

**МИНИСТЕРСТВО ЭНЕРГЕТИКИ И ЭЛЕКТРОФИКАЦИИ СССР**  
**ГЛАВНОЕ ТЕХНИЧЕСКОЕ УПРАВЛЕНИЕ ПО ЭКСПЛУАТАЦИИ ЭНЕРГОСИСТЕМ**

---

**ИНСТРУКЦИЯ**

**ПО ТЕХНОЛОГИИ РЕМОНТНОЙ ЗАВАРКИ  
КОРПУСНЫХ ДЕТАЛЕЙ ПАРОВЫХ ТУРБИН  
И АРМАТУРЫ ПЕРЛИТНЫМИ ЭЛЕКТРОДАМИ  
БЕЗ ТЕРМИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ**

**И 34-70-020-85**



**СОИЗТЕЛЕЭНЕРГО**

**Москва 1985**

**Министерство энергетики и электрификации СССР**

**Главное техническое управление по эксплуатации энергосистем**

---

**ИНСТРУКЦИЯ**

**по технологии ремонтной заварки корпусных  
деталей паровых турбин и арматуры  
перлитными электродами без термической  
обработки**

**И 34-70-020-85**

**СПО  
Союзтехэнерго**

**Москва, 1985**

**РАЗРАБОТАНА** Всесоюзным ордена Трудового Красного  
Знамени теплотехническим научно-исследовательским  
институтом им.Ф.Э.Дзержинского

**ИСПОЛНИТЕЛИ** А.Е.Анохов, Ф.А.Хромченко, И.В.Бедина

**УТВЕРЖДЕНА** Главным техническим управлением по эксплуатации  
энергосистем 12.02.85 г.  
Заместитель начальника Д.Я.Вампратов

УДК 621.311.2-2:621.78/.79

**ИНСТРУКЦИЯ ПО ТЕХНОЛОГИИ  
РЕМОНТНОЙ ЗАВАРКИ КОРПУСНЫХ  
ДЕТАЛЕЙ ПАРОВЫХ ТУРБИН И  
АРМАТУРЫ ПЕРЛИТНЫМИ  
ЭЛЕКТРОДАМИ БЕЗ ТЕРМИЧЕСКОЙ  
ОБРАБОТКИ**

И 34-70-020-85

Срок действия установлен  
с 01.01.86 г.  
до 01.01.91 г.

Настоящая инструкция предназначена для персонала предприятий, выполняющих сварочные работы при ремонте корпусных деталей паровых турбин и арматуры тепловых электростанций и устанавливает требования к подготовке поврежденных деталей под сварку, контролю мест выборок и технологии сварки, контролю качества отремонтированных сваркой деталей и мерам по технике безопасности работ.

Инструкция подлежит применению в тех случаях, когда исправление дефектов на указанных деталях сваркой перлитными электродами с последующей термической обработкой по режиму высокого отпуска невозможно.

Инструкция не распространяется на исправления дефектов методом заварки в местах, где невозможно выполнять сварку с подогревом, а также в конструктивных сварных швах и оборудовании, изготовленном иностранными фирмами.

## **I. ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ**

**I.1.** Места выборок после удаления дефектов подлежат заварке в случаях, когда глубина выборок не превышает 70 % толщины стенки деталей из хромомолибденовых и 50 % - из хромомолибденованадиевых сталей. Общий объем наплавленного металла отдельной выборки не должен превышать 4000 см<sup>3</sup>. В случаях, когда глубина выборки или объем наплавленного металла превышает указанные зна-

чения, ремонтная организация должна согласовать технологию сварки с ВТИ им. Ф.Э.Дзержинского.

1.2. Технология ремонта должна быть согласована с заводом-изготовителем, если оборудование эксплуатируется в пределах расчетного срока службы.

1.3. Ремонт корпусных деталей методом заварки должен проводиться под руководством лаборатории металлов и сварки энерго-ремонтного предприятия.

1.4. К сварке могут быть допущены дипломированные электро-сварщики 5-го - 6-го разряда, имеющие допуск на сварку паропроводов из теплоустойчивых сталей.

## 2. ПРИМЕНЯЕМЫЕ МАТЕРИАЛЫ

2.1. Марка стали, из которой изготовлены детали, ремонтируемые методом заварки без последующей термической обработки, и значение твердости по Бринеллю на поверхности детали должны соответствовать требованиям табл. I.

Таблица I

Сталь	Обозначение стандарта, по которому поставляется сталь	Число твердости НВ, не более
12ХМН	ОСТ 108.961.03-79	180
20ХМН		180
20ХМНМ	ОСТ 108.961.03-79;	225
15ХМН(М)	ОСТ 108.961.02-79	225
25М		180
20ГСЛ		180

2.2. Твердость должна измеряться в местах, удаленных от зоны дефекта не более чем на 100 мм, на трех площадках по три отпечатка на каждой. В случае, если среднее значение твердости на детали превосходит указанное в табл. I, ремонт сваркой без термической обработки проводиться не должен.

2.3. Для выполнения ремонтных работ должны применяться углеродистые и низколегированные электроды, удовлетворяющие требованиям ГОСТ 9467-76, ГОСТ 10052-75 и табл.2. Марку электродов для сварки следует выбирать в зависимости от марки стали ремонтируемой детали.

Таблица 2

Сварочные электроды	Обозначение документа	Химический состав, %	Механические свойства при 20°C	Область применения	
Марка	Тип				
ТМЛ-4В	Э-09ХМ	Паспорт на электроды	$C=0,06\pm 0,08$ $Si=0,6\pm 0,85$ $Mn=0,5\pm 0,70$	$\sigma_s > 580$ МПа $\delta > 15$ % $f > 60$ %	Ремонт деталей из сталей 12ХНД, 20ХНД, 20ХНДЛ и 15ХНДЛ
ТМЛ-Г	Э-09ХМ	ГОСТ 9467-75	$C=0,06\pm 0,12$ $Si=0,8\pm 1,2$ $Mn=0,4\pm 0,6$	$\sigma_s > 470,9$ МПа $\delta > 18$ % KV-883 кДж/мм <sup>2</sup>	Ремонт деталей из сталей 12ХНД, 20ХНД, 20ХНДЛ и 15ХНДЛ
УОНИ 13/45	Э-42А-Б	то же	$C=0,08\pm 0,12$ $Si=0,18\pm 0,30$ $Mn=0,55\pm 0,70$	$\sigma_s > 412$ МПа $\delta > 22$ % KV=1471	Ремонт деталей из сталей 25Л, 20ГСА
ТМУ-2Г	Э-50А	то же	$C=0,08\pm 0,12$ $Si=0,2\pm 0,4$ $Mn=0,8\pm 1,0$	$\sigma_s > 470,9$ МПа $\delta > 18$ % KV=883 кДж/мм <sup>2</sup>	то же

Примечание. Применение электродов ТМЛ-Г необходимо согласовать с ВПИ им.Ф.Э.Дзержинского.

2.4. Качество электродов должно отвечать требованиям РТУ IC-8I.

2.5. Перед сваркой электроды необходимо прокалить при температуре 300-350°C в течение 1-2 ч.

### 3. ПОДГОТОВКА ДЕТАЛИ К ЗАВАРКЕ

3.1. Место выборки дефектов, подготовленное под заварку, должно иметь плавные переходы от поверхности детали к выборке и в районе дна выборки. Требования к форме и размерам мест выборок указаны на рис.1. Проверка формы выборки должна осуществляться с помощью шаблонов, рис.2,а.

3.2. Дефекты должны удаляться механическим способом с помощью слесарного и абразивного инструмента (шлифовальных машинок). Разрешается применять воздушно-дуговую строжку с последующим удалением шлифовальной машинкой окисленной поверхности на глубину не менее 2 мм (до металлического блеска). Рекомендации по удалению дефектов воздушно-дуговой строжкой приведены на рис.3.

3.3. Контроль полноты удаления дефектов должен производиться методом магнитопорошковой дефектоскопии (МД); допускается применение цветной дефектоскопии (ЦД) и химического травления 10%-ным водным раствором азотной кислоты. шероховатость зачищенной поверхности должна быть не грубее 10 мкм ( $R_a 10$ ).

После окончания контроля протравленный слой необходимо удалить шлифовальной машинкой до металлического блеска.

3.4. Допускается оставлять на поверхности выборки незначительные дефекты типа единичных пор, зашлаковок, газовых пузырей при условии, что линейный размер каждого дефекта не превышает 4 мм, расстояние между ними составляет не менее 25 мм и общее количество дефектов на 100 мм протяженности выборки не более трех. Трещины любой протяженности не допускаются.

### 4. ТЕХНОЛОГИЯ ЗАВАРКИ ВЫБОРОК

4.1. Заварка мест выборок производится при температуре окружающего воздуха выше  $+10^{\circ}\text{C}$  и только с предварительным и сопутствующим местным подогревом до  $150-250^{\circ}\text{C}$  ремонтируемых деталей ( $150-200^{\circ}\text{C}$  из малоуглеродистых и хромомолибденовых сталей и  $200-250^{\circ}\text{C}$  из хромомолибденованадиевых сталей) и последующим после сварки дальнейшим подогревом при  $150-200^{\circ}\text{C}$  в течение 1-1,5 ч. Контроль за температурой нагрева должен производиться с помощью термоэлементов (термопар) и самопишущих потенциомет-

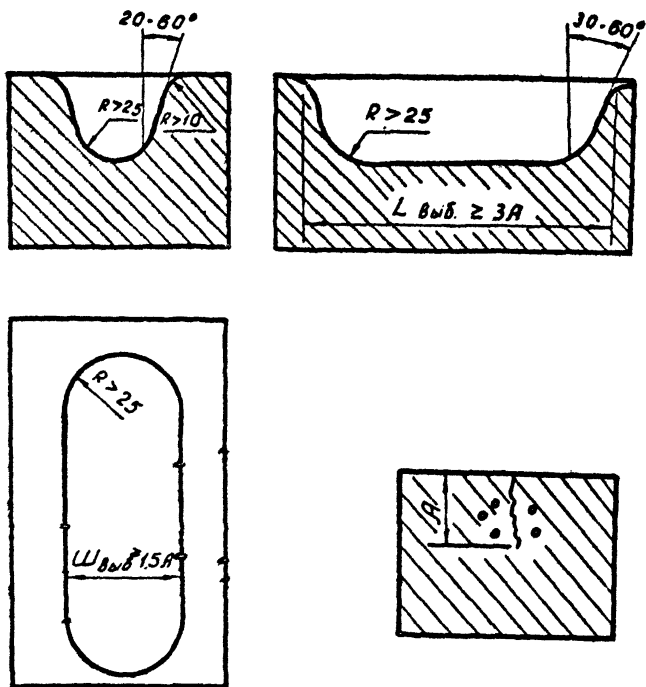


Рис. I. Требования к форме и размерам выборки:  
 $A$  - глубина дефекта, подлежащего удалению.



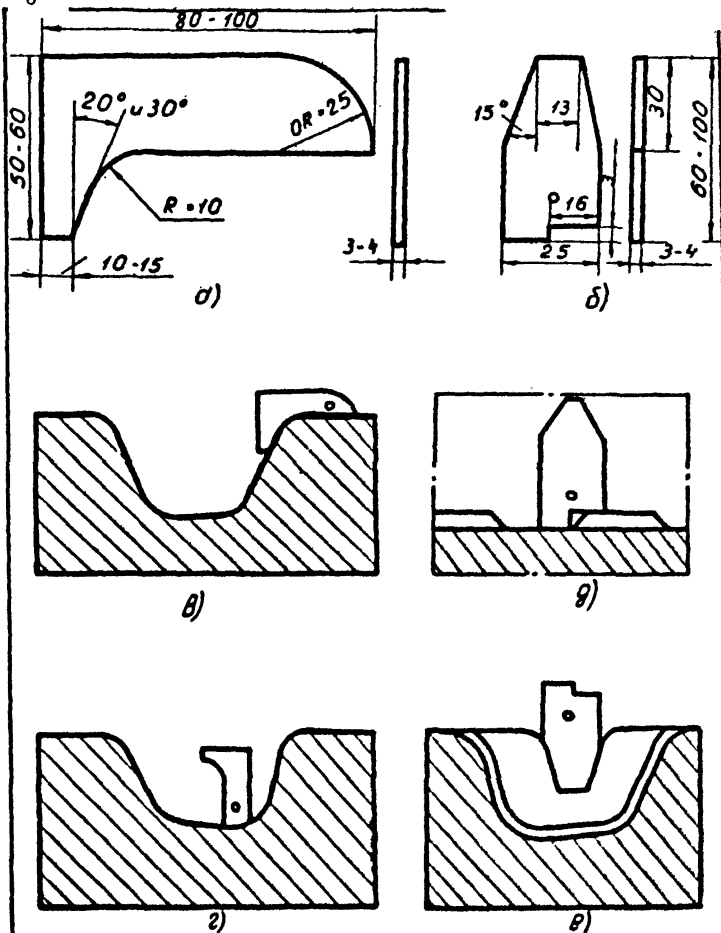


Рис. 2. Шаблон для проверки:

а - подготовка выборки под сверку; б - подготовке зон сверки; проверка нити; в - угла скругления края выборки; г - для скругления выборки; д - высота великов I-го слоя облицовки; е - центральной части наливки.

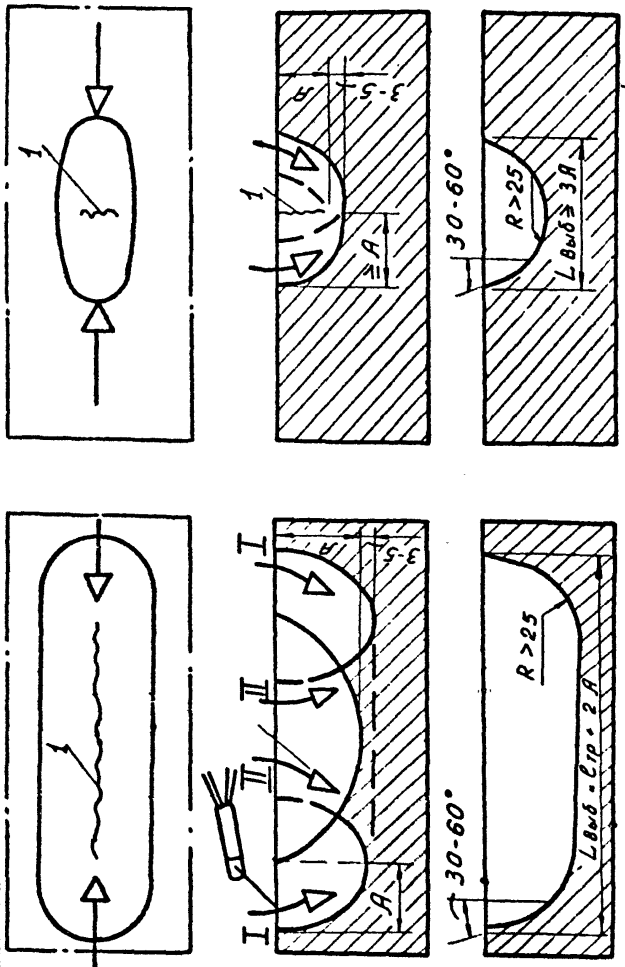


Рис. 3. Схема удаления гребни (I) в выделке воздушно-дуговой отрезкой:

ров типа КСП-4. Рекомендации по местному нагреву и расположению термопар приведены на рис.4.

4.2. Подогрев допускается проводить индукционными или радиационными способами нагрева (электрическими печами сопротивления, газопламенными горелками).

4.3. Технология заварки места выборки включает два этапа - предварительную двухслойную облицовку поверхности выборки с прилегающей зоной и последующее заполнение выборки. Режимы сварки должны соответствовать рекомендациям табл.3.

Таблица 3

Зона сварки	Диаметр электрода, мм	Сила тока (А) при положении электрода в пространстве		
		нижнем	вертикальном	потолочном
Первый слой облицовки	3	100-120	90-110	90-110
	4	140-150	130-140	130-140
Второй слой облицовки	4	160-170	140-150	140-150
Последующие слои	4	150-170	130-150	130-140

Примечание. Применение электродов диаметром 3 мм для первого слоя облицовки допускается по согласованию с ВТИ им.Ф.Э.Дзержинского.

4.4. Облицовка должна выполняться с учетом следующих рекомендаций (рис.5). Первый слой должен наплавляться в две стадии: сначала двойными валиками шириной 10-14 мм через каждые 12-15 мм с механической обработкой их поверхности до высоты 2-3 мм (первая стадия) и последующим наплавлением пропущенных участков двойными валиками с их механической обработкой до высоты 2-3 мм (вторая стадия). Каждый валик должен перекрывать последующий на 30-40 % ширины валика. Первый слой облицовки после механической обработки должен иметь высоту 2-3 мм, второй слой должен начинаться с наплавления контурных валиков (три валика I на рис.5г). Последующее выполнение облицовки рекомендуется проводить продол-

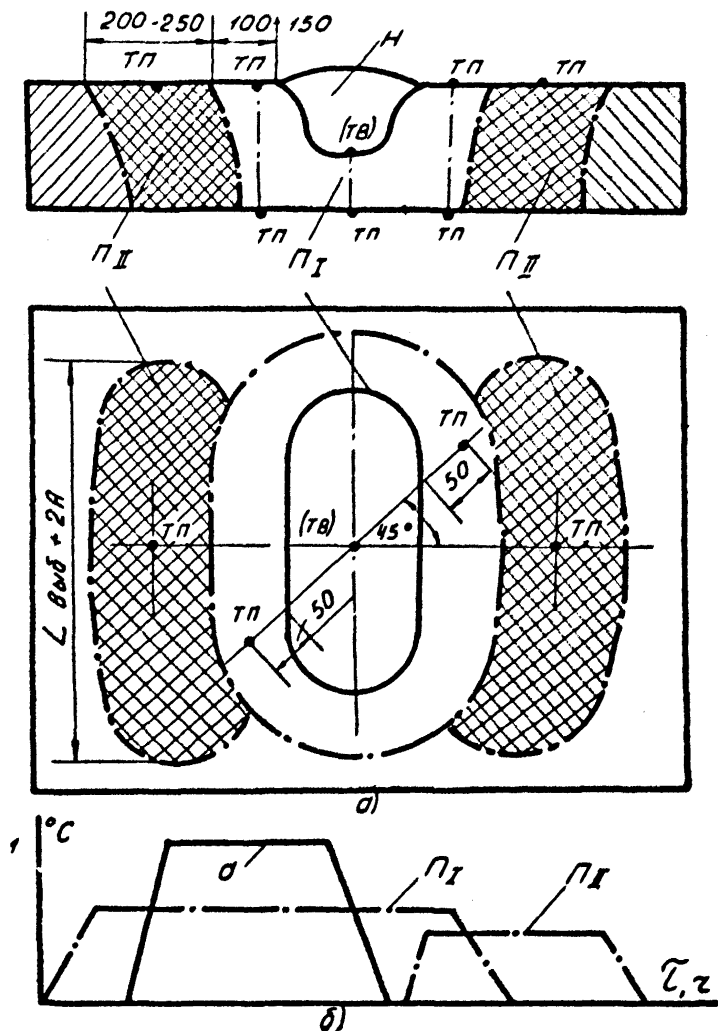


Рис. 4. Схема (а) и график (б) местного нагрева изделия;  
 $\Pi_I$  - подогрев до сверки и в процессе ее;  $\Pi_{II}$  - фельдподогрев;  
 $T_H$  - постоянная термпере;  $T_B$  - временная термпере;

ными валиками в очередности от центра выборки к краю (II на рис.6). Общая схема наплавления валиков облицовки показана на рис.6. Каждый валик необходимо тщательно очищать от шлака.

4.5. Перед началом заварки остальной части выборки поверхность облицовки должна быть обработана абразивным инструментом до высоты 5-6 мм, при этом угол перехода от края облицовки к поверхности детали должен быть в пределах  $10-15^{\circ}$  (см.рис.5д).

4.6. Последующее заполнение выборки должно проводиться в две стадии: путем послойного наплавления боковых и донных участков выборки (1-я стадия) и заварки центральной части выборки в виде стыкового шва (2-я стадия). В зависимости от размеров и формы выборок рекомендуется три варианта заполнения (рис.7а,б,в).

Заключительный центральный участок выборки в поперечном сечении должен иметь форму, приближенную к конструкции стыкового шва шириной 15-20 мм в корневой части и общим углом раскрытия  $30-40^{\circ}$ . Ширина каждого валика при выполнении заключительного участка выборки должна быть в пределах 15-20 мм, а толщина (высота) - 5-7 мм. Каждый валик необходимо тщательно очищать от шлака.

4.7. По окончании заполнения выборки должен быть проведен фальшподогрев детали по периметру заварки на расстоянии 100-150 мм от линии сплавления шириной 200-250 мм в течение 1-1,5 ч (см.рис.4). Температуру нагрева необходимо контролировать с помощью термопар и потенциометров.

4.8. Поверхность наплавки остывшей детали должна быть отшлифована, при этом сварной шов может быть ослаблен до 4 мм (рис.8).

## 5. КОНТРОЛЬ КАЧЕСТВА И ТЕХНИЧЕСКАЯ ДОКУМЕНТАЦИЯ

5.1. После сварки поверхность наплавленного металла и прилегающую к нему зону шириной не менее 50 мм следует зачистить с шероховатостью поверхности не грубее 10 мкм ( $R_a 10$ ) и проконтролировать методом МД или химическим травлением в 10 %-ном растворе  $HNO_3$ ; допускается применение ЦД. Дополнительно рекомендуется применение метода УД, если позволяет форма отремонтированной детали.

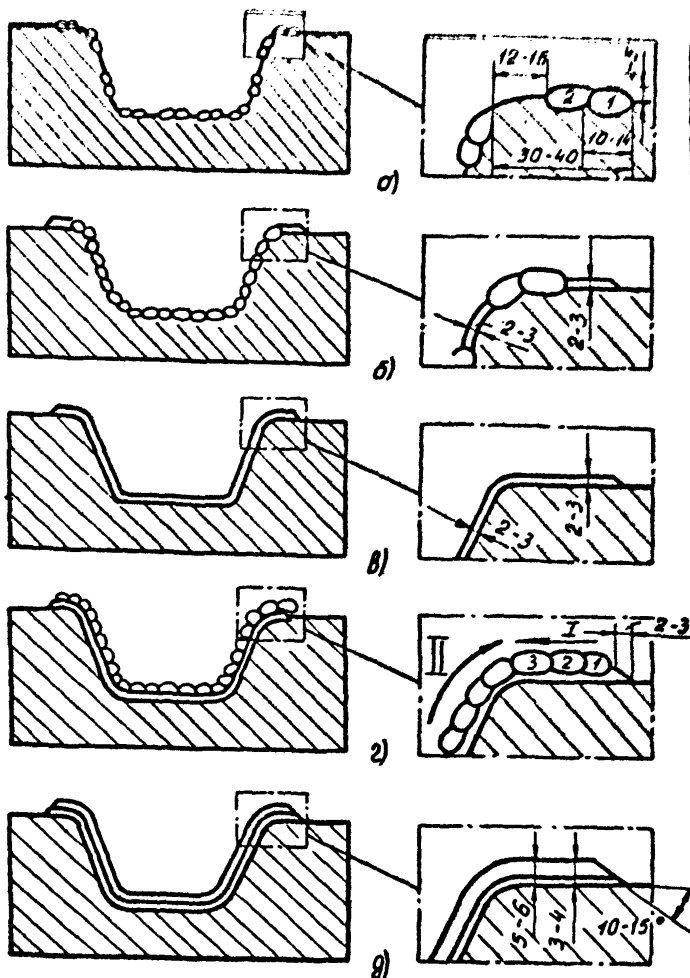
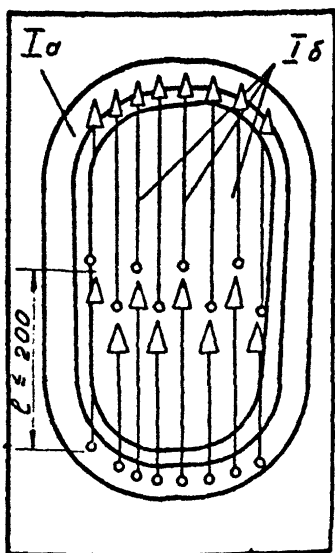
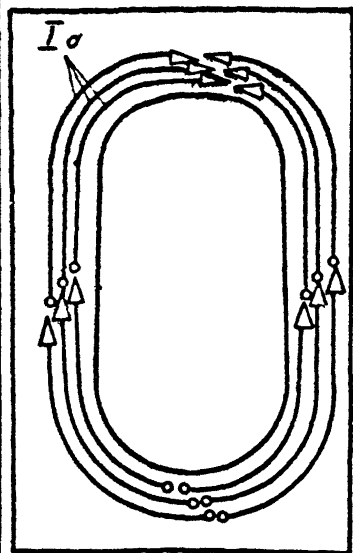
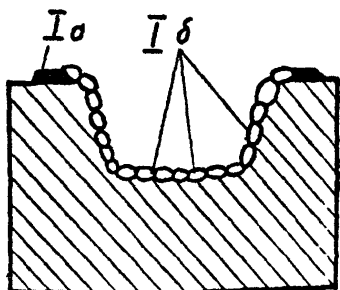
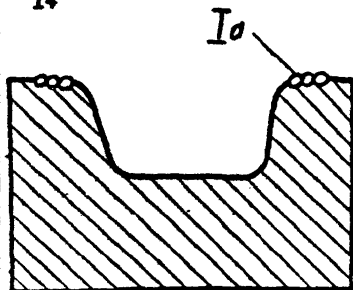


Рис. 5. Схемы выполнения облицовки (поперечное сечение выборки):  
 в - в - наплывки I-го слоя и шлифовки; г - д - наплывки 2-го  
 слоя и шлифовки.

14

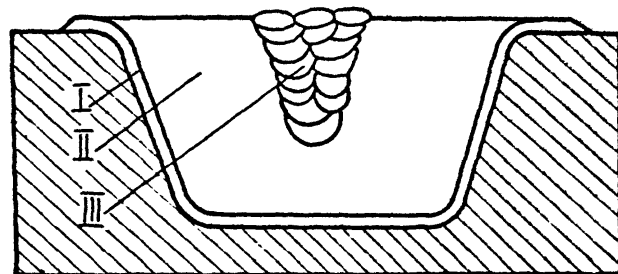
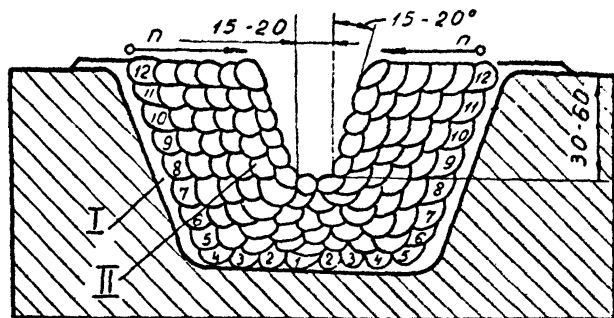
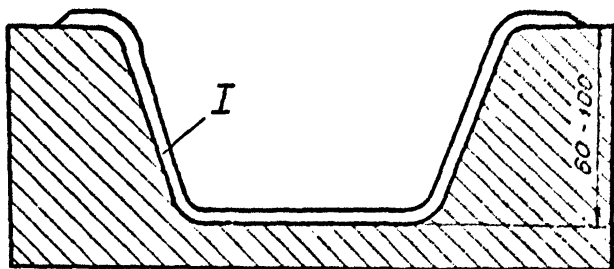


а)

б)

Рис. 6. Схема расположения великов облицовки  
(в сечении и плане выборки):

○ - контур облицовки (кольцевые велики); ◻ - основная поверхность облицовки (продольные велики); Iσ - 1-й этап наплавки слоя; Iδ - 2-й этап наплавки слоя.



а)

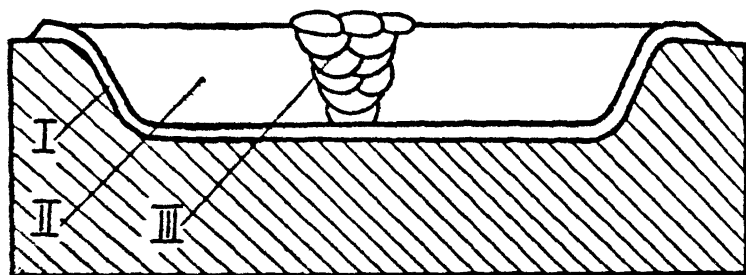
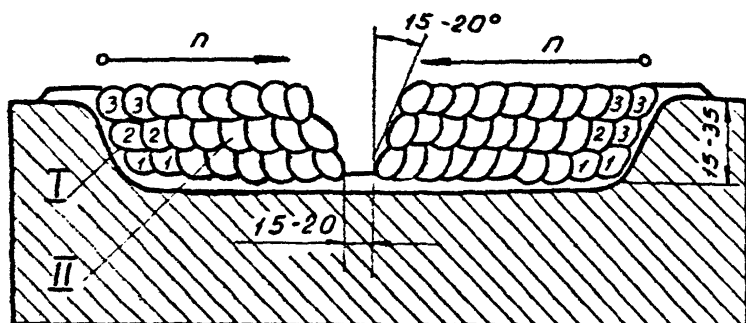
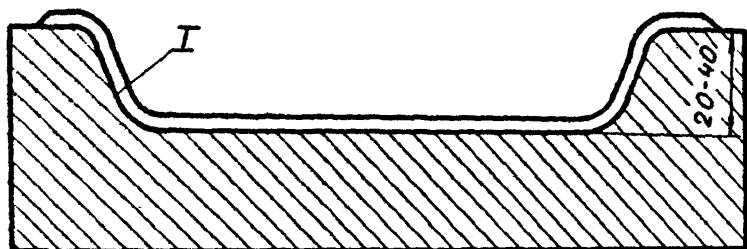
Рис. 7. Схеме заполнения выборки:

а - широкой глубокой; б - широкой неглубокой; в - узкой глубокой; I - двухслойная облицовка (см. рис. 5);

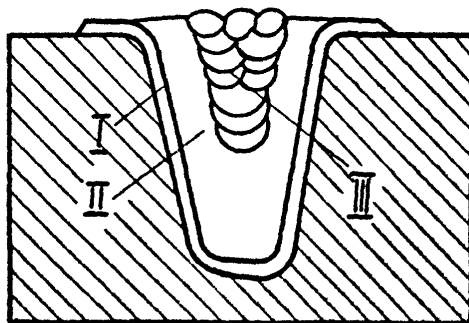
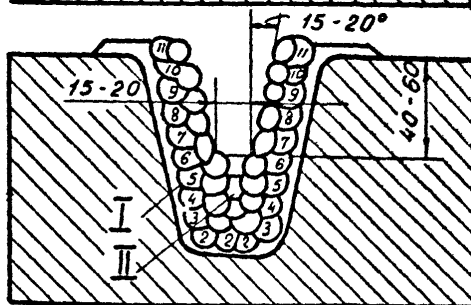
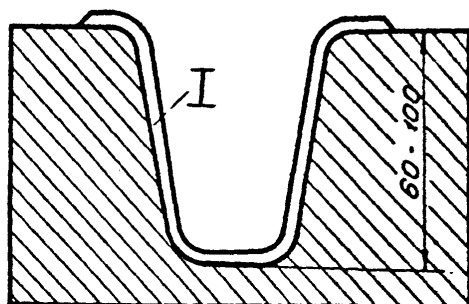
II - напылка последующих слоев; III - высота напылки.



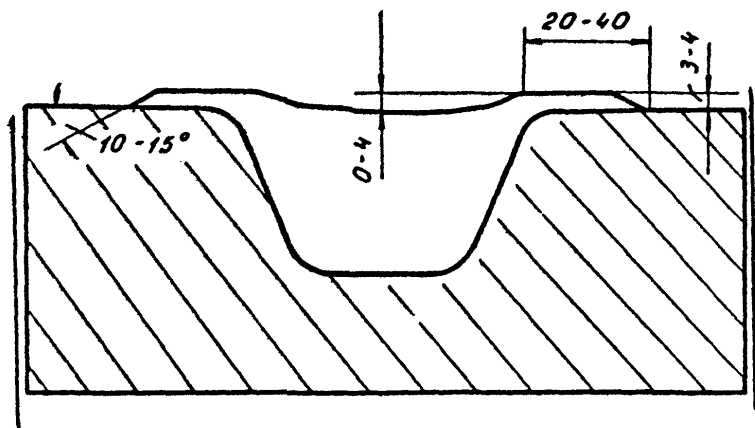
16



51



b)



**Рис. 8. Усиление ремонтной накладки после шлифовки (подготовка к эксплуатации).**

5.2. На контролируемой поверхности не допускаются дефекты в виде трещин, всплывлений и подрезов, а также поры и шлаковые включения, максимально допустимый линейный размер которых превышает 2 мм, а количество 7 шт. на каждые 100 мм длины сварного шва. Требования к качеству поверхности основного металла, прилегающего к сварному шву, не должно превышать нормы, приведенной в п.3.4.

5.3. После контроля протравленный слой металла должен быть удален механическим способом (шлифовкой).

5.4. Все ремонтные заварки подлежат периодическому контролю. Первый контрольный осмотр должен проводиться не позднее чем через 1 год, последующие - в каждый капитальный ремонт (через 4 года). Акт о результатах периодического контроля должен направляться в ВТИ им.Ф.Э.Дзержинского, ПО "Совзтехэнерго" и на завод-изготовитель.

5.5. Техническая документация на ремонт должна оформляться в соответствии с требованиями разд.Ш "Инструкции по оформлению технической документации на сварочные работы при ремонте энергетического оборудования тепловых электростанций" (СЦНТИ Энерготот, Бургес, 1971 г.), утвержденной Минэнерго СССР 30 июня 1970 г. Один экземпляр документации необходимо направить в ВТИ им.Ф.Э.Дзержинского.

## 6. МЕРЫ БЕЗОПАСНОСТИ

6.1. При выполнении сварочных работ следует руководствоваться "Правилами технической эксплуатации электрических станций и сетей" (М.: Энергия, 1977) и "Правилами техники безопасности при эксплуатации тепловых оборудования электростанций" (М.: Атомиздат, 1972).

6.2. Операции по ремонту должны проводиться бригадным методом. Не допускается выполнение операций одним человеком.

6.3. Перед производством сварочных работ рабочий персонал должен пройти инструктаж по технике безопасности и противопожарным мероприятиям с записью результатов инструктажа в специальном журнале. Администрация предприятия должна обеспечить повседневный контроль за соблюдением правил техники безопасности и противопожарных мероприятий и периодически проверять знания рабочих по безопасному проведению работ.