УДК 621.791 : 621.165

Группа Е23

РУКОВОДЯЩИЙ ДОКУМЕНТ ПО СТАНДАРТИЗАЦИИ

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

ИСПРАВЛЕНИЕ ДЕФЕКТОВ В ЛИТЫХ КОРПУСНЫХ ДЕТАЛЯХ ПАРОВЫХ ТУРБИН И АРМАТУРЫ МЕТОДОМ ЗАВАРКИ БЕЗ ТЕРМИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ

ОКСТУ 3107

РД 108.021.112—88

Взамен РТМ 108.020.05—75

Дата введения 01.07.88

Настоящий руководящий технический документ (РД) устанавливает основные положения по исправлению дефектов методом заварки без последующей термической обработки в литых корпусных деталях паровых турбин, корпусах и крышках энергетической арматуры, изготовленных литьем из конструкционных и теплоустойчивых сталей*. Исправлению подлежат дефекты, выявленные в процессе монтажа и эксплуатации на тепловых электростанциях, работающих на органическом топливе.

РД рекомендуется в качестве руководства для исправления дефектов на указанных деталях, где сварка перлитными электродами с подогревом и последующей термической обработкой по штатной технологии невозможна.

РД не распространяется на исправление дефектов методом заварки в конструктивных сварных швах. Допустимость применения РД для заварки дефектов в оборудовании, изготовленном иностранными фирмами, в каждом конкретном случае определяется организацией — разработчиком РД.

1. ОБЩИЕ ТРЕБОВАНИЯ

1.1. Марки сталей, из которых изготовлены детали, ремонтируемые методом заварки без последующей термической обработки, и величина твердости по Бринеллю на поверхности деталей должны соответствовать приведенным в табл. 1.

---

* РД разработан НПО ЦКТИ с участием ПО ЛМЗ, НПО ЦНИИТмаш, ВТИ, УралВТИ и Иркутскэнерго.

gost.e-ecolog.ru

Таблица 1

Марка стали	Обозначение НТД, по которому поставляется сталь	Твердость НВ, не более
12МХЛ	ОСТ 108.961.02—79	180
20ХМЛ	ОСТ 108.961.02—79	180
20ХМФЛ	ОСТ 108.961.03—79	225
15Х1М1ФЛ	ОСТ 108.961.02—79	225
25Л	ОСТ 108.961.02—79	180
20ГСЛ	ОСТ 108.961.02—79	180
15Х11МФБЛ	ТУ 0304035 (МТУ 39—68) *	250

* ТУ 0304035 (МТУ 39 68) распространяется на отливки, находящиеся в эксплуатации

1.2. На деталях, подлежащих ремонту заваркой, твердость основного металла должна измеряться в местах, удаленных от зоны дефекта не более чем на 100 мм. Твердость измеряется на трех площадках (по три отпечатка на каждой). Если среднее значение твердости превосходит указанное в табл. 1, ремонт без термической обработки должен проводиться по согласованию с организацией — разработчиком РД.

Примечание. Измерение твердости должно производиться приборами и методами, принятыми для наблюдения за металлом деталей на электростанциях

1.3. Удаление дефектов и производство ремонтных заварок глубиной не более 70% толщины стенки в районе выборок может осуществляться без согласования с предприятием — изготовителем детали. При глубине выборки деталей более 70% от фактической толщины стенки в месте залегания дефектов возможность проведения заварки, ее способ и технология должны согласовываться электростанцией с предприятием-изготовителем или организацией — разработчиком РД.

1.4. Если глубина выборок не превышает 15% от толщины стенки в месте залегания дефектов, допускается дальнейшая эксплуатация деталей без выполнения ремонтных заварок и без согласования с предприятием — изготовителем деталей.

1.5. Заварка дефектов в деталях после наработки ими назначенного ресурса (170 тыс. ч для деталей на давление 13—25 МПа и 220 тыс. ч для деталей на давление 9 МПа) проводится при заключении созываемой районным энергетическим управлением (РЭУ) или производственным энергетическим управлением (ПЭУ) комиссии о пригодности металла для дальнейшей эксплуатации и о возможности выполнения ремонтных заварок.

1.6. Руководство работой по исправлению дефектов методом заварки без последующей термической обработки на литых корпусных деталях паровых турбин, корпусах и крышках паровой арматуры, а также контроль за соблюдением установленной технологии заварки должны осуществляться специалистами по сварке, работниками лабораторий металлов энергосистем, электростанций и ремонтных предприятий.

2. ПОДГОТОВКА ДЕТАЛЕЙ К ЗАВАРКЕ ДЕФЕКТОВ

2.1. Определение расположения и величины дефектов литья осуществляется одним из следующих методов: травлением, магнитно-порошковой (МПД) или цветной дефектоскопией.

Примечания:

1. Применение засверловки для определения глубины залегания дефекта не рекомендуется из-за недостаточной точности этого метода.
2. При применении МПД перед сваркой следует тщательно зачистить следы от электродов (прижоги).
3. Параметр шероховатости поверхности *Ra*, подлежащей проверке на наличие дефектов, должен быть:
   не более 1,25 мкм при применении метода травления;
   не более 5,00 мкм при применении метода цветной дефектоскопии;
   не более 2,00 мкм при применении МПД.
4. Травление производится 10%-ным водным раствором азотной кислоты. После окончания контроля протравленный слой удаляется шлифовальной машинкой до металлического блеска.

2.2. Выборка дефектов должна осуществляться механическим способом при помощи пневматического зубила, шлифовальной машинки и т. п.

Разрешается применять воздушно-электродуговую строжку и строжку специализированными электродами с последующей зачисткой поверхности выборки шлифовальной машинкой до металлического блеска.

2.3. Контроль полноты удаления дефектов производится методами, изложенными в п. 2.1.

Контролю подлежат поверхность выборки и прилегающая зона шириной не менее 50 мм.

2.4. При выявлении дефектов методами МПД и цветной дефектоскопии уточнение их размеров производится последующим травлением.

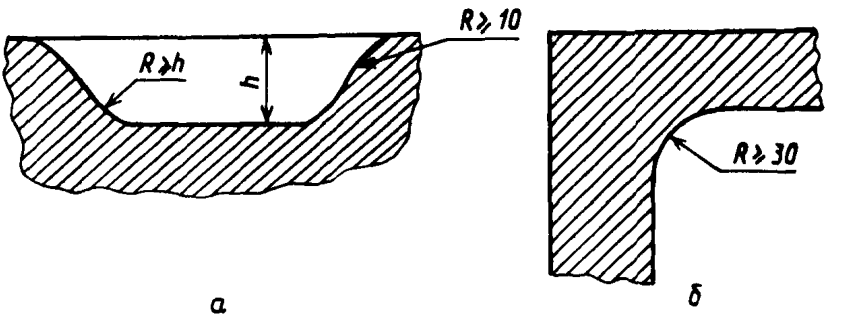
Допускается оставлять в выборках под сварку незначительные литейные дефекты типа единичных пор, шлаковых и газовых раковин, если линейный размер каждого дефекта менее 4 мм, расстояние между ними составляет более 25 мм и общее количество дефектов на 100 мм протяженности выборки менее 3.

2.5. Выборки, оставленные без заварки, должны иметь форму, близкую к сферической или эллиптической, с радиусами закругления не менее глубины выборки. Кромки выборок, выходящие на

поверхность детали, должны скругляться радиусом не менее 10 мм (черт. 1, *а*).

2.6. Выборки в местах переходов от корпусов к фланцам должны иметь радиус скругления, равный конструктивному радиусу на этом участке, но не менее 30 мм (черт. 1, *б*).

Форма выборок, оставленных без заварки



а — на поверхности детали; *б* — в местах переходов

Черт. 1

3. ВЫБОР МЕТОДА ЗАВАРКИ

3.1. Для выполнения ремонтных работ могут применяться два метода заварки дефектов без последующей термической обработки:

метод заварки без подогрева электродами на никелевой основе (аустенитный вариант);

метод заварки с подогревом перлитными электродами (перлитный вариант).

3.2. Аустенитный вариант является основным методом заварки дефектов в корпусах из теплоустойчивых хромомолибденовых и хромомолибденованадиевых сталей марок 12МХЛ, 20ХМЛ, 20ХМФЛ, 15Х1М1ФЛ и из высокохромистой стали 15Х11МФБЛ.

Для исправления дефектов в корпусах из теплоустойчивых сталей марок 15Х1М1ФЛ, 20ХМФЛ, 20ХМЛ и 12МХЛ перлитный вариант допускается использовать по согласованию с предприятием-изготовителем или организацией — разработчиком РД независимо от глубины выборки.

3.3. Перлитный вариант является основным методом заварки дефектов в корпусах из конструкционных сталей марок 25Л и 20ГСЛ.

3.4. При использовании перлитного варианта для каждой ремонтируемой детали составляется карта технологического процесса или инструкция на основе положений данного РД.

4. ОСНОВНЫЕ УКАЗАНИЯ ПО ТЕХНОЛОГИИ РЕМОНТНЫХ ЗАВАРОК

4.1. Аустенитный вариант

4.1.1. Сварка должна производиться электросварщиками не ниже пятого разряда, аттестованными в соответствии с «Правилами аттестации сварщиков» Госгортехнадзора СССР (1971 г.) и допущенными к сварке аустенитными электродами.

4.1.2. Для выполнения ремонтных работ должны применяться электроды в соответствии с табл. 2.

Таблица 2

Легирование электродов	Тип электрода по ГОСТ 10052—75	Марка электрода	Паспорт на марку электрода
На никелевой основе	Э-08Х14Н65М15В4Г2	ЦТ-28	ЦЭ418—84
	Э-08Х14Н65М15Г2	ЦТ-48	ЦЭ429—84
	Э-08Х25Н60М12Г2	АНЖР-1	ТУ 14—4—508—74
	Э-08Н60Г7М7Т	ЦТ-36	ЦЭ416—79
На железной основе	Э-11Х15Н25М6АГ2	ЭА-395/9	ЦЭ407—81
		ЦТ-10	ЦЭ407—81

4.1.3. При больших по объему выборках (более 500 $см^3$) электродами на никелевой основе рекомендуется производить только облицовку стенок и дна выборки (не менее чем в два слоя) с дальнейшим заполнением выборки электродами на железной основе.

4.1.4. Перед сваркой (не более чем за 4—6 ч до начала сварочных работ) электроды должны быть прокалены в соответствии с требованием паспорта на электроды.

После прокаливания следует проверить технологические свойства электродов в соответствии с требованиями ГОСТ 9466—75.

4.1.5. Сварка должна выполняться электродами диаметрами 3 и 4 мм на постоянном токе обратной полярности в соответствии с общими правилами сварки аустенитными электродами. Рекомендуемые режимы сварки приведены в табл. 3.

Таблица 3

Диаметр электрода, мм	Сила тока при положении шва в пространстве, А		
	нижнем	вертикальном	потолочном
3	От 80 до 100	От 70 до 90	От 60 до 80
4	От 110 до 140	От 100 до 120	От 90 до 110

4.1.6. Сварка должна производиться при температуре окружающего воздуха не ниже плюс 10°С без предварительного подогрева деталей. Не допускается разогрев деталей в процессе сварки свыше 300°С.

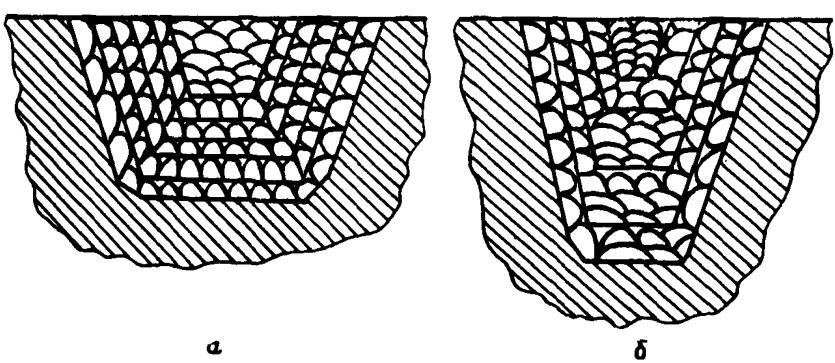
Примечания:

1. Измерение температуры нагрева деталей производится с помощью зачеканенных термоэлектрических преобразователей градуировки ХК и автоматического самопишущего потенциометра КСП-4 или КСП-2 на рассгоянии не более 50 мм от границ выборки.

2. Применение проковки при сварке не рекомендуется.

4.1.7. Сварку следует вести валиками шириной не более 2,5 диаметра применяемого электрода. Необходимо тщательно удалять

Порядок заполнения разделок электродами



а — широкая разделка; *б* — узкая разделка

Черт. 2

шлак после наложения каждого валика. Заполнение разделки осуществляется путем постепенного уменьшения ее размеров послойной наплавкой металла на дно и боковые стенки (черт. 2, *а*). Для первого слоя облицовки рекомендуется применение электродов диаметром 3 мм. Если глубина выборки превосходит ее ширину, рекомендуется наплавка (черт. 2, *б*).

4.2. Перлитный вариант

4.2.1. Сварка должна производиться электросварщиками не ниже пятого разряда, аттестованными и имеющими допуск на сварку паропроводов из теплоустойчивых сталей.

4.2.2. Для выполнения ремонтных работ должны применяться электроды, удовлетворяющие требованиям ГОСТ 9467—75 и табл. 4. Марку электродов следует выбирать в зависимости от марки стали ремонтируемой детали.

4.2.3. Не более чем за 4—6 ч до начала сварочных работ электроды должны быть прокалены в соответствии с требованием паспорта на электроды. После прокалки необходимо проверить тех-

нологические свойства электродов в соответствии с требованиями ГОСТ 9466—75.

Таблица 4

Назначение	Тип электрода по ГОСТ 9467—75	Марка электрода	Область применения
Для сварки теплоустойчивых сталей	Э-09Х1М	ЦУ-2ХМ ТМЛ-1 ТМЛ-4В	Для ремонта деталей из сталей марок 12МХЛ, 20ХМЛ, 20ХМФЛ, 15Х1М1ФЛ
Для сварки углеродистых сталей	Э-50А	УОНИ 13/55 ЦУ-5 УОНИ 13/45 ЦУ-6 ТМУ-21	Для ремонта деталей из сталей марок 20ГСЛ и 25Л

4.2.4. Если перлитный вариант применяется для заварки дефектов в ранее выполненных аустенитных заварках, последние должны быть предварительно полностью удалены. Полнота удаления дефектов должна быть проконтролирована в соответствии с п. 2.1.

4.2.5. Заварка мест выборок производится при температуре окружающего воздуха выше плюс 10°С с предварительным и сопутствующим местным подогревом до 150—200°С для деталей из сталей 25Л и 20ГСЛ, до 200—250°С из хромомолибденовых сталей и до 300—350°С из хромомолибденованадиевых и хромистых сталей. Контроль за температурой подогрева должен проводиться с помощью термопар, установленных на расстоянии не более 50 мм от края разделки (черт. 3). Для выборок объемом более 300 $см^3$ температура подогрева должна регистрироваться. Для деталей из конструкционных сталей при выборках глубиной не более 30 мм и объемом выборки не более 300 $см^3$ допускается ремонтная заварка без подогрева.

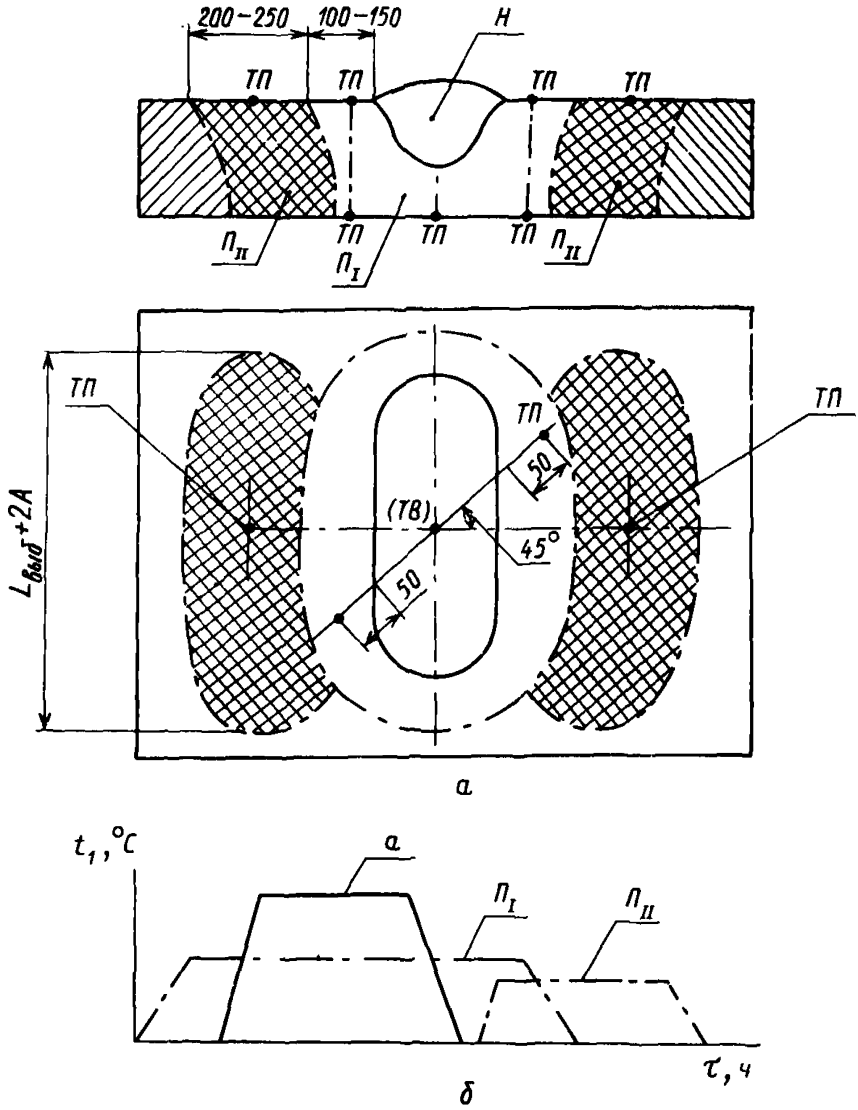
После окончания сварочных работ участок заварки должен выдерживаться при температуре подогрева в течение 3—5 ч с последующим замедленным охлаждением под слоем изоляции.

4.2.6. Для деталей, на которых многократно имели место повторные подварки и ресурс которых превышает 150 тыс. ч, а также для деталей с крупными выборками (объемом более 1500 $см^3$) рекомендуется в процессе сварки производить прочеканку средней зоны каждого наплавленного валика (начиная с третьего слоя) с помощью зубила $r=4\div5$ мм. Непосредственно после сварки следует осуществить дополнительный подогрев и выполнить (по согласованию с предприятием-изготовителем) разгружающие канавки, окаймляющие зону выборки с внешней стороны.

Дополнительный подогрев детали после сварки производится (по возможности) по периметру заварки на расстоянии 100—150 мм (см. черт. 3) от линии сплавления шириной 200—250 мм при температуре 150—200°С в течение 1,0—1,5 ч. Температура подогрева

измеряется с помощью зачеканенных термоэлектрических преобразователей градуировки ХК и автоматического самопишущего

Схема (*а*) и график (*б*) местного нагрева изделия



$П_I$ — зона подогрева до сварки и в процессе ее; $П_{II}$ — зона дополнительного подогрева после сварки; ТП — постоянная термопара; ТВ — временная термопара; Н — ремонтная наплавка; *А* — глубина выборки

Черт. 3

потенциометра КСП-4 или КСП-2; по окончании подогрева осуществить охлаждение под слоем изоляции.

4.2.7. Подогрев допускается производить радиационными (электрическими печами сопротивления и газопламенными горелками)

и индукционными (нагрев токами промышленной и повышенной частоты) способами нагрева.

4.2.8. Технология заварки выборки дефекта включает два этапа: предварительную двухслойную облицовку поверхности выборки с прилегающей зоной и последующее заполнение выборки.

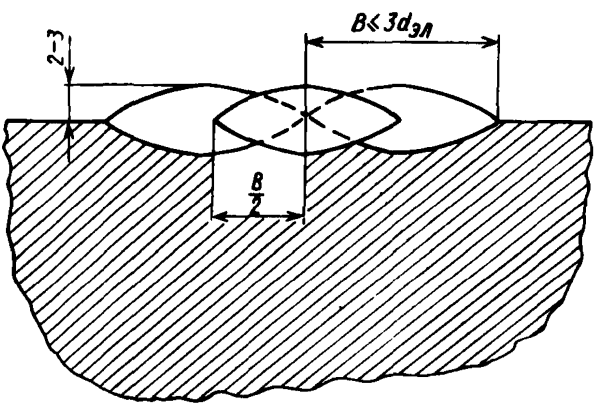
Режимы сварки должны соответствовать требованиям табл. 5 и паспортным данным на электроды.

Таблица 5

Зона сварки	Диаметр электрода, мм	Сила тока при положении шва в пространстве, А		
		нижнем	вертикальном	потолочном
Первый слой облицовки	2,5; 3	100—120	90—110	90—110
Второй слой облицовки	4	150—170	130—150	130—140
Заполнение основной разделки (выборки)	4	150—170	130—150	130—140

4.2.9. Двухслойная облицовка мест выборок может выполняться по двум технологическим вариантам.

Схема наплавки облицовочного слоя

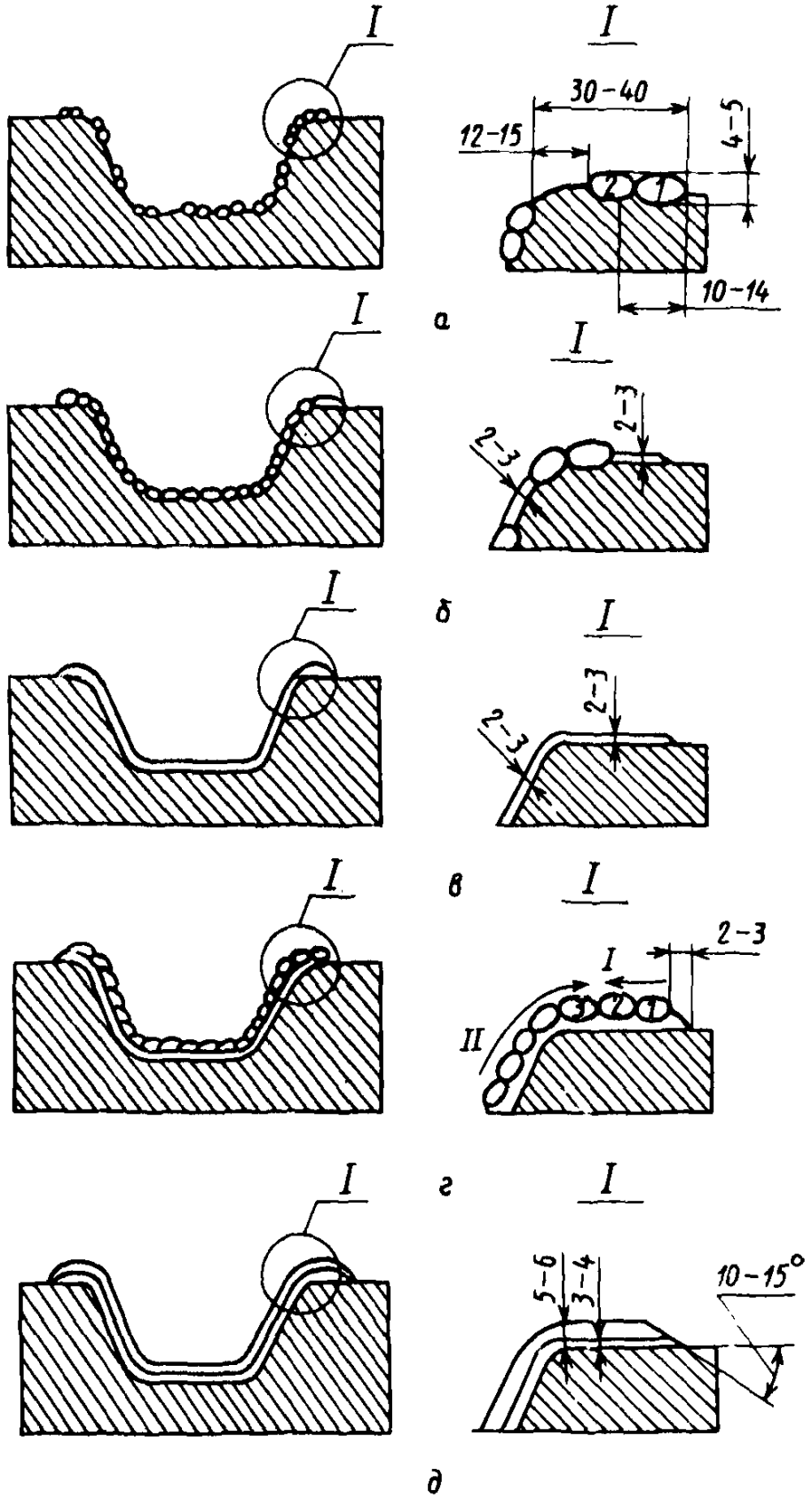


Черт. 4

4.2.9.1. Первый вариант. Первый слой облицовки на поверхности выборки производится электродами диаметром 2,5 и 3,0 мм при ширине валика не более трех его диаметров. Каждый валик перекрывает предыдущий на 40—50%, что достигается направлением оси электрода на край соседнего валика (черт. 4).

Второй слой выполняется электродами диаметром 4 мм. Длину валиков, укладываемых при расплавлении одного электрода

Схема выполнения облицовки (поперечного сечения выборки)

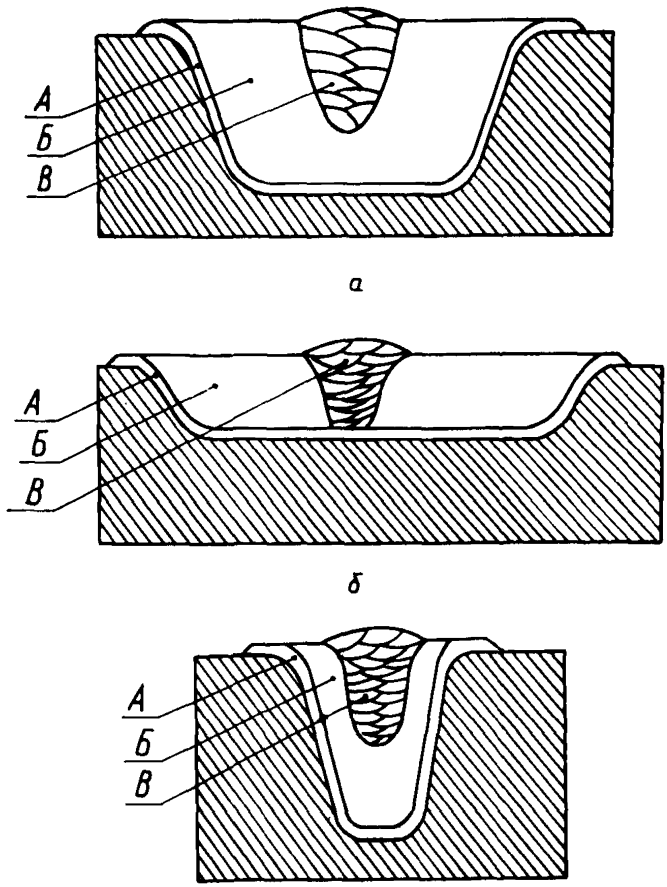


а, б, в — наплавка первого слоя и шлифовка; *г, д* — наплавка второго слоя и шлифовка

Черт. 5

диаметром 3 и 4 мм, необходимо сохранить одинаковой. При наложении второго слоя каждый валик выполняется с перекрытием соседнего на 40—50%.

Схема заполнения выборки



а — широкая глубокая выборка; *б* — широкая неглубокая выборка; *в* — узкая глубокая выборка; *А* — двухслойная наплавка; *Б* — наплавка промежуточных слоев; *В* — заварка центральной части выборки

Черт. 6

4.2.9.2. Второй вариант. Первый слой облицовки выполняется электродами диаметром 2,5—3 мм в две стадии (черт. 5): на первой стадии — двойными валиками шириной 10—14 мм через каждые 12—15 мм с механической обработкой их поверхности до высоты 2—3 мм (черт. 5, *а*); на второй стадии — последующей облицовкой пропущенных участков двойными валиками с их механической обработкой до высоты 2—3 мм (черт. 5, *б*, *в*). Каждый валик должен перекрывать предыдущий на 30—40% его ширины.

Второй слой должен начинаться с наплавки контурных валиков (три валика на черт. 5, *г*). Последующее нанесение облицовки рекомендуется проводить продольными валиками в очередности от центра выборки к краю (поз. *II* на черт. 5, *г*). После выполнения второго слоя облицовки наружная поверхность механически обрабатывается до общей толщины слоя облицовки 5—6 мм (черт. 5, *д*). Каждый валик необходимо тщательно очищать от шлака.

4.2.10. Последующее заполнение выборки должно производиться в две стадии: путем послойной наплавки боковых и донных участков выборки (первая стадия) и заварки центральной части выборки в виде стыкового шва (вторая стадия). В зависимости от размеров и формы выборки рекомендуются три варианта заполнения (черт. 6).

5. КОНТРОЛЬ КАЧЕСТВА И ТЕХНИЧЕСКАЯ ДОКУМЕНТАЦИЯ

5.1. В процессе выполнения сварочных работ наплавленный металл и прилегающие к нему участки основного металла должны контролироваться визуально с целью выявления трещин. В случае появления трещин сварку следует прекратить. Трещины удалить согласно требованиям раздела 2, и лишь после этого продолжать сварку.

5.2. После окончания сварки поверхность наплавленного металла и прилегающую к нему зону шириной не менее 50 мм на сторону следует зачистить заподлицо с основной поверхностью.

5.3. Зачищенные поверхности (п. 5.2) проконтролировать:

детали, отремонтированные с использованием аустенитного варианта, — методом химического травления: прилегающую к наплавленному металлу зону и линию сплавления — 10%-ным водным раствором азотной кислоты, а наплавленный металл — «царской водкой»; допускается применение цветной дефектоскопии;

детали, отремонтированные с использованием перлитного варианта, — методом МПД или химическим травлением 10%-ным водным раствором азотной кислоты; допускается применение цветной дефектоскопии.

5.4. На контролируемой поверхности не допускаются дефекты в виде трещин, непроваров, подрезов, а также усадочной и газовой пористости и неметаллических включений линейным размером более 2 мм и в количестве более 7 шт. на каждые 100 мм длины наплавленного металла. Качество поверхности основного металла, прилегающего к зоне сплавления заварки, должно соответствовать требованиям, указанным в п. 2.4.

5.5. После контроля протравленный слой следует удалить механическим способом или нейтрализацией.

5.6. Корпусные детали после ремонта подлежат гидравлическому испытанию в соответствии с ГОСТ 356—80 «Давления ус-

ловные пробные и рабочие». Для предотвращения хрупких разрушений при гидравлическом испытании температура воды должна быть не ниже 60°С.

5.7. Техническая документация на ремонт должна оформляться в соответствии с требованиями раздела 3 «Инструкции по оформлению технической документации на сварочные работы при ремонте энергетического оборудования тепловых электростанций», утвержденной Минэнерго СССР, или в соответствии с табл. 6.

Таблица 6

Ремонтный формуляр

№ п/п	Наименование оборудования	Номер выборки (по эскизу)	Дата заварки	Примененные сварочные материалы	Повторные осмотры		
					Дата осмотра	Количество часов	Результаты осмотра

Руководитель ремонтных работ _____ Личная подпись _____ Расшифровка подписи

Представитель лаборатории металлов электростанции _____ Личная подпись _____ Расшифровка подписи

Примечания:

1. К данному формуляру обязательным приложением является эскиз, на котором указываются размеры и расположение выборок.

2. Если при повторных осмотрах обнаружены трещины, в графу «Результаты осмотра» заносятся размеры и количество трещин, записывается принятое решение по их устранению, а также указываются сварочные материалы, использованные в случае повторной заварки.

ИНФОРМАЦИОННЫЕ ДАННЫЕ

1. **РАЗРАБОТАН И ВНЕСЕН** Научно-производственным объединением по исследованию и проектированию энергетического оборудования им. И. И. Ползунова (НПО ЦКТИ)

ИСПОЛНИТЕЛИ

В. Н. Земзин, докт. техн. наук (руководитель темы); **З. К. Титинер; Л. К. Зимина; А. Н. Митюков; Ю. М. Никитин,** канд. техн. наук; **А. Е. Анохов,** канд. техн. наук; **Р. З. Шрон,** канд. техн. наук; **Г. Г. Баринов**

2. **УТВЕРЖДЕН И ВВЕДЕН В ДЕЙСТВИЕ ПОСТАНОВЛЕНИЕМ** Министерства тяжелого, энергетического и транспортного машиностроения СССР от 28.12.87 № ВА-002-1/5843

3. **ВЗАМЕН РТМ 108.020.05—75**

4. **ССЫЛОЧНЫЕ НОРМАТИВНО - ТЕХНИЧЕСКИЕ ДОКУМЕНТЫ**

Обозначение НТД, на который дана ссылка	Номер пункта, подпункта, перечисления, приложения
ГОСТ 10052—75	4.1.2
ГОСТ 9466—75	4.1.4; 4.2.3
ГОСТ 9467—75	4.2.2
ГОСТ 356—80	5.6
ОСТ 108.961.02—79	1.1
ОСТ 108.961.03—79	1.1

СОДЕРЖАНИЕ

1. Общие требования 1
2. Подготовка деталей к заварке дефектов 3
3. Выбор метода заварки 4
4. Основные указания по технологии ремонтных заварок 5
4.1. Аустенитный вариант 5
4.2. Перлитный вариант 6
5. Контроль качества и техническая документация 12

Редактор *Л. П. Коняева*

Технический редактор *А. Н. Крупенева* Корректор *Л. А. Крупнова*

Сдано в набор 31.05.88. Подписано к печ. 11.08.88. Формат бум. 60×90¹/₁₆.
[illegible] печ. л. Тираж 500. Заказ 11. Цена 15 коп.

НПО ЦКТИ. 194021, Ленинград, Политехническая ул., д. 24

gost.e-ecolog.ru