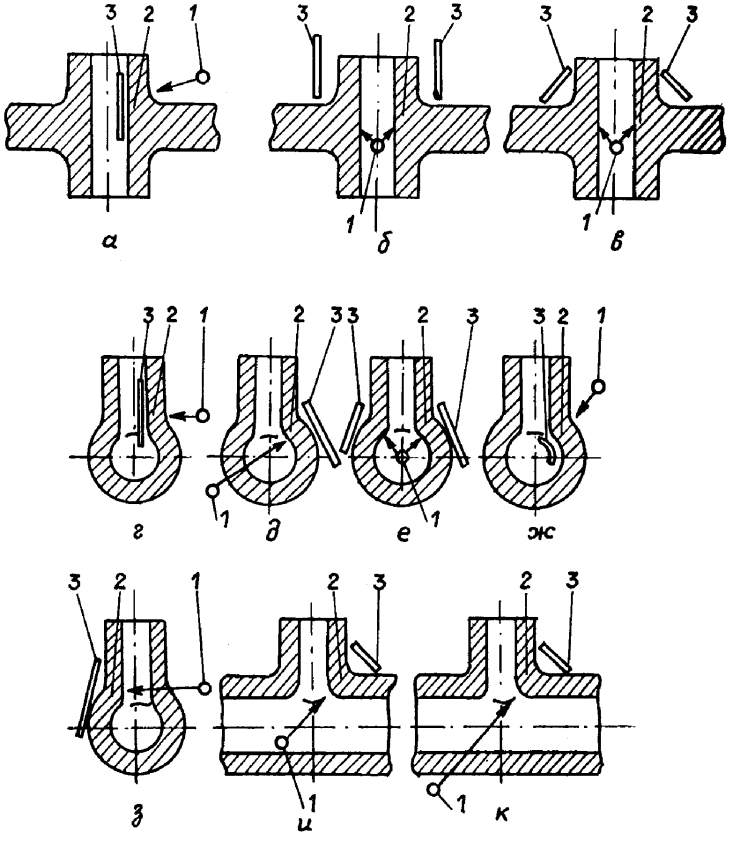


Рис. П- 3. Сопряженные цилиндрические (а, б, в, и, к) и сферические (г, д, ж, з) отливки: 1- источник излучения; 2- контролируемый участок отливки; 3- кассета

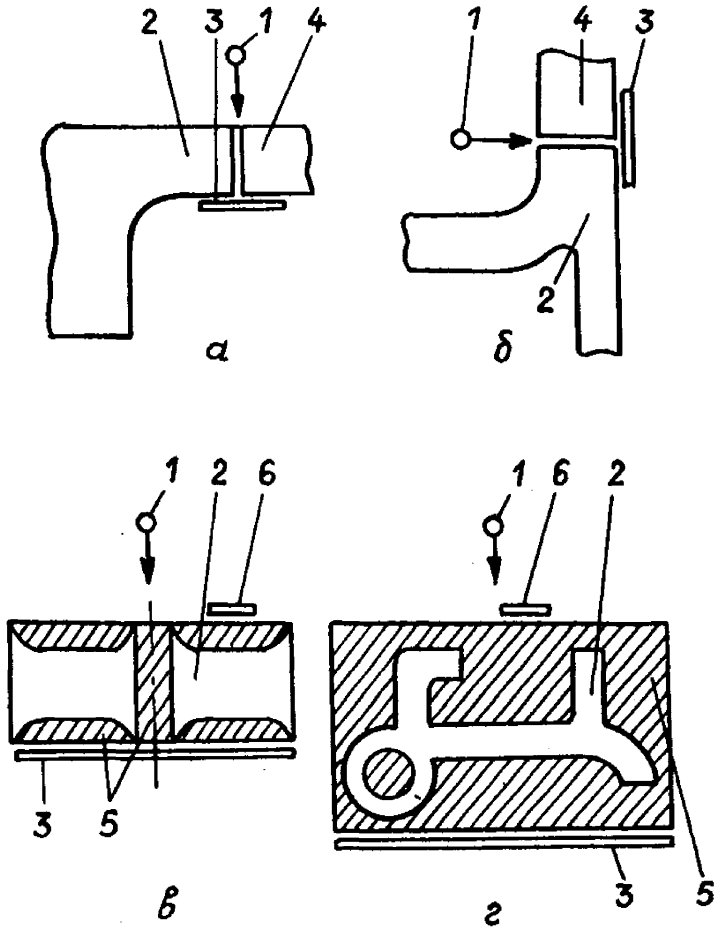


Рис. П- 4. Размещение приставок (заполнителей) - компенсаторов: 1 - источник излучения; 2 - контролируемый участок отливки; 3 - кассета; 4 - приставка-компенсатор; 5 - заполнитель-компенсатор; 6 - эталон чувствительности (а, б, в, г - см. табл. П-2)

3.3. Направление излучения при контроле плоских, а также цилиндрических и сферических пустотелых отливок выбирается таким, чтобы радиационная толщина была минимальной.

3.4. Контроль каждого участка сопряжения элементов угловых, тавровых и крестообразных отливок проводится за одну экспозицию (за исключением случаев, когда количество экспозиций особо оговорено в документации на контроль) с направлением излучения:

- при прямых углах между элементами - по биссектрисе любого угла между элементами;
- при углах, отличных от прямого, между элементами - по биссектрисе угла между элементами.

3.5. Контроль отливок и участков отливок сложной формы, участков с резкими перепадами толщин, а также участков на краях отливки, не обеспечивающих защиту радиографической пленки от прямого излучения, производится с применением компенсаторов излучения, как показано на рис. П-4.

3.6. Расстояние f от источника излучения до контролируемого участка, а при контроле цилиндрических и сферических пустотелых отливок через две стенки до поверхности отливки определяется по формулам, приведенным в табл. П-2, или по специальной номограмме, согласованной с головной материаловедческой организацией.

3.7. Размеры (длина и ширина) контролируемых участков за одну экспозицию не должны превышать $0{,}8\,f$.

3.8. Количество участков по длине окружности при контроле цилиндрических и сферических пустотелых отливок определяется в зависимости от выбранной величины и отношений f / D и d / D (табл. П-3 и П-4). Допускается определять по табл. П-3 и П-4 величину f в зависимости от выбранного по этим таблицам количества участков при условии, что величина f не будет меньше величины, определенной по табл. П-2.

3.9. Схема рис. П-2,г используется при контроле отливок и отдельных элементов отливок диаметром не более 100 мм. Количество экспозиций при использовании этой схемы не должно быть менее:

- 2 при $d / D < 0{,}9$ (с поворотом отливки или элемента вокруг продольной оси после первой экспозиции на 90 или 270°);
- 3 при $d / D \geq 0{,}9$ (с поворотом отливки или элемента вокруг продольной оси после каждой экспозиции на 60 или 120°).

3.10. Максимальный размер Ф фокусного пятна источника излучения при панорамном просвечивании (рис. П-2,д) должен удовлетворять соотношению $Ф \leq Kd /(D-d)$.

3.11. Размеры снимков должны обеспечивать получение полного изображения каждого контролируемого участка плюс не менее 10 мм изображений смежных участков с каждой стороны контролируемого участка.

3.12. Время экспозиции должно обеспечивать получение оптической плотности изображения контролируемого участка не менее 1,5 и не более 3,0.

3.13. Допускается использование наряду с приведенными на рис. П-1÷П-4 схемами просвечивания других схем при условии, что при этом будут выполняться требования раздела 1 настоящей методики.

4. МАТЕРИАЛЫ И ПРИНАДЛЕЖНОСТИ ДЛЯ КОНТРОЛЯ

4.1. В качестве источников излучения при радиографическом контроле отливок используются рентгеновские аппараты, радионуклидные источники γ -излучения иридий-192 и кобальт-60, ускорители электронов с энергией ускоренных электронов до 15 МэВ.

Рекомендации по использованию этих источников в зависимости от радиационной толщины контролируемых отливок приведены в табл.П-5 и П-6.

4.2. При контроле должны использоваться радиографические пленка и реактивы, обеспечивающие получение чувствительности контроля в соответствии с требованиями настоящей методики.

4.3. В качестве усиливающих экранов при радиографическом контроле отливок следует использовать свинцовую или свинцовооловянистую фольгу. Толщины фольги в зависимости от используемого при контроле источника излучения приведены в табл. П-7. Допускается использование фольги из меди, тантала и железа.

Таблица П-2

Расстояние *f* от источника излучения до контролируемой отливки

Схема просвечивания	Расстояние *f*, мм, не менее
Рис. П-1 и рис. П-2 при диаметре отливки более 1 м	CS
Рис. П-2,а	0,7C(D-d)
Рис. П-2,б	0,5C[1,5(D-d)-D]
Рис. П-2,в	0,5[C(1,4D-d)-D]
Рис. П-2,г	CD

Примечание: 1. C=2Ф/K при Ф/K $\geq$ 2 и C=4 при Ф / K < 2; S - радиационная толщина, мм; D и d - наружный и внутренний диаметры контролируемой отливки, мм; Ф - максимальный размер фокусного пятна источника излучения, мм; K - требуемая чувствительность контроля, мм, но не менее 0,2 мм и не более 1,0 мм. 2. Если для схем рис. П-2,б и П-2,в не выполняются условия 1,5C(D-d) > D и C(1,4D-d) > D, расстояние может быть принято равным нулю (т.е. источник излучения может помещаться непосредственно на поверхности контролируемой отливки).

Таблица П-3

Количество участков при контроле по схеме рис. 2,а не менее

d / D	*f* / D							
	0,5	0,6	0,8	1,0	1,5	2,0	4,0	8,0 и более
0,50	18	16	15	13	12	11	10	10
0,55	16	15	13	12	11	10	9	9
0,60	15	13	12	11	11	9	9	8
0,65	13	12	11	10	9	9	8	7
0,70	12	11	10	9	8	8	7	7
0,75	11	10	9	9	8	7	7	6
0,80 и более	11	10	9	8	7	7	6	60

Таблица П-4

Количество участков при контроле по схемам рис. П-2,б, в не менее

d / D	*f* / D												
	0	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,8	1,0	1,2	1,5	2,0	4,0 и более
0,50	4	4	4	4	4	4	4	5	5	5	5	6	6
0,55	3	4	4	4	4	4	4	4	5	5	5	5	6
0,60	3	3	4	4	4	4	4	4	4	5	5	5	5
0,65	3	3	3	4	4	4	4	4	4	4	5	5	5
0,70	3	3	3	3	4	4	4	4	4	4	4	5	5
0,75	3	3	3	3	3	4	4	4	4	4	4	4	5
0,80 и более	3	3	3	3	3	3	4	4	4	4	4	4	4

Таблица П-5

Выбор напряжения на трубке рентгеновского аппарата в зависимости от радиационной толщины контролируемой отливки

Радиационная толщина, мм	Напряжение на трубке, кВ, не более
До 10 включительно	150
Свыше 10 до 20 включительно	200
" 20 " 30 "	300
" 30" 40"	400
Свыше 40	1000

Таблица П-6

Диапазоны радиационных толщин при контроле с использованием источников Т - излучения и ускорителей электронов

Источник излучения	Радиационная толщина, мм
Иридий - 192	От 5 до 100 включительно
Кобальд - 60	От 30 до 200 включительно
Ускоритель электронов	От 50 до 400 включительно

4.4. Для защиты радиографической пленки от обратного рассеянного излучения рекомендуется кассету с пленкой со стороны, противоположной источнику излучения, экранировать свинцовой фольгой (листовым свинцом) толщиной 1-3 мм.

4.5. В качестве эталонов чувствительности рекомендуется использовать проволочные эталоны чувствительности с диаметром проволок 0,100; 0,125; 0,160; 0,200; 0,250; 0,320; 0,400; 0,500; 0,630; 0,800; 1,000; 1,250; 1,600; 2,000; 2,500; 3,200; 4,000 мм.

Таблица П-7

Толщина усиливающих экранов

Источник излучения	Толщина экрана, мм
Рентгеновский аппарат с напряжением, кВ:	
до 300	0,05-0,10
свыше 300	0,10-0,20
Иридий - 192	0,10-0,20
Кобальд - 60	0,20-0,50
Ускоритель электронов	0,50-1,00

Допускается также использование других эталонов чувствительности, обеспечивающих получение приведенных в табл. П-1 или меньших значений чувствительности.

4.6. В качестве ограничительных меток и маркировочных знаков следует использовать метки и знаки (цифры и буквы русского или латинского алфавитов) из свинца или другого материала, обеспечивающего получение их четких изображений на снимках.

Рекомендуется использовать маркировочные знаки с размерами, приведенными в табл. П-8.

Таблица П-8

Рекомендуемые размеры маркировочных знаков, мм

Радиационная толщина, мм	Размеры знаков		
	высота	ширина	толщина
До 10 включительно	5	3	1,0
Свыше 10 до 40 включительно	8	5	1,5
" 40" 80"	12	8	3,5
Свыше 80	18	12	5,0

5. ФОТООБРАБОТКА И РАСШИФРОВКА СНИМКОВ

5.1. Фотообработка радиографических снимков должна выполняться в соответствии с рекомендациями изготовителя радиографической пленки.

5.2. Расшифровку снимков следует осуществлять после их полного высыхания в специально предназначенном для расшифровки затемненном помещении.

5.3. Для расшифровки снимков следует использовать негатоскопы с регулируемыми яркостью и размерами освещенного поля, обеспечивающие яркость освещенного поля не менее $10^{П+2}$ кд/м^2, где П - максимальная оптическая плотность изображения проконтролированного участка отливки на снимке.

5.4. Снимок, предъявляемый к расшифровке, должен удовлетворять следующим требованиям:

5.4.1. На изображении контролируемого участка не должно быть пятен и полос, являющихся результатом дефекта, загрязнения или повреждения эмульсионного слоя.

5.4.2. Должны быть видны четкие изображения ограничительных меток, маркировочных знаков и эталонов чувствительности.

5.4.3. Оптическая плотность изображения контролируемого участка не должна быть менее 1,5 и более 3,5.

5.4.4. Разность оптических плотностей любых точек изображения контролируемого участка не должна быть более 1,0.

5.4.5. Чувствительность контроля, определяемая по изображению на снимке эталона чувствительности, не должна превышать значений, приведенных в табл. П-1.

5.5. При расшифровке снимков определяются вид дефектов и их размеры, предусмотренные правилами контроля.

5.6. За размеры дефектов при расшифровке снимков принимаются размеры их изображений на снимках. Наибольший размер дефекта на снимке определяется как наибольшее расстояние между самыми удаленными друг от друга его краями.

5.7. Измерение размеров дефектов на снимках производится:

- при размерах до 1,5 мм - измерительной лупой;
- при размерах свыше 1,5 мм - измерительной линейкой.

5.8. Измеренные на снимке размеры дефектов более 1,0 мм округляются до ближайших значений из ряда 1,5; 2,0; 2,5; 3,0; 4,0; 5,0 и т.д.

5.9. Допускается использовать для определения размеров дефектов специальные шаблоны и трафареты, обеспечивающие возможность измерения дефектов с погрешностью не более 0,5 мм.

6. ДОКУМЕНТАЦИЯ ПО РЕЗУЛЬТАТАМ КОНТРОЛЯ

6.1. Результаты контроля фиксируются в журнале, в который заносятся основные сведения о проконтролированной отливке, номер технологической карты, по которой осуществлялся контроль, полученная чувствительность контроля, сведения о выявленных несплошностях и включениях, результатах контроля после исправления дефектов, фамилия контролера, осуществлявшего контроль, и расшифровщика, производившего расшифровку снимков и оценку качества отливки.

6.2. На основании результатов контроля, записанных в журнале, составляется заключение о результатах контроля, в которое должны входить:

1) наименование предприятия, выполнявшего контроль;
2) наименование, шифр или обозначение (номер) отливки;
3) номер чертежа;
4) номера проконтролированных участков;
5) класс отливки;
6) объем контроля и правила, по которым выполнялась оценка качества отливки;
7) сведения о выявленных несплошностях и включениях;
8) сведения о количестве ремонтов и результатах контроля после ремонта дефектных участков;
9) оценка качества отливки по результатам контроля.

При необходимости в заключение могут также включаться другие дополнительные сведения.

gost.e-ecolog.ru