

Справочник

ВАРОЧНОЕ ДЕЛО

Ч. III

ГОСИЗДАТ

1933

621.491(035)
С 24

СПРАВОЧНИК

621.7(08)
С 24

РЕСПУБЛИКАНСКАЯ
НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКАЯ
БИБЛИОТЕКА БССР

СВАРОЧНОЕ ДЕЛО

Д Е П

Составлено при участии и
под общей редакцией инж.
М. К. ГУСЕЛЬЩИКОВА

III
РЕСПУБЛИКАНСКАЯ
НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКАЯ
БИБЛИОТЕКА БССР

СТЬ

РЕСПУБЛИКАНСКАЯ
НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКАЯ
БИБЛИОТЕКА БССР
ННС

46.717

в/88. 106

РЕСПУБЛИКАНСКАЯ
НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКАЯ
БИБЛИОТЕКА БССР

РЕСПУБЛИКАНСКАЯ
НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКАЯ
БИБЛИОТЕКА БССР



ГОСУДАРСТВЕННОЕ НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ИЗДАТЕЛЬСТВО
ПО МАШИНОСТРОЕНИЮ, МЕТАЛЛООБРАБОТКЕ И ЧЕРНОЙ МЕТАЛЛУРГИИ
ЛЕНИНГРАД 1923 МОСКВА

	СТР.
Отдел I. Сварка при ремонте паровых котлов	5
Глава первая. Сварные швы в котельных конструкциях.	—
Глава вторая. Общие условия применения сварки в котельных конструкциях	18
Глава третья. Сварочные работы в котельных конструкциях	22
Приложение. Действующие правила по применению сварки	34
Отдел II. Сварка трубопроводов	
Глава первая. Общие сведения	45
Глава вторая. Область применения сварных трубопроводов	50
Глава третья. Сварочные работы с трубопроводами и их частями	60
Отдел III. Сварка резервуаров	68
Глава первая. Электрическая сварка резервуаров	—
Глава вторая. Газовая сварка резервуаров	74
Глава третья. Постройка первого электросварного резервуара для бензина в СССР	82
Отдел IV. Сварка металлических конструкций	88
Глава первая. Дуговая сварка металлических конструкций	—
Глава вторая. Проектирование сварных конструкций	97
Глава третья. Газовая сварка металлических сооружений	106
Отдел V. Подготовка сварщиков	112
Глава первая. Курс обучения сварщиков ацетилено-кислородом	112
Глава вторая. Курс обучения для электросварщиков	132
Глава третья. Вопросник для сварщиков электрической дугой	138
Отдел VI. Правила и нормы по сварочному делу	142
I. Правила Американского общества инженер-механиков для изготовления неотапливаемых сосудов под давлением	—
II. Технические условия международной торговой комиссии на изготовление сосудов для транспортировки сжатых газов	148
III. Технические условия (спецификация) № 3 на изготовление сосудов для транспортирования сжатых и сжиженных газов	154
IV. Спецификация № 3-A на изготовление сосудов для погрузки и перевозки несжижаемых газов	157
V. Правила для безопасного обращения с баллонами	160
VI. Свод правил Американской железнодорожной ассоциации мастеров вагоностроителей и механиков	162
VII. Правила САСШ по применению автогенной сварки в страхуемых новых или отремонтированных котлах	164
VIII. Программа для испытания и квалификации сварщиков, разработанная Американским сварочным обществом	166
IX. Обязательное постановление НКТ СССР (№ НКТ 22.) и комитета регистра СССР	175

X. Дополнения германского Ллойда к правилам классификации и постройки стальных судов морского и внутреннего плавания (электро-сварка)	181
XI. Правила устройства, содержания и освидетельствования баллонов (сосудов) для сжатых и сгущенных газов	188
XII. Правила применения автогенной (газовой и электрической) сварки в трубопроводах на морских судах.	192

Приложение I.

1. Подготовка частей, подлежащих сварке	197
2. Сварочные соединения листового и углового железа	203
3. Сокращения и символические обозначения, предложенные Американским сварочным обществом.	204
А. Сокращения.	—
Б. Символы для обозначения сварки методом сопротивления	206
В. Символы для обозначения валиковых швов	208
Г. Символы для обозначения сварки встык	210
4. Формы сварных соединений	212
5. Таблица названий элементов сварного шва	214
6. Формы выполненных сварных соединений	216

Приложение II. Общесоюзные стандарты

ОСТ 8. Круглое железо	—
ОСТ 9. Квадратное железо	220
ОСТ 10. Проволока катаная	221
ОСТ 11. Шинное железо	222
ОСТ 12. Обручное железо	223
ОСТ 13. Полосовое железо	225
ОСТ 14. Угловое равнобокое железо	228
ОСТ 15. Угловое неравнобокое железо	230
ОСТ 16. Двутавровое железо	232
ОСТ 17. Корытное железо (швеллерное)	233
ОСТ 18. Широкополосное железо	234
ОСТ 19. Толстое листовое железо	235
ОСТ 20. Тонкое листовое железо	237
ОСТ 2406. Образец для испытания на разрыв сварных швов	239
ОСТ 2407. Проволока стальная электродная	240

Приложение III. Справочные данные

Таблица 1. Степени, корни, обратные величины, длины окружностей и площади кругов	—
Таблица 2. Натуральные значения тригонометрических функций	244
Таблица 3. Сравнение градусов температуры Цельсия и Фаренгейта	248
Таблица 4. Линейное расширение твердых тел между 0 и 1° в мм	249
Таблица 5. Линейная усадка некоторых металлов	—
Таблица 6. Средняя теплоемкость твердых и жидких тел	250
Таблица 7. Средняя теплоемкость железа	—
Таблица 8. Температура плавления или затвердевания различных тел	251
Таблица 9. Скрытая теплота плавления различных тел	252
Таблица 10. Коэффициент теплопроводности	253
Таблица 11. Изоляционные материалы	254
Таблица 12. Коэффициент теплопроводности для газов	256
Таблица 13. Электрическое сопротивление некоторых тел	257
Таблица 14. Температурный коэффициент электрического сопротивления	258

Приложение IV. Правила для сокращения обозначений метрических мер

Инж. М. Н. ГУСЕЛЬЩИКОВ

Для решения вопроса о том, где и при каких условиях можно применить тот или иной род сварки в котельных конструкциях, необходимы знания свойств различного рода сварок. Эти знания можно получить путем: 1) наблюдения над сварными швами в работе и 2) научно-лабораторных исследований.

Такой научно-практический путь оценки качеств сварок дает возможность автору высказать несколько положений о применимости сварок в котельных конструкциях.

ГЛАВА ПЕРВАЯ.

СВАРНЫЕ ШВЫ В КОТЕЛЬНЫХ КОНСТРУКЦИЯХ.

1. Типы сварных швов и их расположение. При сварке котельных листов применяются следующие типы швов (рис. 1—4).

Простой и с усилением V-образные швы применяются для листов толщиной до 15 мм; X-образный шов предпочтителен для листов толщиной свыше 20 мм.

В зависимости от толщины листов и рода сварки для лучшей проварки швов делаются скосы на кромках листов до $30-45^\circ$, так что общий угол скоса сварочной канавки составляет около $60-90^\circ$. Для предохранения кромок листов от перегрева преимущественно при газовой сварке скосы доводят только до $\frac{3}{4}$ толщины листа, а остальную четверть оставляют прямой с зазором 3—4 мм.

Так как при V-образном шве нельзя быть вполне уверенным, что шов может быть заполнен металлом в узкой части, то такой шов, если представляется возможность, усиливается путем добавочной проварки в вершине угла.

Хотя для листов толщиной свыше 20 мм предпочитается X-образный шов как в силу причин термического характера, так и для лучшей

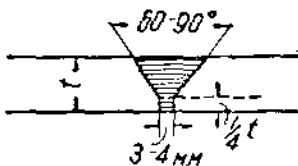


Рис. 1. V-образный простой шов.



Рис. 2. V-образный шов с усилением.



Рис. 3. X-образный простой шов.



Рис. 4. X-образный шов с усилением.

Проварки шва, однако там, где применение такого шва по конструктивным условиям неудобно, допускается шов V-образный — простой или с усилением.

Усиления (утолщения) увеличивают сечение шва и усиливают тем самым прочность шва. Следует ли оставлять усиления или их надо снимать, зависит от места нахождения шва. Во всяком случае не следует допускать в котельных частях плоских швов, но и оставление значительных утолщений в огневых частях не рекомендуется, так как



Рис. 5. Кромки шва скашиваются со стороны внешнего усилия (давления)

излишняя толщина листов может повлечь за собою перегрев металла и появление трещин. В котельных частях допускается усиление не более 12—15% толщины листа.

Сварные швы, как мы увидим далее, не должны работать на изгиб. Поэтому в котельных конструкциях стремятся так расположить сварные швы, чтобы они работали главным образом на сжатие, поменьше на растяжение, и только при особых условиях допускается сварка в частях, подвергающихся изгибу.

При сварке цилиндрических частей надо расположить шов так, чтобы его разделанная часть была обращена в сторону давления. Например при сварке звеньев жаровых труб V-образный шов располагают разделкой в сторону внешнего давления, которое стремится вдавить шов сварки внутрь трубы и тем самым заставляет работать шов на сжатие (рис. 5). При сварке цилиндрических частей, подвергающихся внутренним растягивающим усилиям, по тем же основаниям шов располагают разделкой со стороны внутренней поверхности.

При сварке швов длиной более 250 мм для предупреждения набегания свариваемых кромок друг на друга под влиянием расширения от нагрева необходимо принимать следующие меры:

а) производить предварительную прихватку по длине шва, которая заключается в том, что через каждые 150—200 мм производят частичные сварки (прихватки) протяжением, равным двойной толщине свариваемых листов, начиная от работы с середины шва и продолжая их делать попеременно к обоим концам, или

б) располагать подлежащие сварке кромки не параллельно, а под углом, вершина которого находится в месте начала сварки, с применением распорных приспособлений, например планок, струбцинок, клиньев и т. п., как показано на рис. 6. Ширина раздвига определяется на практике в зависимости от толщины материала и примерно равняется 5 см при газовой сварке, а при электродуговой сварке — 2,5 мм на каждый метр длины шва.

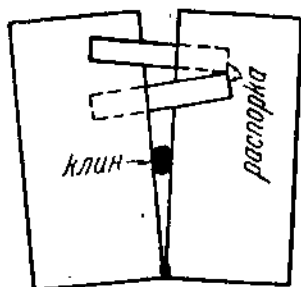


Рис. 6. Разведение кромок при сварке длинных швов.

Ни в каком случае не допускается производить сварку, пока кромки согнуты в ту или другую сторону от необходимого положения. Такой шов был бы ненадежным. Нельзя также вести сварку, если зазор между кромками станет менее требуемого размера.

2. Основные различия между швами, сваренными газовым способом и электрической дугой металлческими электродами. Каждый из сварочных способов имеет свои особенности, которые и определяют область их применения в котельных конструкциях. Эти особенности выявляются главным образом при механических испытаниях, соединений с металлографическим и химическим исследованиями, а также обнаруживаются в тех термических напряжениях, какие появляются при той или другой сварке.

Для оценки механических качеств сварки надо иметь в виду, что результаты получаются различные в зависимости от того, оставлено ли на образцах усиление или образцы испытываются без него. Для оценки качества сварки более правильно будет учитывать при механических испытаниях только результаты испытания образцов с удаленными усилениями (напылами) и разорвавшихся по сварке.

Приведем некоторые данные из лабораторных испытаний для образцов, сваренных ацетиленовым процессом и электрической дугой с металлческими электродами.

Образцы, сваренные газовым способом. По опытам Швейцарского союза котловладельцев 1914 г. при механическом испытании ацетиленосварных образцов получены следующие результаты:

Таблица I.

Результаты испытаний ацетиленосварных образцов по опытам Швейцарского союза.

Наименование образца	Целые	Сварные с разрывом по сварке	Процент по отношению к данным целого материала	Примечания
Толщина в мм	12	12	—	Поперечное сечение целого образца и сваренного шва были одинаковы.
Временное сопротивление (R) в кг/мм ²	38,7	29,6	76	
Процент относительного удлинения (δ)	27,6	9,42	34	Средний радиус загиба 18,3 мм.
Угол загиба в градусах	180	162,5	81	

При ацетилено-кислородной сварке образцов котельного железа, изготовленных с проковкой и отжигом в Ленинграде заводом им. Марти в 1928 г. по программе Регистра Союза, получены следующие средние данные:

Таблица II.

Результаты испытаний ацетиленосварных образцов по опытам зав. им. Марти.

Наименование образцов	Целые	Сварные образцы. Разрыв по месту сварного шва (образцы без усиления)	Процент по отношению к данным целого материала	Примечания
Толщина	14	14	—	Поперечное сечение сварного шва равносечно поперечному сечению целого образца.
Временное сопротивление (R) в кг/мм ²	42,7	39,3	92	
Процент относительного удлинения (δ)	24,5	17,6	72	

Углы загиба вокруг оправки в 32 мм по сварке получились:

а) в холодном состоянии 180° без трещин (2 образца),

б) в горячем состоянии при светлокрасном калении — 180° вплотную (нагрев производился в кузнечном горне, и образцы сгибались на наковальне ударами молота).

Часть образцов (2) согнулась по границе сварки без трещин.

Образцы, полученные электросваркой. При исследовании Регистром Союза в 1926 г. электросварных швов котельного железа отмечены следующие результаты при разрыве по сварке.

Таблица III.

Испытания на разрыв, изгиб и удар на копре Шарпи.

Состояние образца	Тип шва	Временное сопротивление кг/мм ²	Удлинение в процентах	Угол изгиба	Ударное сопротивление	Примечания
Целый материал . . .	—	40,9	21,6	180	Не производилось ¹⁾	Образцы изготовлены были из котельного железа толщиной 22 мм. Усиление швов не удалялось при испытании на разрыв и изгиб. Удлинение относилось ко всей расчетной длине планки. Ударное испытание производилось на копре Шарпи над образцами с надрезами размерами 10 × 10 × 80 мм.
Сварка:						
а) без отжига	V	36,3	3,5	19	1,12	
без проковки . .	X	37,0	4,0	45	0,87	
б) с проковкой	V	33,6	2,2	10	1,05	
без отжига . . .	X	36,0	2,3	24	1,09	
в) с отжигом	V	33,5	8,3	28	0,66	
при 950° без проковки	X	—	—	67	0,62	
г) с отжигом	V	30,7	1,0	31	0,74	
при 950°	V	—	—	35	0,64	
с проковкой . .	X	—	—	48	0,56	
Средние значения . . .	—	35,4	3,6	34	0,84	
Средние значения в процентах по отношению к целому листу	—	86,5	16,7	18,9	—	

Вообще электросварка дала несколько пониженное временное сопротивление, сильно пониженные проценты относительного удлинения и угол загиба (рис. 7 и 8), и ничтожное ударное сопротивление, т. е.

¹⁾ а) По некоторым заводским данным котельный материал хорошего качества дает ударное сопротивление:

$$T = 10 - 12 \frac{\text{кг} \times \text{м}}{\text{см}^2}$$

б) Газовая сварка дает

$$T = 3 - 4 \frac{\text{кг} \times \text{м}}{\text{см}^2}$$

в) Американским морским ведомством при испытании ударом на копре Шарпи образцов квадратного сечения с надрезом 10 × 10 × 100 мм для электродуговой сварки принимается за норму:

$$T = 2,76 \frac{\text{кг} \times \text{м}}{\text{см}^2}$$

при дуговой сварке металлическими электродами материал шва получался весьма хрупкий. Хрупкость электросварки станет еще более ясной, если мы посмотрим, что представляют собою удлинения, отмеченные при испытаниях сваренных образцов на разрыв. Если процент относительного удлинения определять так, как это обычно делается при разрыве целых образцов, т. е. брать отношение абсолютного удлинения к первоначальной длине образца между кернами, тогда мы не

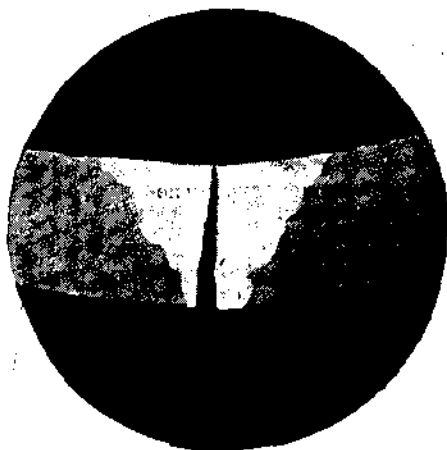


Рис. 7. Образец, полученный электросваркой, после испытания на изгиб.

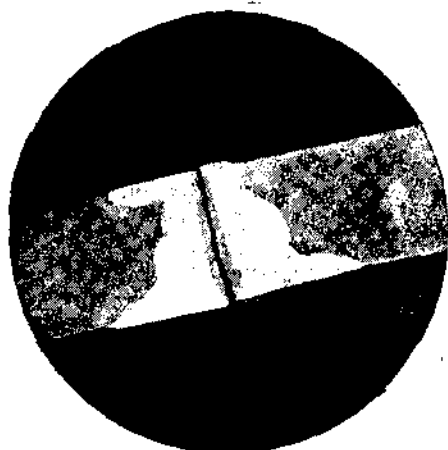


Рис. 8. Образец, полученный электросваркой, после испытания на разрыв.

получим представления о пластичности самой сварки, так как общее абсолютное удлинение получается главным образом за счет пластичности целого материала планки.

Для того, чтобы установить, удлиняется ли сама сварка при испытании на разрыв, автором были сделаны следующие наблюдения над автогенногазовым сварным швом упомянутых образцов завода им. Марти. До испытания на разрыв на планках по месту сварки были нанесены равные деления. После обмера места сварки до испытания и после испытания оказалось, что длина места сварки заметно увеличилась по сравнению с первоначальной, а именно:

Таблица IV.

Результаты испытаний сварных образцов на разрыв.

Номера образцов по порядку	Длина по шпильке до разрыва в мм	Длина после разрыва в мм	Увеличение после разрыва в мм (абс. удлин.)	Примечание
1	50	60	10	Без отжига С отжигом в печи при температуре 850° в течение 1 ч. 50 м. и с медленным охлаждением.
2	50	53	3	
3	50	54,3	4,3	
4	50	66	16	
5	50	52	2	
6	50	64,4	14,8	
7	50	57	7	
8	50	63,7	13,7	

Таким образом шов газовой сварки является пластичным местом, дающим возможность получить в сваренном месте удлинение (рис. 9) и достигнуть значительных углов загиба (рис. 10).

Нельзя того же сказать об электросварном шве.

Если мы будем по длине целого образца и образца, имеющего сварной шов посередине, откладывать между кернами по оси абсцисс равные



Рис. 9. Образец, сваренный ацетилено-кислородным способом, после испытания на разрыв.

промежутки, а по оси ординат соответствующие абсолютные удлинения, то получим линии удлинения, показанные на рис. 11 и 12.

Для целого образца кривая удлинения имеет максимум места разрыва (рис. 11). Для электросварного образца кривая удлинений состоит из двух участков; каждый из них идет сначала повышаясь, а затем в месте сварки (а) переходит в ноль (рис. 12). Отсюда видим,

что электросварный шов лишен пластичности. Он является жестким узлом.

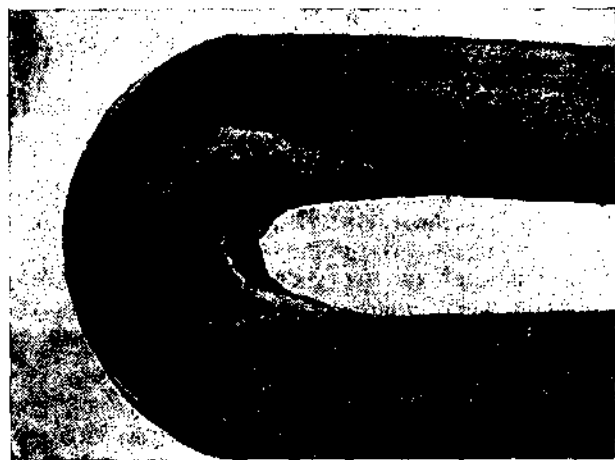


Рис. 10. Образец, сваренный ацетилено-кислородным способом, после испытания на изгиб.

Основной материал, в особенности после отжига, легче поддается изгибу, поэтому в образцах, какие приходилось нам наблюдать при испытаниях Регистра 1926 г., как изгиб, так и удлинение происходили за счет основного материала. Поэтому обычно приводимые в таблицах механических испытаний результаты от-

носительного удлинения надо признать нехарактерными для электросварного шва.

В настоящее время более правильным считают определение удлинения электросварного шва при загибе на ширине шва равной 50 мм.

Если l_0 — ширина шва до изгиба, l — ширина шва после загиба, то удлинение $i = \frac{l - l_0}{l_0} \cdot 100$.

Удовлетворительная электросварка дает $i = 10 - 15\%$.

Нормы Американского бюро морских инженеров требуют удлинения при загибе не менее 30% (опыты с целыми образцами показали, что такие удлинения могут быть достигнуты при угле загиба 180°).

В настоящее время установлены следующие нормы для испытания сварных образцов:

1. Образцы, сваренные газовым или электродуговым способом, при испытании на разрыв должны дать не менее 80% прочности целого материала.

2. При испытании на загиб вокруг оправки диаметром равным двойной толщине образца газовая сварка должна дать угол загиба не менее 120°, а электродуговая — не менее 60°.

Металлографические исследования являются дополнительным средством, помогающим оценивать качества сварки. Они состоят в исследованиях: а) на **макроструктуру** (рассмотрение шлифа образца простым глазом или при увеличении в 1,5—2 раза) и б) на **микроструктуру** (рассмотрение шлифа под микроскопом).

Эти исследования дают возможность установить, нет ли непроваров, пузырей, шлаковых включений, окислов, нитридов, неправомерностей в термической обработке и других дефектов, ухудшающих механические свойства шва.

Макроструктура дает возможность обнаружить: непровары, несплавления, степень проникания наплавленного металла в основной, пузыри, трещины, включения окислов и шлаков. По нормам Американского инженерного бюро непровары, трещины и пузыри не должны быть протяжением более 3 мм, шлаковые включения — не более 1,5 мм.

Микроструктура дает возможность видеть различного рода включения: азотистые, кислородные, затем определить содержание углерода, недогрев, перегрев, пережог и вообще степень зернистости структуры, а также мелкие трещины, пузыри, раковины, окислы, шлаковые включения. По нормам Американского инженерного бюро отношение количества крупного зерна к мелкому не должно быть более 5 : 1.

Металлографические исследования электросварного шва показывают, что металл шва имеет много нитевидных включений, называемых «нитридами», и точечных кислородных включений (рис. 13). Присутствие нитридных включений делает сварку хрупкой.

Помимо того в сварке замечаются застывшие капли металла, окруженные окисленными оболочками, которые после нагревания или при шлифовке выпадают и даже заметны на глаз (рис. 14). При электро-

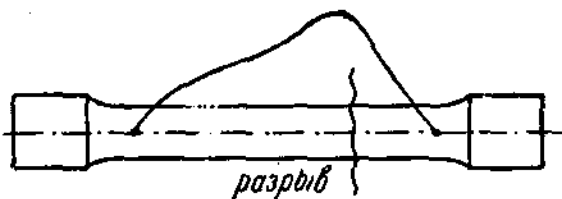


Рис. 11. Кривая удлинений целого (несваренного) образца.

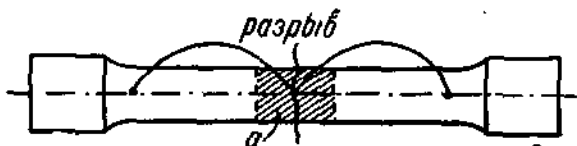


Рис. 12. Кривая удлинений образца, сваренного металлургической дугой.

сварке Регистра 1926 г. почти все металлографически исследованные образцы имели такие включения.

Исследования не установили зависимости между механическими качествами и каплеобразными включениями. Такие каплеобразные включения попадают и в газовой сварке, но в гораздо меньшей степени.

Для металлографических исследований берутся шлифы: 1) из целого материала, 2) вблизи сварного шва, 3) по границе сварного шва и целого металла и 4) из наплавленного металла.

3. Термическая обработка сварных швов. Хорошая газовая сварка котельного железа должна давать после надлежащей проковки и отжига мелкозернистую структуру с плавным переходом к основному мате-



Рис. 13. Шлиф электросварного шва с нитевидными включениями (нитридами).



Рис. 14. Застывшие капли металла в электросварном шве.

риалу листа. Если сварка перегрета, то она дает сетчатую структуру (видманштетова структура, рис. 15). При пережоге структура становится крупнозернистой и вместе со шлаковыми включениями является причиной хрупкости.

Газовая сварка нуждается в усиленной проковке при температуре не ниже светлокрасного каления. Проковка делает структуру мелкозернистой и более пластичной. Проковка ниже температуры красного каления (в особенности при температурах синего нагрева) сообщает шву и смежным с ним местам хрупкость. При газовой сварке всегда имеется перегрев металла вблизи шва, — иногда около 50 мм в обе стороны.

Для устранения перегрева надо шов подвергнуть полному отжигу в специальной печи. Но это не всегда удобно сделать, в особенности при ремонте. Тогда прибегают к так называемому местному нагреву до температуры светлокрасного каления газовыми горелками, древесным углем, коксом и другими способами.

Прогревание горелками и другие подобные способы местного нагрева являются паллиативами, но, как показали наблюдения в 1927 г. Ленинградского отдела технической инспекции О. Т. на одном из заводов, все-таки дают благоприятные результаты, ослабляя напряжения в соседних со швами местах.

Вообще надлежащий отжиг улучшает качество шва, сваренного ацетилено-кислородом (или блугавом), но надо, чтобы этот отжиг произведен был правильно.

В зависимости от химического состава, главным образом от содержания углерода, завод должен опытным путем установить режим отжига: 1) высший предел температуры нагрева, 2) продолжительность выдержки и 3) время прохождения через критические температуры.

В этом смысле является понятным требование, чтобы сварочная проволока по своему составу соответствовала составу свариваемого металла.

Отжиг должен вестись применительно к составу первоначального материала свариваемых листов.

Приводим основные указания, касающиеся отжига газосварных швов, разработанные Сварочной секцией Обще-научного технического совета.¹

ОСНОВНЫЕ УКАЗАНИЯ

ПО ТЕРМИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКЕ СВАРНЫХ ШВОВ.

Отжиг котельного железа, подвергнутого автогенной газовой сварке.

А. Отжиг целого изделия.

1. Нормальным отжигом следует считать термическую обработку, состоящую из следующих операций:

- а) нагрев до температуры немного выше верхней критической точки A_3 (участок ab на рис. 16);
- б) выдержка при этой максимальной температуре в течение определенного времени (участок bc);
- в) быстрое охлаждение до нижней критической точки A_1 (участок cd) и медленное дальнейшее охлаждение (участок de).

2. Цель отжига:

- а) уничтожение внутренних напряжений;
- б) уничтожение видманштетовой структуры (рис. 17 и 18) и
- в) уничтожение крупнозернистого строения (рис. 19 и 20).



Рис. 15. Сетчатая структура перегретого сварного шва (газовой сварки).

¹ Автогенная сварка. Вып. I, изд. ОНТС 1929 г.

В результате отжига получается мелкозернистое строение.

3. Температура нагрева для отжига котельного железа с содержанием:

0,1% С	должна быть	900 до 950°С,
0,2 »	»	860 » 900 »
0,25 »	»	845 » 880 »

4. Более высокий нагрев, чем указано в пункте 3, особенно в течение продолжительного времени, вызывает укрупнение структуры и является *перезревом* (рис. 21 и 22).

5. Нагрев в зависимости от содержания углерода до 1200—1350°С вызывает уже видманштетову структуру, сильно ухудшающую механические качества.

6. Продолжительный нагрев, близкий к температуре плавления, дает *перезрев* с получением пленок окиси (сгоревшее железо, см. рис. 23).

7. Время выдержки при температуре отжига зависит от толщины железа (участок *bc* на рис. 16) и равняется при посадке железа в горячую печь для толщины в 10 мм — 15 мин., для толщины в 25 мм — 45 мин.

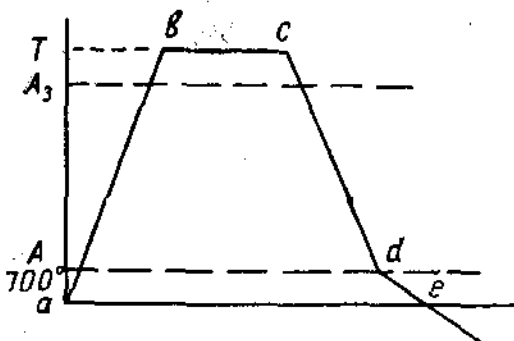


Рис. 16. Диаграмма отжига котельного железа.

8. Если изделие садится в полунагретую печь и вместе с ней доводится до требуемой температуры, то никакой выдержки не нужно, а охлаждение следует начинать тотчас же по достижении температуры отжига.

9. *Недогревом* называется нагрев до температуры ниже верхней критической точки, т. е. для железа с содержанием:

0,1% С	880°С
0,2 »	840 »
0,25 »	820 »



Рис. 17. Видманштетова структура. Сталь с содержанием углерода 0,3%. Увеличение 50.



Рис. 18. Та же сталь, что на рис. 16, но после отжига при температуре 850°. Увеличение 50.

Недогрев тоже опасен, так как при наличии наклепа (холодной деформации) могут развиваться чрезвычайно крупные кристаллы (рис. 22). Особенно опасна температура в 750°С.

10. Для мягкого железа с содержанием С до 0,1% рекомендуется охлаждение вести на воздухе, а для более твердого железа — быстрое охлаждение на воздухе (участок *cd* на рис. 16) и снова замедленное путем обратной посадки в печь, за-

горячим песком или золою, покрытия асбестом и т. д. (участок *de* на том же листе).

При охлаждении на воздухе необходимо принять меры к возможно равномерному остыванию и производить его в загороженном месте, чтобы оно охватывало равномерно все изделие.

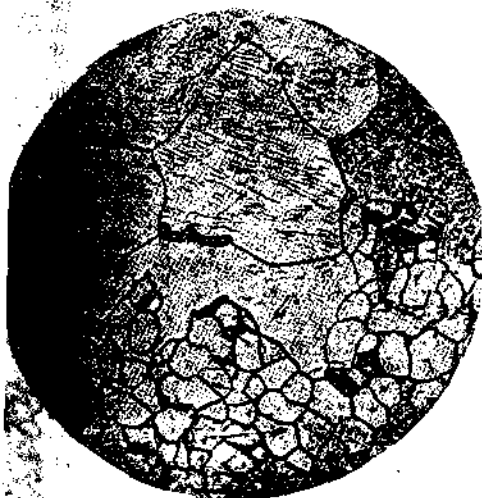


Рис. 19. Железо с 0,1% С до отжига. Увеличение 130.

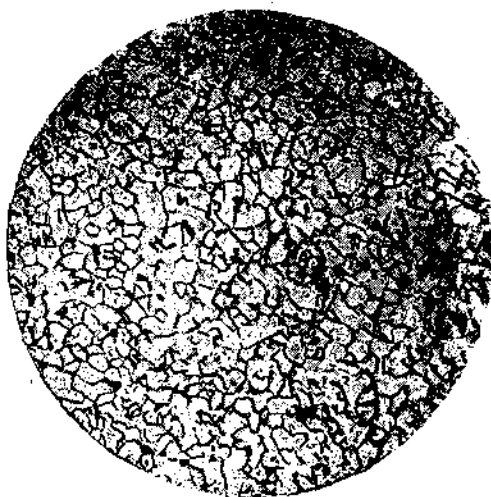


Рис. 20. Тот же образец, что и на рис. 19, но после отжига. Увеличение 140.

3. Местный отжиг.

11. Местный отжиг охватывает лишь шов и прилегающие участки, подвергнувшиеся во время сварки высокому нагреву, который мог вызвать развитие крупного зерна и видманштетову структуру.

12. Нагрев может производиться древесным углем, а также горелками газовыми или нефтяными до температур, указанных в пункте 3.

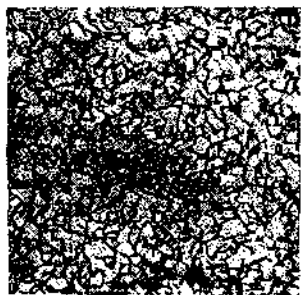


Рис. 21. Катаное мягкое железо. Увеличение 100.

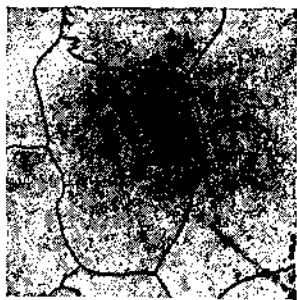


Рис. 22. Тот же образец после нагрева при температуре 1250° в течение 4 часов. Увеличение 100.

При пользовании горелками ацетилено-кислородными и воздушно-нефтяными необходимо производить нагрев осторожно, чтобы не было перегрева.

13. При местном нагреве до надлежащей температуры далее лежащие места будут недогреты. Поэтому все точки, в которых можно предполагать наличие на-

клема, должны быть захвачены в область отжига или они должны быть расположены настолько далеко от отжигаемого

места, чтобы до них не доходил нагрев до опасных температур, начиная с 400—450° и выше.

14. Если наплавленные места могут подвергнуться нагреву выше 400—450° и захватить их в область нормального отжига нельзя, то отжиг не допускается.

15. Отжиг можно производить и порайонно, т. е. отжечь определенный участок, затем перейти к соседнему и т. д.

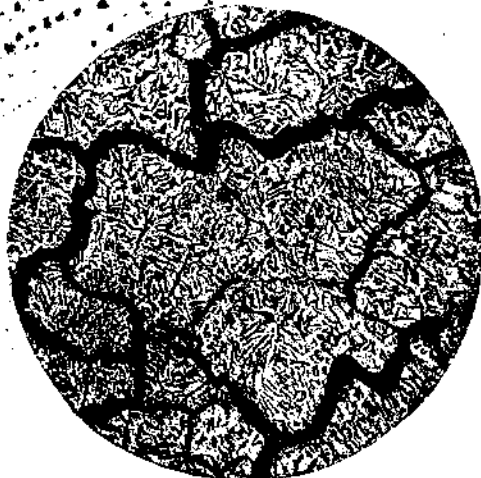


Рис. 23. Пережженное железо. Увеличение 50.

Отжиг по данным испытаний Регистра 1926 г. увеличивает пластичность листов вблизи электросварного шва и понижает твердость как целого, так и наваренного материала. Так без проковки после отжига при 950° Ц получены следующие результаты:

Таблица V.

Отжиг по данным испытаний Регистра 1926 г.

Элемент	Твердость по Бринеллю	
	до отжига	после отжига
Основной материал	100	90
Наваренный материал	119	96

Однако опыты Швейцарского союза в 1923 г., опубликованные E. Höhn в 1924 г. в его книжке *Über die Festigkeit elektrisch geschweissten Hohlkörper*, указывает на нецелесообразность последующего отжига электросварного шва в виду обнаруженного после отжига при температуре 826 до 840° Ц падения вязкости. При электросварке расплавленный материал быстро охлаждается и проковка во время процесса сварки не дает таких улучшений, как при газовой сварке. Как показали опыты Регистра 1926 г., электросварные образцы с проковкой дают сильно пониженные механические качества. Возможно, что проковка вследствие быстрого остывания наплавленного металла велась при быстром нагреве. То же самое подтверждают и опыты заграничной практики (см. книгу инж. Бардке по сварке 1927 г.)¹ и исследования Янни-Аотмана при постройке сварных судов в Германии.²

¹ Gemeinfassliche Darstellung der gesamten Schweisstechnik von P. Bardtke, 1927.

² Журнал «Кораблестроитель» № 14—15 за 1929 г. Опыты по применению электрической дуговой сварки в судостроении. Инж. М. К. Гусельщиков.

4. Термические напряжения, вызываемые автоматической электрической дуговой сваркой. Как было упомянуто, ведется широким пламенем и вызывает поэтому значительные температурные напряжения в металле.

Электродуговая сварка металлическими электродами дает незначительный перегрев по границе шва — всего на 3—5 мм в каждую сторону от шва. При правильном выполнении электросварка производит самоотжиг, именно верхний слой наплавленного металла производит отжиг нижнего слоя и по границе основного металла. Таким образом получается сварной шов с мелкозернистой структурой.

Это надо иметь в виду в особенности, если приходится вести сварку вблизи заклепочных швов на плоских частях.

В тех свариваемых частях, где является опасение появления коробления, расстройств швов или других каких-либо неблагоприятных последствий от термических напряжений, электросварка является предпочтительной перед газовой сваркой.

5. Химический анализ. Химический анализ является дополнительным средством выяснения качества сварки.

При оценке шва с этой точки зрения необходимо иметь анализ: 1) основного материала свариваемых листов, 2) присадочных материалов (проволоки, электродов) и 3) самого наплавленного материала.

Для примера возьмем некоторые данные анализа сварок из книги *Electric arc and Oxyacetylene Welding by E. A. Aktins* (стр. 192).

Таблица VI.

Состав сварок.

Химический	Целый лист	Сварочная проволока	Сварка		Электросварка
			Чистым ацетиленом	Неочищенным ацетиленом	
C	0,20	0,08	0,06	0,105	Следы
Si	0,04	Следы	Следы	Следы	Следы
S	0,063	0,009	0,012	0,10	0,011
P	0,035	0,012	0,011	0,04	0,017
Mn	0,40	0,012	0,12	0,10	0,05

Из таблицы видно, что загрязненность ацетилена вызвала сильное повышение содержания фосфора и серы, а также углерода в наплавленном металле, что не может не отразиться на ухудшении механических качеств сварки.

В 1929 г. на заводе им. Марти анализа одной планки, сваренной ацетиленом-кислородом, дал такие результаты.

Таблица VII.

Анализ сварок зав. им. Марти.

Анализ	C	Si	S	P	Mn
Основного материала листа	0,23	Не опред.	0,021	0,016	0,53
Сварочной проволоки	0,11	0,04	0,034	0,034	0,67
Сварки	0,057	Следы	0,024	0,045	Не опред.

Эта планка лопнула при правке в холодном состоянии. Возможно, что присутствие значительного количества фосфора вызвало хладноломкость планки.

Химический анализ металла, наплавленного дуговой сваркой, показывает, что он содержит в значительном количестве азот (до 0,15%) и кислород (от 0,22 до 0,65%). В общем азота в дуговой сварке находится почти в шесть раз, а иногда и больше, нежели в ацетиленокислородной. (По нормам Американского морского ведомства содержания азота в электросварном шве не должно быть более 0,02%.)

Азот придает материалу большую крепость и твердость, но делает его менее вязким. Таким образом азотистые и кислородные включения делают материал хрупким, дающим незначительный угол загиба и ничтожное ударное сопротивление.

Сварка вольтовой дугой в сфере водорода или другого газа, предохраняющего наплавленный металл от соприкосновения с азотом и кислородом воздуха, устраняет указанные недостатки. Надо надеяться, что такая сварка в недалеком будущем выйдет у нас из экспериментального периода и получит широкое применение в металлопромышленности.

ГЛАВА ВТОРАЯ.

ОБЩИЕ УСЛОВИЯ ПРИМЕНЕНИЯ СВАРКИ В КОТЕЛЬНЫХ КОНСТРУКЦИЯХ.

Отмеченным различием в механических качествах и термических напряжениях, вызываемых сваркой, определяется область применения каждого рода сварки при ремонте и постройке котлов.

Как у нас, так и за границей: во Франции, Англии, САСШ и Германии допускают сварку в паровых котлах только с *особого разрешения*.

Инструкция относительно употребления сварки Bureau Veritas 1925 г. отмечает, что сварка не является универсальным средством, могущим разрешить все задачи. Раньше чем произвести работу по сварке, надо всегда поискать, нельзя ли применить другие способы вместо сварки или соединенные со сваркой. При этом например в Англии публикуют в специальном отделе правил английского Ллойда названия тех фирм, которые признаны надежными для производства сварок.

Правила указывают на то, что качество сварки в значительной степени зависит от искусства сварщика. Поэтому для выполнения работ надо приглашать мастеров вполне опытных и надежных или передавать работы заводам, вполне зарекомендовавшим себя добросовестными работами по сварке. Это в особенности касается котельных конструкций: здесь сварку хорошо может выполнять только опытный котельщик, так как при этих работах приходится часто иметь дело с клепкой швов, пригонкой запятов и отдельных частей.

В некоторых правилах предписывается испытать качество работы сварщика на опытных образцах.

До ремонта самое место сварки также подлежит обследованию, чтобы установить возможность ремонта в зависимости от качества материала, расположения частей и пр. Так в английской инструкции по сварке Board of Trade 1918 г. отмечается появление трещин в отремонтированных сваркой старых жаровых трубах, обнаруженных после несколь-

них месяцев работы, вблизи заварок. По предположению Board of Trade причиной трещин надо считать усталость материала вследствие продолжительной службы котла.

Все нормы и правила по применению сварок базируются главным образом на данных практики и лабораторных исследований и поэтому они не являются чем-то постоянным. В связи с развитием сварочной техники, накоплением опыта и результатами лабораторных исследований должны изменяться и правила по сварке. На основании имеющегося опыта, нашего и заграничного, а также в соответствии с постановлениями по сварке иностранных учреждений, в настоящее время можно производить следующие сварочные работы в котельных конструкциях при соблюдении нижепоименованных условий.

К производству сварочных работ при постройке и ремонте котлов могут быть допущены лишь опытные и надежные сварщики, имеющие удостоверения о соответствующей квалификации согласно положению, утвержденному НКТ СССР.

Сварщики должны хорошо знать сварочную установку, уметь устанавливать сварочный режим пламени горелки или вольтовой дуги и уметь подбирать сварочные прутки и электроды в зависимости от диаметра сварочных прутков и толщины свариваемых частей.

Сварщик должен быть знаком с конструкцией котлов и назначением их частей. Он должен представлять себе весь технологический процесс предстоящей работы и не полагаться на случайность.

Все работы должны выполняться под наблюдением и контролем технически сведущих лиц. Для того чтобы такой контроль не был формальным, мастера, заведывающие мастерскими, должны обладать достаточными знаниями для оценки, правильно ли произведена и производится сварка.

Наблюдения показывают, что рабочий-сварщик забывает преподаанные ему правила, если никто ему о них не напоминает.

При сварке необходимо строго следить за соблюдением всех требований техники безопасности.

Для газовой сварки эти правила таковы:

- 1) не применять ацетиленовых генераторов кустарного изготовления;
- 2) не применять шлангов с дырами или заплатами;
- 3) не ставить баллонов с кислородом или ацетиленом внутрь котла или на подмостках;
- 4) не производить разрезку листов над баллонами с кислородом или ацетиленом;
- 5) не употреблять зажатых рукавиц или перчаток при сварке и резке паровых котлов;
- 6) не применять ацетиленовых баллонов в лежащем положении;
- 7) не держать в карманах спичек, а применять газовые зажигалки, так как они безопаснее спичек;
- 8) при работах по сварке и резке необходимо употреблять специальные цветные очки.

В отношении электросварных работ следует особенно обращать внимание на защиту зрения и лица от влияния ультра-фиолетовых (химических) и инфра-красных (тепловых) лучей применением соответствующих ручных щитов и головных шлемов с цветными стеклами: надлежащей окраски.

Более подробные данные по технике безопасности при сварке изложены в постановлении НКТ СССР от 17 марта 1930 г. № 16 под названием: «Временные правила безопасности при производстве автогенных работ при применении автогенной сварки при ремонте и постройке паровых котлов, пароприемников и других аппаратов, работающих под давлением выше атмосферного».

Вторым существенным условием получения удовлетворительных сварных швов является применение сварных прутков (сварочной проволоки и электродов), соответствующих составу котельного железа. В этом отношении надо иметь в виду следующие технические указания:

1. Металлические электроды и проволоки для газовой сварки должны удовлетворять требованиям ОСТ'а 2407 и 28.3.

2. Металл электродов и сварочной проволоки должен быть однообразного состава по всей длине стержня, без включения окислов газовых пузырей, расслоений и плен, и кроме того поверхность его по всей длине должна быть свободной от ржавчины, масла и грязи.

3. Для ответственных котельных частей необходимо применять электроды марок I и II по ОСТ'у 2407 в зависимости от химического свариваемого состава свариваемого материала.

4. В отношении механических качеств и химического анализа электроды и сварочная проволока должны быть проверены до начала сварочных работ. С этой целью представителям органов наблюдения или надзора должна быть предоставлена возможность удостовериться на месте изготовления проволоки или на месте применения ее в том, что требования относительно качества и состава электродов и сварочной проволоки выполнены. Механические качества определяются путем испытания наплавов и сварных образцов.

5. Электродный металл может покрываться специальной обмазкой по поверхности электродов, и тогда электроды получают наименование «покрытых», в отличие от электродов с поверхностью, не покрытой обмазкой, и называемых «голыми», или «непокрытыми».

6. При работах на постоянном токе можно применять «голые», или «непокрытые» электроды, за исключением нижеследующих случаев, где требуется повышенная вязкость шва: а) при выполнении сварки в вертикальном положении, б) при выполнении потолочных сварок, в) при сварочных работах и изделиях, где имеют место магнитные влияния вольтовой дуги в процессе горения, как например при заварке отверстий.

7. Во всех случаях работ на переменном токе применяются только «покрытые» электроды.

8. Обмазка, служащая для покрытия металла электрода должна быть: а) стабилизатором дуги, б) совершенно исключать разбрызгивание электродного металла, в) не усиливать легкоплавкости электрода и не служить причиной переноса электродного металла в дуге большими каплями, г) вещество обмазки, в случае вкрапления его в сварной шов, по своим физическим свойствам должно вытесняться основным расплавленным металлом и не должно влиять на ухудшение его механических качеств, д) шлак от применяемой обмазки должен иметь коэффициент расширения больше, чем основной металл, и легко отделяться от поверхности наплавки путем съемки его металлической щеткой, е) обмазка не должна быть гигроскопической, ж) обмазка

должна покрывать электрод равномерным слоем и не должна отваливаться при изгибании электрода длиной в 200 мм на прямой угол (такое испытание на изгиб производится после погружения электрода в воду и обсушивания), а) изготовление покрышек электродов должно быть наиболее простым, скорым и дешевым.

9. Покрытые электроды должны сохраняться в сухом месте.

10. Рекомендуется испытывать образцы металлических электродов и сварочной проволоки (сварочные прутки) на свариваемость, а не судить о пригодности той или иной партии только на основании химического анализа.

11. Электродный материал должен испытываться без обмазки, путем наплавки на листы котельного железа толщиной не менее 15 мм при установившихся нормальных режимах тока.

12. Рекомендуется производить испытания электродов на постоянном токе при полярностях: предмет плюс (+), а электрод минус (—).

13. При испытании вольтовой дугой нормальная электродная проволока должна обнаружить следующие качества: а) при плавлении электрод должен издавать легкий, чистый и равномерный треск, б) электродный металл должен проходить через дугу в сварной шов равномерным потоком мельчайших капель, признаком чего служит металлический налет вне шва; в) плавление электрода, сопровождающееся резким, неравномерным треском, сильным разбрызгиванием и большими каплями, служит признаком плохого качества электродного металла, г) при плавлении электрода не должно быть хлопковидных ступков дыма от испаряющегося электрода, д) норма разбрызгивания и испарения для хороших электродов не должна превышать 9% веса расплавленного электродного материала; е) центральная часть электрода должна обнаруживать большую легкоплавкость, нежели слой наружной поверхности (плавление электрода должно идти с образованием кратера в центральной части); ж) образовавшаяся в конце электрода капля после перерыва дуги не должна иметь пустот; з) получение хороших, потолочных сварок — верный признак доброкачественности электрода.

14. Хорошая сварочная проволока для газовой сварки должна иметь следующие качества: а) не должна давать вскипания на концах во время работы; б) при плавлении должна давать маслянисто-текучий металл, в) не должна давать кашеобразного плавления; г) должна давать тусклую, не разбрызгивающуюся, небольших размеров искру (сильное искрение с энергично рассыпающимися искрами — признак плохого качества проволоки); д) расплавленный металл сварочной проволоки не должен быть настолько жидким, чтобы мог расплываться поверх нерасплавленного основного металла; е) в момент вывода из пламени конца проволоки не должно быть кипения с сильным искрением; ж) застывшая капля должна соответствовать пленке поверхностного натяжения, она не должна содержать пузырей и из-под пленки не должно проглядывать кристаллов застывшего металла; з) при плавлении не должно образоваться наружной корки и пленок; и) нагретый до яркокрасного каления сварочный прут при быстрых изгибах (4 — 5 раз) не должен сломаться или дать трещин; к) кусок проволоки, нагретый до температуры светлокрасного каления и быстро охлажденный в воде около 25°, должен изгибаться в месте нагрева на

180° без трещин, в изломе не должен обнаруживать крупнозернистости; л) если на конце проволоки оставить застывшую каплю расплавленного металла и проковать ее в холодном состоянии, то при расплющивании до 50% ее первоначальной толщины она не должна обнаруживать хрупкости или трещин; м) температура плавления проволоки должна соответствовать температуре основного металла.

15. В случае доброкачественной проволоки никакой обмазки для раскисления и защиты не требуется.

16. В случае загрязнения основного металла допускается употребление сварочной проволоки, смоченной слабым раствором жидкого стекла.

17. Диаметр сварочных прутков берется в зависимости от толщины свариваемых листов; при толщине листа 8—30 мм диаметр берется равным при газовой сварке 5—8 мм, при электросварке 4—6 мм.

18. Расход ацетилена в среднем считается при V-образном шве 100 литров в 1 час на каждый миллиметр толщины листа, а при X-образном шве расход может быть уменьшен на 25—30%.

19. Для покрытых электродов сила тока в среднем составляет 8 — 9 А/мм², для электродов диаметром в 4 мм.

Для определения силы тока франц. инженер Лебрен (Lebrin) дает формулу:

$$I = \left(4,1 - \frac{D}{10} \right) \cdot (D^2 + 4D),$$

где D — диаметр электрода в мм.

ГЛАВА ТРЕТЬЯ.

СВАРОЧНЫЕ РАБОТЫ В КОТЕЛЬНЫХ КОНСТРУКЦИЯХ.

1. Заварка трещин в огневых частях, корпусах и днищах котлов. По месту расположения трещины могут быть: а) от кромки листа до заклепки, б) от кромки листа через заклепку, в) от кромки до линии центров заклепок и г) от заклепки к заклепке (рис. 24).

При заварке трещины необходимо точно определить ее размеры и, если она переходит за заклепку, то на концах ее засверлить сквозные отверстия диаметром 5—6 мм, после чего произвести вырубание канавки по всей длине трещины с раскрытием угла по возможности навстречу давлению. При прохождении трещины через заклепку последняя предварительно должна быть удалена. Разделка канавки на месте трещины может производиться как ручными и пневматическими зубилами, так и кислородным резаком, причем в последнем случае края канавки перед заваркой предварительно зачищаются напильниками или зубилом. При заварке разделанных трещин газовым способом обязательно производится проковка при светлокрасном калении.

Усиление сварочного шва в огневых частях котла, если это является необходимым, рекомендуется вести со стороны огня. Для предупреждения набегания кромок при заварке трещин длиной более 250 мм рекомендуется в середину трещины вгонять небольшой клин из котельного железа и вести заварку от концов трещины к середине, после чего клин выбивается или расплавляется.

Заклепочные отверстия, через которые проходят трещины, завариваются полностью одновременно с трещиной и по окончании заварки восстанавливаются путем рассверловки; отверстия для труб в труб-

решетках в этих случаях могут завариваться неполностью, при завариваемых краях предварительно срубаются с наклоном в 40° к оси отверстий.

Если трещина не переходит за заклепку (рис. 23а), то ее можно заварить газовым способом с выемкой заклепки и соседних с ней по крайней мере на протяжении до 150 мм в обе стороны от шва, так как оставление заклепок вызвало бы расстройство шва. При ремонте дуговой электросваркой можно ограничиться сменой одной заклепки, к которой идет трещина.

То же самое относится к трещине, идущей от кромки до центральной линии заклепок (рис. 24б). В случае затруднительности смены заклепки допускается разделка сварочной канавки от кромки до стержня заклепки и заварка трещины электрическим способом обваркой головки заклепки.

Более сложным является ремонт трещин, переходящих за заклепку в глубь листа (рис. 24в). В некоторых правилах, например в Американских (Board of Supervising Inspectors 1926 г.) и Регистре СССР 1929 г. нормированы длины трещин, которые могут быть отремонтированы заваркой. Так заварка трещин допускается в жаровых трубах (гладких и волнистых) только длиной по образующей и окружности размером до 500 мм. При всех заварках надо учитывать, как работает подлежащая ремонту часть во время эксплуатации котла.

Заварка трещин, идущих от заклепки к заклепке, не допускается, так как в этом случае заварка будет подвергаться растягивающим усилиям (рис. 24г).

В корпусе котла, подверженном напряжениям на растяжение и изгиб, заварка трещин, переходящих за заклепочный шов в глубь листов, не допускается.

Так как жаровые трубы, подвергаясь внешнему давлению во время работы котла, испытывают вдоль оси напряжение на растяжение, а поперек — на сжатие, то при ремонте жаровых труб рекомендуется избегать поперечных сварных швов, подвергающихся растягивающим усилиям.

Во всяком случае заварка поперечных трещин в жаровых трубах, если и разрешается, то ее надо считать временной мерой, не обеспечивающей длительной работы котла.

Это особенно касается заварок трещин в гладких трубах. В волнистых же жаровых трубах поперечные заварки вызывают меньше опасения, так как возникающие напряжения на растяжение по оси жаровой трубы в значительной степени поглощаются волнами трубы.

Заварки трещин в плоских задних стенках огневых камер, иногда идущих между связями, требуют особой осторожности, чтобы во время сварки или по окончании ее не вызвать дальнейшего развития трещин в соседних со сваркой местах. Задняя стенка всегда находится под напряжением, поэтому при значительных ремонтах сначала следует ослабить эти напряжения путем удаления части заклепок и коротких связей (рис. 25 и 26).

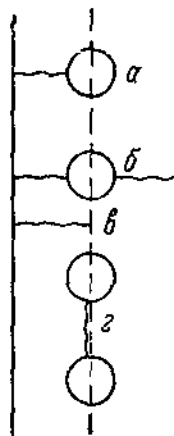


Рис. 24. Трещины в заклепочном шве.

При неосторожном обращении с задней стенкой от ударов при проковке, во время ремонта стенка может внезапно разорваться, иногда по всей длине.



Рис. 25. Подготовка и заварке трещины длиной до 1100 мм в задней стенке огневой камеры парового котла.

Американскими правилами заварка трещин в плоских стенках огневой камеры допускается только длиной не более 760 мм.

2. Заварка трещин в потолках огневых камер. Так как при упуске воды потолок может получить деформации, а электросварочный шов вследствие хрупкости может разорваться, и катастрофа будет неизбежной, то в потолочных частях предпочтительно производить

работу газовым способом. Вообще в огневых камерах, находящихся от потолка на расстоянии менее 300 мм, швы должны свариваться газовым способом.

3. Заварка трещин в труборешетках. Ремонт трещин в мостиках или перемычках (труборешетках) требует осторожного применения сварки, чтобы не вызвать перегрева промежутков между трубами, имеющих обыкновенно ширину около 15—30 мм, т. е. в пределах от 0,35 d до 0,40 d , где d — внутренний диаметр трубок. Предпочтительно заварку промежутков между трубками вести электросваркой, как вызывающей незначительные термические напряжения.



Рис. 26. Электрически заваренная трещина длиной 1100 мм в задней стенке парового котла. Котел после заварки работает беспрерывно с 1923 г.

Правила французского сварочного общества запрещают заваривать трещины в труборешетках, если они составляют замкнутый многоугольник. У нас в подобных случаях допускается ремонт путем вварки заплаты.

При заварке трещин в мостиках лучше всего вынуть трубку из поврежденного отверстия, а также две смежные с ним трубки, затем скосить кромки трещины и нагреть два смежных мостика, параллельных лопнувшему, чтобы вызвать расширение кромок до сварки. После этого нужно заварить мостик (перемычку) как можно скорее.

4. Вварка заплата. Как нашими, так и заграничными правилами допускается вварка заплата в жаровых трубах, трубо решетках, днищах и стенках огневых камер.

Вварка заплата производится взамен удаленных частей листов, поврежденных трещинами, разъединениями или деформациями.

При вварке заплата в жаровых трубах могут быть следующие случаи (рис. 27).

1. Поставить заплату со сварными швами: двумя продольными и двумя поперечными.

2. Поставить заплату с двумя сварными продольными швами, одним сварным поперечным и одним поперечным заклепочным (поперечный заклепочный шов обычно находится в соединении жаровой трубы с трубо решеткой или с днищем котла).

3. Вварить часть звена с одним поперечным сварным швом.

4. Вварить часть заплата во всю длину звена, прикрепляемую с обоих концов к загибам днища или трубо решетки и имеющую два продольных сварных шва.

1-й случай. При вварке надо обратить внимание на то, что придется иметь дело с двумя поперечными швами AC и BD , работающими на растяжение.

Жаровые трубы испытывают растягивающие напряжения вдоль оси.

Если расклепать один конец жаровой трубы, например передний шов в соединении трубы с передним днищем котла, то замечается отход заклепочных дыр трубы от соответствующих дыр днища, и для постановки заклепок после ремонта придется подваривать и рассверливать отверстия трубы, чтобы достигнуть совпадения их с дырами днища.

Если при вварке заплата не сделать предварительной расклепки одного из поперечных швов жаровой трубы, то могут произойти разрывы поперечных сварных швов.

Продольные сварные швы AB и CD , как подвергающиеся сжатию, не вызывают опасения. Для ослабления напряжений в поперечных сварных швах надо так расположить заплату, чтобы стороны ее находились под углом 45° к оси трубы ($A'B'C'D'$ на рис. 27).

2-й случай. Постановка заплата со сварными швами: двумя продольными и одним заклепочным швом в соединении жаровой трубы с днищем или трубо решеткой представляет более благоприятные условия для ремонта, нежели в первом случае ($EFGH$ на рис. 27). Такие заварки имеются как в нашей, так и в заграничной практике.

Вварка таких заплата у нас чаще всего производилась в соединении

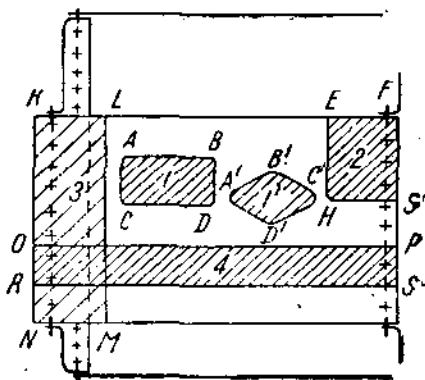


Рис. 27. Вварка заплата в жаровых трубах.

жаровой трубы с задней труборешеткой. Имеются сварные швы длиной по оси трубы до 1100 мм, а поперечные на протяжении до 50% окружности.

3-й случай. Вварка части звена с одним поперечным сварным и одним поперечным заклепочным (*KLMN* на рис. 27) вызывает ряд практических неудобств (иногда нужна расклепка переднего днища), потому такой способ у нас редко применяется.

Одно из преимуществ этого способа — устранение сварных продольных швов и оставление только одного поперечного сварного шва.

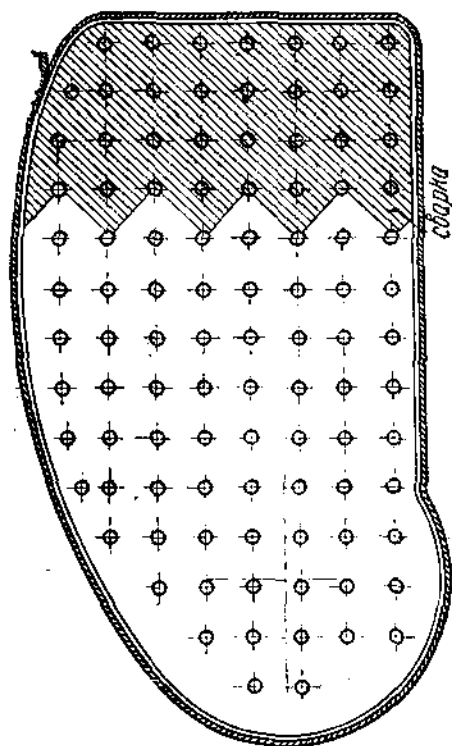


Рис. 28. Вварка заплаты в заднюю стенку огневой камеры.

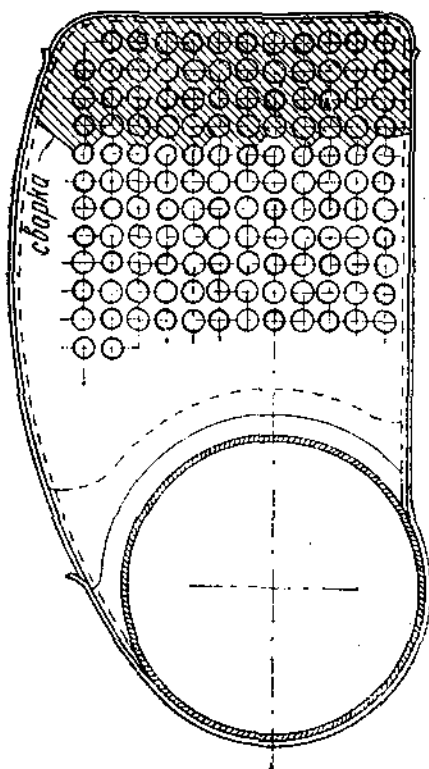


Рис. 29. Вварка заплат в труборешетку.

4-й случай. При вварке заплат во всю длину жаровой трубы (*OPRS* на рис. 27) приходится иметь дело только с двумя продольными сварными (*OP* и *RS*) швами, работающими на сжатие, и двумя заклепочными крайними поперечными швами (*OR* и *PS*) в соединениях с днищами или труборешетками. Отсутствие поперечных сварных швов в этом ремонте дает большую гарантию надежности, поэтому такой способ является наиболее рациональным, в особенности при удалении больших участков звеньев с выпучинами или трещинами. В правилах как наших, так и заграничных не дается норм размеров заплат в жаровых трубах.

Французская инструкция (*Bureau Veritas* 1925 г.) рекомендует ста-

нить заплату во всю длину, шириной не менее 400 мм с приклепкой с двух концов (с передней и задней днищем или задней труборешеткой). Ширина обуславливается очевидно требованием удобства выполнения ремонта.

Вварка заплат в частях, укрепленных связями или другими какими-либо способами, допускается по Американским правилам 1926 г. размером до 600 × 760 мм (24" × 30").

Размеры заплат в стенах огневой камеры правилами Бюро Веритас определяются в зависимости от диаметра топки, через которую их придется протолкнуть. При этом принимается за правило, насколько возможно, чтобы три стороны заплаты были приклепаны. Отступление от этого правила допускается только в исключительных случаях по согласованию с органами котлонадзора (рис. 28).

Вварка заплат в трубных досках допускается, как в стенках, укрепленных связями в виде простынь и связанных трубок. Новая часть заплаты должна быть так поставлена, чтобы сварка производилась по наибольшим расстояниям от отверстия к отверстию или пилообразным швом (рис. 29). При вварке заплат желательно, чтобы хотя одна сторона ее была приклепана.

5. Вварка заплат в потолках огневых камер. Ввиду возможности появления деформаций в потолочных листах из-за усадки воды вварка таких заплат предпочтительна ацетилено-кислородным способом. При этом наиболее безопасной является заплата из двух кусков, соединенных поперечным сварным швом и приклепанная к стенкам огневой камеры (рис. 30, вверху), или же из одного куска с двумя сварными швами в местах соединения потолка с шинельным листом и двумя заклепочными швами в соединениях с задней труборешеткой и задней стенкой огневой камеры (рис 30, внизу).

6. Вварка заплат в бочках котла. Вварка заплат в корпус котла допускается только вблизи заклепочного шва (рис. 31 и 32) при условии, что один край заплаты будет приклепан и ширина заплаты будет не более 300 мм. Если ширина заплаты более 300 мм, то следует сварные швы усиливать короткими накладками (рис. 33).

7. Вварка заплат в днищах котла. Этот способ применяется в том случае, если на днище имеются большие разъемы или трещины.

Разъемы, вызывающие утонение металла ниже допускаемых пределов, обыкновенно происходят в загибе днища. Более надежным способом вварка заплат считается в том случае, когда часть заплаты

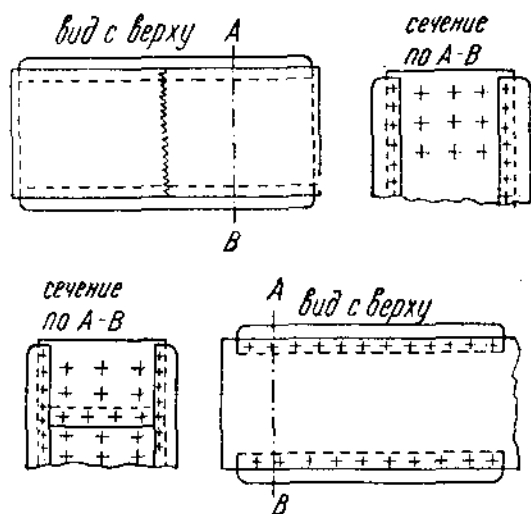


Рис. 30. Вварка заплат в потолке огневой камеры.

будет зафланцована и приклепана к корпусу котла, как показано на рис. 34.

При сварке заплат в плоских стенках надо принять меры, чтобы ослабить термические напряжения, например путем отгиба краев стенки

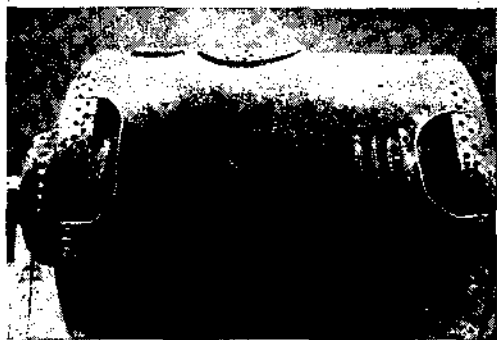


Рис. 31. Подготовка корпуса судового котла к сварке заплат.

или придания заплате перед сваркой небольшой выпуклости до 12—25 мм высоты и сделать отфланцовку заплат на ширину 25 мм.

Если в участок заплаты попадают связи, то рекомендуется расположить их по сварному шву или вблизи сварного шва. Таким расположением будет устранена возможность работы сварки на изгиб (рис. 35).

Заплаты следует делать не с острыми углами, а с закругленными с возможно большим радиусом. Острые

углы могут вызвать появление трещин в местах сварок.

При сварке заплат почти во всех случаях опытный сварщик должен суметь найти способы предупредить последствия расширения и усадки наплавленного металла.

Так при постановке заплат в стыках в отливной коробке шинельного или лобового листа, котельщик должен сделать вдоль самой линии сварного шва извилину глубиной в 12—20 мм. Это не только придает гибкость сварному шву и смежным частям, но и дает возможность в будущем вторично сварить поврежденные части, не вынимая ни одного распорного болта, а пользуясь этой извилиной.

8. Заварка разъедин. При наварке изношенных кромок листов клепаного шва необходимо тщательно очистить от накипи и ржавчины навариваемые кромки и самую наварку вести обязательно с тщательной проковкой, не допуская приварки ниже лежащего листа к ремонтируемому. По окончании наварки все заклепки шва и связи, находившиеся на протяжении наварки, должны быть заменены новыми. Разработанные отверстия в трубных досках или в стенках огневых камер могут завариваться полностью или не полностью, так чтобы можно было получить чистые стечки вновь высверленного отверстия.



Рис. 32. Тот же котел, что на рис. 31, после приварки заплат электрическим способом. Для усиления слабых мест в цилиндрической части был нанесен новый материал. Котел работает беспрерывно с 1926 г.

Перед наплавкой разъедин необходимо произвести тщательную очистку подлежащей наварке поверхности от накипи и ржавчины путем подрубки или металлическими щетками.

При газовой сварке наплавки должны вестись с проковкой, причем с обратной стороны должна быть устроена твердая опора подлежащей наварке части для восприятия ударов молотка. При значительных размерах подлежащих наплавке поверхностей, во избежание больших термических напряжений, необходимо наплавку вести отдельными участками, удаленными друг от друга.

Заварка разъедин допускается: а) в кромках швов, б) вблизи люков и лазов, в) на поверхности огневых частей, г) на днищах, д) на поверхности корпуса котла.

Заварка разъедин вблизи кромок листа обыкновенно допускается в том случае, если остающаяся часть кромки листа до отверстия заклепки имеет ширину не менее 0,25 диаметра заклепки.

Для наварки разъединенных кромок может быть допущена газовая и дуговая сварка; но в том случае, если кромки будут подвергаться чеканке, следует применять наварку газовым способом. Электросварка предпочтительнее перед газовой, так как она не вызывает перегрева в соседних листах и часто не требует удаления заклепок. Однако опытный сварщик может достигнуть хороших результатов и ацетилено-кислородным способом.

Наварка разъединенных кромок люков и лазов допускается некоторыми правилами с ограничением, например требуется, чтобы ширина наплавляемой кромки не превосходила 50 мм, считая от начала первоначальной кромки отверстия, а остающаяся толщина листа была не менее 50% первоначальной.

По правилам Французской сварочной ассоциации заплата разъедин допускается вообще при уменьшении первоначальной толщины листа до 25%, а в частях, подкрепленных связями, до 40%. Более подробно о таких заварках говорится в правилах по сварке Регистра 1929 г. и НКТ СССР 1930 г.

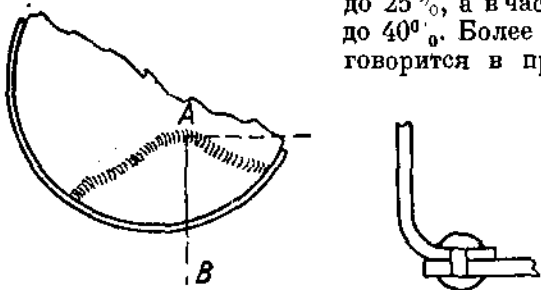


Рис. 34. Вварка заплаты в заднее днище котла.

Если разъедины имеются в листах, подвергающихся растягивающим или изгибающим напряжениям (бочка котла, днища), то заплата разъедин допускается при условии, что остающаяся толщина листа не менее 70% первоначальной и площадь разъедин не превосходит 1300 см².

Небольшие местные разъедины, протяжением менее 40 мм, разрешается заваривать при всякой глубине при условии, чтобы такие

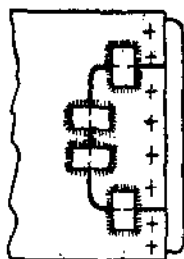


Рис. 33. Вваренная в корпус котла заплата приклепана с одной стороны. Сварной шов усилен короткими накладками.

Так наплавка разъедин на поверхности частей, укрепленных каким-либо способом, допускается в том случае, если остающаяся толщина не менее 60% первоначальной и наплавляемая площадь разъедин не превосходит 2600 см².

заварки приходились на отдельных участках и не образовывали бы сплошного шва.

9. Сварка дымогарных труб. Наварка концов стальных дымогарных труб, за исключением связанных труб, может быть допущена как газовым, так и электрическим способом, но такая наварка запрещается для труб водогрейных и паровых. Можно однако в виде исключения, допустить наварку концов паровых труб наружным диаметром менее 40 мм.

При применении ацетилено-кислородной сварки лучше всего трубки класть в угловое железо и сваривать их по окружности, стараясь не оставлять наплывов (грата) на внутренней стороне (щетка для чистки

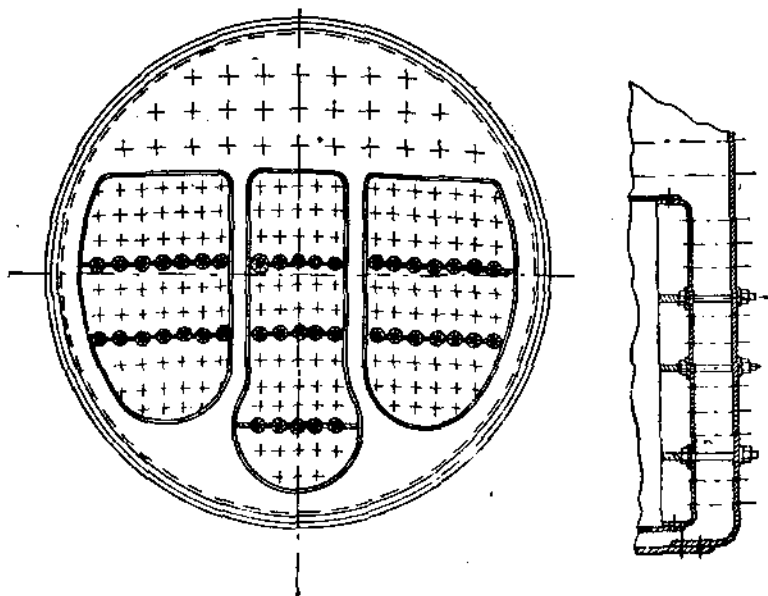


Рис. 35. Вварка заплата в задних стенках огневых камер.

труб должна свободно проходить). До постановки на место трубки с наваренными концами должны быть испытаны наливом керосина или подвергнуты гидравлическому испытанию на двойное рабочее давление в котле.

Ацетилено-кислородная приварка трубок к решетке обходится дорого и требует большой осторожности. В этом случае практичнее и дешевле применять электросварку металлическими электродами. При этом наплавленный металл служит только для уплотнения, т. е. средством для предупреждения течи трубок, поэтому достаточно нанести один слой. Слишком толстые накладки могут вызвать перегрев и трещины в заварках.

До заварки трубки очищаются пескоструйным аппаратом или стальной щеткой. При этой работе следует обратить особое внимание на текучесть электродного металла и приварку каждой трубки начинать снизу, постепенно доводя ее до верхней точки. Приварку надо вести так, чтобы не пережечь тонких стенок трубок. Если трубка в месте

сварки дала течь, то следует удалить весь металл старой наплавки, плотно вставить трубку в решетку, очистить ее пескоструйным аппаратом и вторично приварить, а затем вторично развальцовывать.

10. Наварка разработанных гнезд для простых и связанных дымогарных трубок в труборешетках. Наварка гнезд для коротких связей в стенках огневой камеры. Необходимость решения вопроса о допустимости такой наварки вызвана тем обстоятельством, что часто наблюдаются разрывы в этих частях. Ремонт путем увеличения диаметра гнезд с постановкой трубок большого диаметра, при незначительности промежутков между отверстиями трубок, может повлечь разрыв промежутков. Наварка разработанных дыр упрощает дело.

Для выяснения прочности нарезки по наварке в разработанных отверстиях труборешеток и стенок огневых камер Ленинградское бюро Регистра в 1927 г. произвело испытания над 34 комплектами труб и связей.

Каждый комплект состоял из трубки или связи с гайками или гнездами на концах на резьбе (рис. 36).

Диаметр трубы: внешний 51 мм, внутренний 43 мм.

Резьба: 11 ниток на 1 дюйм.

Диаметр связи: наружный 31,75 мм, внутренний 27,10 мм.

Резьба: 7 ниток на 1 дюйм.

Толщина гайки: 18 мм.

Обработка всех образцов, за исключением группы II (см. таблицу), произведена мастерскими Гос. сев. зап. речного пароходства.

Механические испытания, произведенные в Горно-металлургической лаборатории, дали следующие результаты.

Примечание. При ацетилено-кислородной сварке наибольшую прочность в $41,6 \text{ кг/мм}^2$ дали образцы, сваренные на зав. «Красный Автоген» (наваренная резьба в гнездах гаек), наименьшая прочность ($28,8 \text{ кг/мм}^2$) оказалась у комплектов трубок со сварными швами, изготовленных мастерскими СЗРГоспароходства.

Таким образом как газовая, так и электрическая сварка дают наваренную нарезку в гнездах дымогарных трубок и связей не меньшей прочности, чем нарезка по целому металлу. Наварка концов дымогарных трубок электрической дугой дает меньшую прочность, нежели газовым способом.

Если имеются отверстия для связей (гнезда) с несколькими лучевыми трещинами, то для исправления дефектов иногда производят вварку отдельных дисков диаметром около 80 мм. Наварка же и при варке связей не допускаются, так как связи работают на растяжение.

11. Вырезка заклепок и распорных болтов. Ацетилено-кислородная вырезка заклепок из огневой коробки обходится дешевле, чем механическая. Если головки с обеих сторон потайные, то следует направлять подогревательное пламя в центр заклепки, пока она не начнет плавиться. Тогда нужно продуть дыру струей сжатого воздуха. В это время вся заклепка будет темнокрасной, между тем как лист вокруг заклепки останется черным. Эта разница цветов даст сварщику воз-

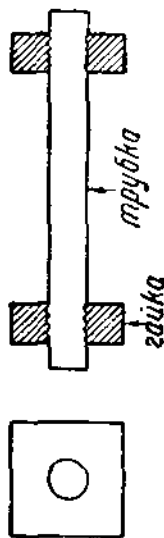


Рис. 36. Комплект из связи с гайками.

Таблица VIII.

Механические испытания сварок.

Среднее временное сопротивление в кг/мм².

Название комплектов	Число комплектов	Целье	Газовая сварка	Электросварка	Примечание	Выводы
А. ДЛЯ ТРУБОК.						
I. Целые трубы . .	3	42,6	—	—	Разрыв по трубке	
II. Резьба по наварке в гнездах . . .	3	—	42,0	41,6	Разрыв трубы по нарезке.	Наваренная резьба в гнездах трубной доски прочнее наваренной резьбы цельной трубы.
III. С резьбой по наварке на концах трубок	3	—	40,0	39,8	Разрыв по середине целой трубки.	Наваренная резьба на трубках сильнее сечения цельной трубки.
IV. С резьбой по наварке на концах трубок и со сваркой по середине .	3	—	28,8	27,3	Разрыв по сварному шву трубки	Сварной шов трубок слабее наваренной резьбы на концах трубок.
V. Со сваркой по середине трубки .	3	—	35,2	—	Разрыв трубки по нарезке	Сварной шов трубки сильнее наваренной нарезки цельной трубки, т.е. наваренная резьба сильнее нарезки цельной трубки.
В. ДЛЯ СВЯЗЕЙ.						
I. Без наварки . . .	2	36,4	—	—		
II. С резьбой по наварке в гайках .	4	—	33,2	35,0	Разрыв по целому сечению связи	Наваренная резьба в гнездах сильнее целого сечения связи.

можно выжечь всю заклепку, поворачивая сопло вокруг центра, пока весь расплавленный металл не выдуется. Таким образом в листе остается круглая чистая дыра. Если головки круглые, то следует сначала срезать их, а затем вырезать внутреннюю часть заклепок, как выше указано. На рис. 37 показано, как следует держать горелку при начале срезывания головок.

Старые распорные болты можно вырезать ацетилено-кислородным способом скорее и дешевле, чем механическим. На рис. 33 показаны четыре последовательных манипуляции при вырезке таких распорных болтов, и это, как видно, служит большим подспорьем в котельных работах.

Взамен вырезанных старых болтов ставятся новые на резьбе в обоих листах. Длина болтов берется вообще больше чем нужно, поэтому при-

ходится подрезать концы болтов раньше, чем расклепать их. Дешевле отрезать концы болтов ацетилено-кислородным способом, тем более что при этом не ослабляется резьба, как это бывает при укорачивании их механическим способом. Но такая работа должна быть поручена опытному резчику, чтобы не вызвать перегрева или пережога связи.

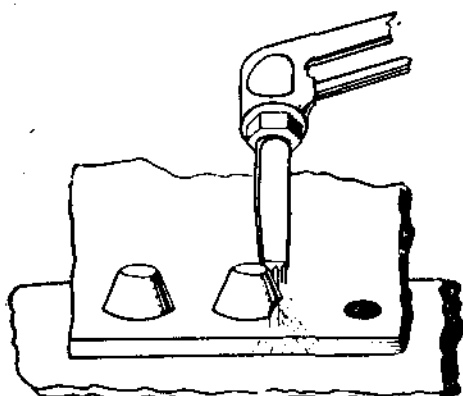


Рис. 37. Как следует держать горелку при начале срезания заклепки.

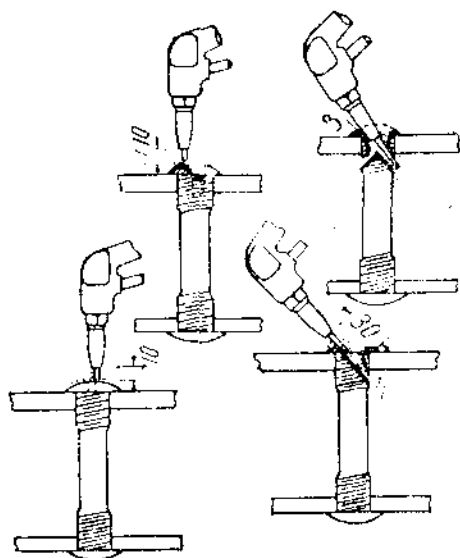


Рис. 38. Вырезка распорных болтов.

12. Сварка при постройке новых котлов. В настоящее время сварка перестала служить только целям ремонта, она становится самостоятельным производственным процессом в котлостроении.

У нас допускается сварка стыковых концов звеньев барабанов до постановки накладок на протяжении до 300 мм. Это значительно облегчает сборку котла. Сварка должна выполняться способом Славянова квалифицированными сварщиками, так как неудовлетворительная сварка не достигнет своей цели и даст в месте заварок при пригонке днищ разрывы.

Довольно значительную экономию в скорости и расходе рабочей силы дает сваривание продольных швов в жаровых трубах. Предварительным опытом в 1923 г. на Металлическом

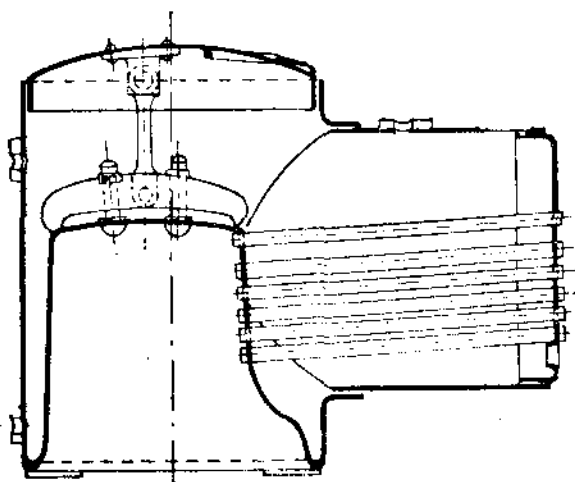


Рис. 39. Соединение посредством сварки огневой камеры с бочкой котла.

заводе посредством сплющивания звеньев жаровых труб, сваренных ацетилено-кислородом, было установлено, что такой способ дает удовлетворительные результаты относительно прочности. На наших паровых судах, имеется несколько сот сварных звеньев жаровых труб и с 1924—1925 г. все работают без изъянов.

Но приварку воротника к жаровой трубе для возможности соединения ее с задней труборешеткой надо признать недопустимой, так как в нашей практике насчитывается 10 случаев появления трещин в таких приваренных воротниках, вызвавших замену жаровых труб новыми.

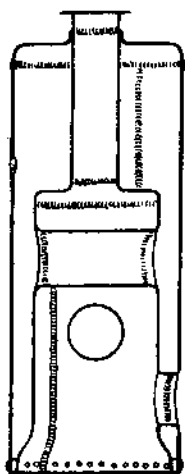


Рис. 40. Вертикальный паровой котел, изготовленный посредством автогенной сварки.

В эксплуатации имеются сварные вспомогательные котлы с небольшой поверхностью нагрева (рис. 39 и 40). Применение коротких накладок позволяет строить барабаны котлов и больших размеров. Однако самым важным в деле развития сварки надо считать возможность определять качество сварных швов без разрушения их.

По данным американской технической литературы в настоящее время в Америке этот вопрос уже разрешен. По заказу Морского министерства САСШ фирмой Бабкок и Вилькокс в 1930 г. были изготовлены электросваркой двадцать четыре паровых котла, установленных на новых крейсерах Minneapolis, New Orleans и Astoria. Эти котлы были приняты после того, как Инженерное бюро морского министерства САСШ при помощи просвечивания x-лучами убедилось в доброкачественности законченных сварных швов. При этом рентгеновские снимки, полученные при исследовании лучами, сравнивались с комплектом стандартных рентгеновских снимков, показывающих различные степени качества сварочного металла, если дефект имел протяжение более $2\frac{1}{2}\%$ толщины котельного листа. В на-

стоящее время Регистром СССР утверждено несколько проектов сварных котлов для речных судов и вспомогательных котлов для морских судов. Начато изготовление опытных сварных стационарных котлов котлотурбиной.

ПРИЛОЖЕНИЕ.

ДЕЙСТВУЮЩИЕ ПРАВИЛА ПО ПРИМЕНЕНИЮ СВАРКИ.

Результаты практики и лабораторных исследований как у нас, так и за границей, легли в основание «Правил по применению газовой и электрической сварки в котельных конструкциях».

Такие правила существуют в различных странах под разными названиями.

У нас в Союзе в 1929 г. изданы Регистром Правила Регистра по применению сварки в судовых котлах (см. приказ НКПС № 1002 от 31 июля 1929 г. и Известия НКТ СССР 1929 г. № 34—25 и изложенные ниже «Правила применения автогенной сварки», утвержденные НКТ СССР 17 марта 1930 г. и опубликованные в Известиях 30 июня 1930 г. № 17—18).

Эти правила относятся к береговым котлам и в основном сходны с правилами применения сварки в судовых котлах.

Обязательное постановление НКТ СССР

(от 17 марта 1930 г. № 116).

Временные правила безопасности при производстве автогенных работ и применении автогенной сварки при ремонте и постройке паровых котлов, пароприемников и других аппаратов, работающих под давлением выше атмосферного (265).

(Изданы на основании ст. 4 постановления СТО от 13 августа 1929 г. о мероприятиях по развитию автогенного дела в СССР — протокол № ³⁰/₄₂₈ п. 13 — приложение), — и в соответствии с разъяснением Управления Делами СНК СССР и СТО от 21 февраля 1930 г. № 540.)

ПРАВИЛА БЕЗОПАСНОСТИ ПРИ ПРОИЗВОДСТВЕ АВТОГЕННЫХ РАБОТ.

1. Общие правила безопасности. Под сварочные мастерские должны вводиться отдельные помещения, достаточно просторные для производимых работ и безопасные в пожарном отношении. Однако мелкие сварочные работы могут производиться в общих мастерских.

Воспрещается доступ посторонних лиц на места, где производится сварка.

2. Температура воздуха в помещениях установок в холодное время года должна быть не ниже плюс 16° Ц и не выше плюс 22° Ц, а в летнее время не должна превышать температуры наружного воздуха в тени.

3. Искусственное освещение в местах производства сварочных работ должно удовлетворять требованиям Временных правил искусственного освещения фабрик, заводов, мастерских и других рабочих и служебных помещений и мест работ (обязательное постановление НКТ СССР от 17 сентября 1928 г. № 545—«Известия НКТ СССР», 1928 г., № 4748).

4. Пол электросварочных мастерских должен быть сделан из неплящущего материала, легко поддающегося очистке.

5. Стекла окон помещения для электросварочных работ должны постоянно держаться в чистоте.

6. К обслуживанию кислородно-ацетиленовых и электросварочных установок могут допускаться лица в возрасте не моложе 20 лет, хорошо знакомые с устройством и действием этих установок, с опасностями, которые они представляют, и с необходимыми мерами предосторожности.

Ученики, проходящие обучение в школах фабзавуча, в школах масовых профессий или в порядке бригадного ученичества, могут обучаться сварочным работам в возрасте не моложе 17 лет.

7. В аппаратных помещениях воспрещаются какие бы то ни было работы, не связанные с прямым назначением этих помещений.

8. При постоянных установках в местах сварки должны быть устроены вытяжные приспособления для удаления газов и паров, выделяющихся при сварке.

9. Сварку тяжелых и громоздких деталей разрешается производить лишь при наличии соответствующих подъемных приспособлений, позволяющих удобно передвигать и поворачивать свариваемые детали.

10. Рабочие, занятые подготовкой деталей к свариванию с предварительным нагреванием, а также с оборудованием и чисткой их до и после сварки, должны быть снабжены предохранительными очками для защиты глаз от засорения.

11. Керосин, бензин и другие легко воспламеняющиеся вещества не допускаются к хранению в сварочной мастерской.

12. Вход посторонних лиц в аппаратное помещение допускается не иначе как с разрешения лица, заведывающего установкой.

13. Предварительное нагревание свариваемых деталей разрешается в сварочном помещении лишь при наличии удовлетворительных вытяжных приспособлений, устроенных над горнами, которые при ацетиленовой сварке должны находиться не ближе 5 м от кислородно-ацетиленовых баллонов и газопроводов.

14. Перед началом работ каждый сварщик обязан удостовериться в исправности всех частей сварочных установок.

15. Подлежащее сварке место должно быть предварительно подвергнуто тщательной очистке.

16. При горячей сварке предварительный нагрев свариваемого предмета должен производиться в отдельном помещении, снабженном вентиляционными приспособлениями для удаления вредных газов и паров.

Допускается устройство печей и других нагревательных приборов в общем помещении электро-сварочной мастерской в том случае, если и другие приборы имеют устройства для полного удаления продуктов сгорания с мест их возникновения.

17. Каждая открываемая сварочная мастерская должна быть зарегистрирована в окружном (или соответствующем ему) органе труда.

Администрация, организующая сварочные работы, обязана подать в этот орган заявление о регистрации работ.

В заявлении должны быть указаны следующие сведения: а) название и адрес предприятия; б) род сварочных работ; в) род металлов, которые будут свариваться; г) род тока, напряжение его, источник получения тока; д) род установки (постоянная, переносная); е) способ сварки и применяемые для нее аппараты; ж) имеют ли сварщики удостоверение о своей квалификации и кто является ответственным руководителем.

18. Каждый сварщик, работающий на ответственных работах, должен иметь удостоверение от комиссии при школе по обучению сварщиков, предоставляющее ему право производства сварочных работ.

Технической инспекции НКТ предоставляется право проверки степени квалификации сварщика и степени усвоения им правил безопасности при сварочных работах.

19. Все электрические установки, предназначенные для сварочных работ, должны удовлетворять требованиям Правил безопасности и Правил устройства для электротехнических устройств сильных токов низкого и высокого напряжения, одобренных IX Всесоюзным электротехническим (1 Всесоюзным энергетическим) съездом (опубликованы в сборнике «Электротехнические правила и нормы», изданном Научно-техническим управлением ВСНХ СССР, 1929 г.).

20. Напряжение на зажимах генераторов или трансформаторов, применяемых для питания электросварочных установок в момент зажигания дуги, не должно превышать 110 вольт для машин по-

стоянного тока и 70 вольт для машин переменного тока. Это правило не распространяется на специальные виды сварок (как например, сварки по методу Лянгмюира), для которых устанавливаются особые правила.

21.¹ К электросварным работам, производимым в условиях ненормального или опасного положения, относятся: а) работа внутри котла в лежащем положении, б) работа внутри сосуда с металлическими стенками, в) работа в нагретых сосудах в условиях, вызывающих обильное выделение пара во время работы.

22. Зажим генератора или трансформатора, от которых идет проводник, соединяющийся со свариваемым предметом, должен быть надежно заземлен. В случае невозможности заземления, должен быть надежно заземлен сам свариваемый предмет. Для присоединения заземляющего провода к свариваемому предмету провод должен быть снабжен специальными зажимами, обеспечивающими надежный контакт со свариваемым предметом.

Сечение заземляющего провода и устройство заземления должны удовлетворять требованиям «Руководящих указаний по устройству заземления и занулений в сетях низкого напряжения» («Электричество», 1929 г. № 3—4).

23. При работе переносными электросварочными установками вне электросварочных помещений и при монтаже их — проводка тока к питающим установку моторгенераторам или трансформаторам должна производиться специальным кабелем с надежной защитой от механических повреждений.

24. Рукоятка держателя электрода должна быть изготовлена из изолирующего огнестойкого материала.

Токоведущие части держателя электрода должны быть надежно защищены (с помощью достаточно прочных защитных покрытий) от возможности случайного к ним прикосновения. Держатель электрода должен быть снабжен приспособлением, позволяющим снимать напряжение с токоведущих частей держателя и электрода при смене последнего.

25. Конструкция держателя электрода должна быть такой, чтобы смена электрода была возможна исключительно при выключенном напряжении.

26. На распределительном щите каждой электросварочной установки должны быть смонтированы контрольные вольтметр и амперметр, расположение которых должно быть удобным для наблюдения.

2. Правила безопасности при электросварке. 27. Расстояние между стационарными машинами, а также подвижными машинами, вырабатывающими ток дуговой сварки, должны составлять не менее 1,5 м.

28. Провода, подводящие ток от машин к распределительному щиту и от него к местам сварки, должны быть надежно изолированы (бронированы) согласно Правилам, указанным в ст. 19, и должны быть защищены от действия высокой температуры и механических повреждений.

29. Прежде чем включить ток в провода, ведущие его к электродам, должно быть сделано и не должно сниматься во все время работы заземле-

¹ Ст. 20 и 21 изложены в редакции постановления НКТ СССР от 20/IX—31 г. № 256 М. Г.

ние всех металлических частей электросварочной установки. Обязательному заземлению подлежат: рамы сварочного моторгенератора, пусковых выключателей и т. п.

Заземление подвижной установки делается с помощью укрепленного на раме моторгенератора специального зажима, к которому и присоединяется гибкий заземляющий провод.

Стационарные сварочные машины должны иметь постоянные заземляющие приспособления.

30. Электрическая сварочная установка может эксплуатироваться лишь при условии, если имеются все соответствующие приборы: измерительные приборы, пусковые и регулирующие реостаты, автоматические выключатели и пр.

31. При установке должны иметься схема и инструкция, объясняющая точно назначение каждого прибора и действие его.

32. Сварочная машина, подобно всякому электрическому оборудованию, должна постоянно находиться под наблюдением сведущих лиц.

Установка и ремонт этой машины могут производиться только электромеханиками.

33. Каждый рабочий, занятый непосредственно сваркой при помощи вольтовой дуги, или помогающий ему, должны работать не иначе, как закрывая лицо специальным щитком или маской со вставленными в них цветными стеклами.

Щиты, в которых вставлены защитные стекла, должны иметь такую форму, чтобы защищать все лицо. Защитные стекла должны представлять собою сочетание красного стекла с зеленым.

34. Места сварочных работ должны быть отгорожены перегородками или переносными ширмами, которые с внутренней стороны должны быть окрашены в черный цвет для поглощения лучей вольтовой дуги (для этой цели желательна также окраска стен помещения сварочной в матовый черный цвет).

На перегородках и ширмах с внешней стороны должны быть сделаны надписи: «Не смотри на пламя».

35. Каждому сварщику и обучающемуся должно быть разъяснено вредное влияние ультрафиолетовых и инфракрасных лучей вольтовой дуги на зрение и кожу тела.

36. В мастерской должны быть вывешены предупредительные плакаты, объясняющие опасность вольтовой дуги для незащищенных глаз и человеческой кожи.

37. При всяком появлении боли в глазах у лиц, занятых или присутствующих при электросварке, необходимо немедленно обращаться к врачу.

Постановлением НКТ СССР от 20/IX — 32 г. № 256 статья 38 правил изложена в такой редакции:

38. Сварщик при работе вольтовой дугой должен надевать спецодежду установленную нормами НКТ СССР. (См. известия НКТ СССР № 22 за 1931 г.)

38. Сварщик при работе с вольтовой дугой должен надевать кожаный или асбестовый фартук, рукавицы с наручниками и галоши с крагами.

39. Для защиты цветного стекла от брызг расплавленного металла в щиток со стороны дуги вставляется обыкновенное белое стекло,

которое по мере загрязнения его металлическими брызгами заменяется новым.

40. Оправка стекол в маске должна быть сделана из легкого материала с плохой теплопроводностью.

41. Сварщик, управляющий дугой, если около него находятся другие лица, наблюдающие за дугой, должен перед появлением вольтовой дуги предупреждать возгласом: «Закройтесь».

42. При чистке шва от шлака, производимой молотком и зубилом, сварщик должен надеть очки с обыкновенными стеклами в целях защиты глаз от осколков и горячего шлака.

43. Правила безопасности при электросварке должны быть выданы на руки всем лицам, занятым при электросварке, и кроме того вывешены на видных местах производства этих работ.

3. Правила безопасности при ацетиленовой сварке. 44. Одновременно в одном помещении не должно находиться в работе больше одного переносного аппарата. При этом он должен отстоять от места автоматной обработки металлов, а также и от всякого открытого огня и раскаленных предметов не ближе 5 метров.

45. Зарядка переносных аппаратов карбидом не должна превышать 2 кг.

46. После зарядки аппарата карбидом весь воздух из газгольдера должен быть удален в атмосферу через краник на трубке, подводящей ацетилен к скрубберу, для предотвращения образования в газгольдере гремучей смеси.

47. Перед присоединением редукционного клапана к кислород-баллону необходимо открыть головку баллона (продуть) для того, чтобы удалить частицы пыли и инородные тела.

48. При закреплении редукционного клапана на баллоне и при открывании вентиля воспрещается находиться перед штуцером для редукционного клапана.

49. После присоединения редукционного клапана головку баллона необходимо открывать медленно, чтобы давление в камере клапана возрастало не быстро (в противном случае может произойти сгорание редукционного клапана и головки баллона).

50. Необходимо следить за правильным и плотным присоединением рукавов к аппарату, детандеру и горелкам.

51. Крепление присоединительной гайки манодетандера при открытом кране баллона воспрещается (во избежание срыва нарезки и выхода кислорода с опасностью пожара).

52. При появлении обратных ударов (хлопанья), происходящих от сильного накаливания наконечника горелки или закупоривания отверстия этого наконечника, следует закрывать ацетиленовый кран и, не прекращая доступа кислорода, погрузить горелку в воду.

53. При работе необходимо оберегать рукава от попадания на них искр и расплавленного металла.

Необходимо ежедневно выпускать накопившуюся в рукавах воду.

54. Необходимо строго избегать попадания масла в воду аппарата и на все части баллона аппаратов, рукавов и горелки.

55. При работе сварочной горелкой необходимо при зажигании открывать сначала кислородный кран, а затем уже ацетиленовый.

При тушении горелки ацетиленовый кран необходимо закрывать первым.

56. Воспрещается подходить к генератору с открытым огнем или зажженной папиросой, а также искать с огнем место пропуска газа. Для этого надо пользоваться мыльной водой.

57. Необходимо следить за тем, чтобы при работе аппарата уровень воды в водяном затворе никогда не опускался ниже пробного крана, особенно после обратного удара пламени. В случае недостачи воды необходимо немедленно приостановить работу и подлить воды.

58. Во время перерыва в работе головка кислородного баллона должна быть закрыта, и пружина детандера должна быть ослаблена путем вывинчивания регулирующего винта. Кран для спуска ацетилена должен быть закрыт.

59. Как только будет замечено, что очистительная масса скруббера изменила первоначальный цвет или же сделалась слишком влажной, ее необходимо заменить свежей, исходя из примерного расчета, что 1 кг гератоля приходится на 1 кг карбида.

60. При ежедневном пользовании аппаратом необходимо не реже одного-двух раз в месяц подвергать его внутреннему осмотру, очистке и промывке.

61. Остатки карбида, выгружаемые из аппаратов, должны удаляться в отведенные для этого места вдали от рабочих помещений.

62. Баллоны с кислородом нельзя бросать или подвергать действию высокой температуры. От ударов необходимо защищать их деревянными чехлами.

Если кислородные баллоны прикрепляются к передвижному аппарату, то присоединение должно быть прочным, исключаящим возможность падения во время перевозки или в процессе работы.

63. Использованный баллон должен иметь надпись мелом: «пустой».

64. Все неисправные места баллонов и их арматуры перед отправкой баллона на завод для наполнения газом должны быть четко отмечены красной краской на самом баллоне. Ремонтировать головки баллонов своими силами, а также разбирать эти головки воспрещается.

В тех случаях, когда из-за неисправности головки баллона кислород не был использован, необходимо при отправке его на завод на баллоне сделать надпись: «осторожно — с газом».

65. Замерзшие головки кислородных баллонов воспрещается отогревать углями или паяльной лампой. Отогревание может производиться только горячей водой или паром.

66. Хранение карбида кальция, устройство ацетиленовых аппаратов, их установка и осмотр должны во всем соответствовать правилам устройства, обслуживания и установки ацетиленовых аппаратов и хранения карбида кальция (обязательное постановление НКТ СССР от 14 января 1926 г. № 7/303 — «Известия НКТ СССР» 1926 г. № 4—6).

67. Правила безопасности при ацетиленовой сварке должны быть выданы на руки всем лицам, занятым при этой сварке, и кроме того вывешены на видных местах производства этих работ.

4. Правила применения автогенной сварки при ремонте и постройке паровых котлов, пароприемников и других аппаратов, работающих под давлением выше атмосферного. 68. Применение сварочных процессов при ремонте и постройке паровых котлов, пароприемников и других аппаратов, работающих под давлением выше атмосферного, допускается лишь с разрешения технического инспектора НКТ,

69. Для получения разрешения на сварку администрация предприятия должна подать техническому инспектору НКТ заявление с приложением эскиза повреждения или мест сварок и предполагаемых сварочных работ с указанием, кто и каким способом будет производить сварку.

70. В случае необходимости технический инспектор НКТ перед началом ремонта может потребовать предъявления котла, пароприемника или другого аппарата к осмотру с целью установить возможность варов и способ их производства, в зависимости от повреждения.

71. Разногласия по поводу ремонта, возникающие между техническим инспектором НКТ и администрацией предприятия, разрешаются местным органом труда, куда технический инспектор НКТ пересылает заявление администрации вместе с приложениями и с указанием мотивов разногласий.

72. Технический инспектор НКТ выдает администрации предприятия разрешение на сварку с условием выполнения работы сварщиком, зарегистрированным в местном органе труда, на право производства сварки.

73. Котел, пароприемник или другой аппарат не допускаются к действию техническим инспектором НКТ, если обнаружится плохая работа сварщика, или применение не надлежащих материалов и плавней, или отступление от согласованного с техническим инспектором НКТ проекта ремонта или недоброкачество материала свариваемой части котла.

74. При заварках, производимых в швах, заклепки должны быть удалены по крайней мере на 150 мм с каждой стороны места сварки, а после заварки и проверки заклепочных дыр должны быть поставлены на место новые заклепки.

При незначительных заварках и наварках электрическим способом (наварка кромок, заварка трещин от кромок листа и между заклепками и т. п.) технический инспектор НКТ может не требовать раскрытия шва.

75. Газовые сварки должны вестись с проковкой при светлокрасном калении: а) с прогреванием и возможно медленным охлаждением — при заварках в готовых конструкциях; б) с полным отжигом в печи — при изготовлении отдельных частей (жаровых труб и сухопарников).

Электросварку рекомендуется вести без проковки, но с удалением окалины после каждой наплавки металла.

76. При электросварке все подготовительные работы должны быть закончены до начала сварки. Выравнивание молотком электросваренных соединений воспрещается.

Там, где во время сварки требуется пригонка частей, должен употребляться газовый способ, допускающий обработку молотком при светлокрасном калении.

77. В тех случаях, когда является опасение, что тепловые напряжения могут вызвать расстройство соединений и коробление, электросварка применяется предпочтительно перед газовой.

78. При заварке трещин последние должны быть предварительно рассверлены по концам сверлом в 6—10 мм диаметром, за исключением мелких трещин от кромок листа до заклепки.

79. Заварка котлов, пароприемников и других аппаратов, наполненных водой, не допускается.

80. При условии соблюдения ст. 68—79 допускаются следующие сварочные работы, производимые газовым способом:

а) Заварка трещины по окружности и в местах изгиба при длине трещины не более 500 мм — как временная мера, допускаемая в исключительных случаях — в стенах огневых камер, в трубных решетках, в районах днищ, укрепленных распорными болтами или какими-либо другими способами.

Примечание. Допускаются газовые сварки в днищах котлов и неукрепленных болтами, если в местах заварок не предполагается значительных изгибающих деформаций.

б) Наварка расчеканенных и разъединенных кромок листов, не переходящих за заклепки, — если расстояние остающихся кромок листа до заклепок составляет 0,25 диаметра заклепок, а длина наплавляемой кромки не превосходит 750 мм.

в) Вварка заплат в задних стенках огневых камер.

г) Вварка заплат в трубных решетках.

д) Наплавление разъединенных мест на поверхности листов, укрепленных распорными болтами и другими способами, если остающаяся толщина листа составляет не менее 60% первоначальной.

е) Наплавление разъединенных мест на частях котла, пароприемника или другого аппарата, подвергающихся растягивающим усилиям (например бочка котла), если остающаяся толщина частей составляет не менее 75% первоначальной.

ж) Наварка разъедин вокруг люков и лазов, если толщина остающейся части составляет не менее 50% первоначальной, а расстояние разъедин от края отверстия — не более 50 мм.

з) Приварка укрепляющих колец.

и) Наварка концов простых дымогарных и кипяtilьных труб и сварка труб перегревателей.

к) Наварка разработанных гнезд: простых и связанных дымогарных трубок в трубных дисках и коротких связей в огневой камере.

л) Заварка в потолке огневых камер.

м) Сварка продольных швов в новых звеньях жаровых труб.

81. При условии соблюдения ст. ст. 68—72 допускаются сварные работы, производимые электросваркой:

а) Вварка колец (воротников) взамен удаленной разъединенной части листа вокруг распорных болтов.

б) Заварка для уплотнения текущих швов в огневых частях и поперечных швах на люках, если течь происходит на общем протяжении шва не более 0,25 диаметра котла, пароприемников или другого аппарата — как временная мера.

в) Обварка буртиков дымогарных трубок в гнездах трубной доски.

г) Заварка раковин (выедин) в бочке котла пароприемника или другого аппарата.

д) Сварка стыковых концов свернутых звеньев корпуса (бочки) котла, пароприемника или другого аппарата при новых их постройках до постановки стыковых накладок.

82. Сверх способов, указанных в ст. 80—81, могут быть допущены и другие способы ремонта по согласованию с техническим инспектором НКТ.

83. Освидетельствование и гидравлическое испытание котлов, паро-

приемников и других аппаратов, подвергающихся заваркам, производятся следующим образом:

а) После исправления котла, пароприемника или другого аппарата место сварки тщательно осматривается и обстукивается ударами молотка весом от 0,5 до 0,8 кг как по месту сварки, так и по соседним местам при гидравлическом давлении, равном разрешенному рабочему давлению пара в котле, пароприемнике или другом аппарате.

б) Если заварки произведены в котле, пароприемнике или другом аппарате на небольших участках без расклепки швов (например заварка в одном шве не более трех трещин в кромках листов до заклепок, заварка разъединенных кромок листов вблизи шва или горловины и люков, заплата выедин в бочке или топке), то после осмотра и обстукивания молотком заваренных мест (п. «а») можно ограничиться поверочным гидравлическим испытанием, не превышающим рабочего давления, с установлением следующего осмотра заварок через $1\frac{1}{2}$ месяца после работы котла (при ближайшей промывке и очистке), пароприемника или другого аппарата.

в) После осмотра (п. «б»), если не обнаружится никаких следов пропуска воды и пр. трещин в заварках или вблизи заварок, следующий осмотр заварок назначается через 1 год.

г) Дальнейшие осмотры заварок, перечисленных в п. «б», производятся в обычные сроки внутренних освидетельствований, установленные соответствующими правилами о котлах, пароприемниках и других аппаратах.

д) Если заварки производятся на довольно значительных участках (например ввариваются заплаты, завариваются трещины, переходящие на заклепку, или трещины в кромках с переклепкой более пяти рядом стоящих заклепок), то после заварки котел подвергается осмотру, а также гидравлическому испытанию на общих основаниях, согласно соответствующим правилам о котлах, пароприемниках и других аппаратах. После этого следующий осмотр заварок может быть произведен, в зависимости от величины ремонта, после 12 часов работы под парами (при непрерывном поддержании огня в топках для котлов) при разрешенном давлении пара.

е) После первого осмотра (п. «д») следующий осмотр заварок назначается через $1\frac{1}{2}$ месяца (для котлов — при ближайшей промывке) с установлением срока следующего осмотра через 1 год.

ж) Заварки, перечисленные в п. «д», подлежат периодическому осмотру через 1 год.

84. При всякой промывке котла, а в пароприемниках — ежемесячно главный механик или машинист должен осматривать места заварок с отметкой результатов осмотра в соответствующей книге. В случае появления каких-либо повреждений в сварке или вблизи заварок необходимо немедленно сообщать об этом техническому инспектору НКТ.

5. **Заключительные выводы.** 85. Настоящие правила не применяются при ремонте и постройке судовых котлов.

При ремонте и постройке судовых котлов должны соблюдаться Правила применения электрического, кислородно-ацетиленового и других сварочных процессов при ремонте и постройке судовых котлов, утвержденные обязательным постановлением НКТ СССР и Комитета Регистра СССР от 12 июля 1929 г. № НКТ — 221 («Известия НКТ

СССР», 1929 г. № 34 — 35; «Приказы НКПС», № 1002 от 31 июля 1929 г.).

86. Нарушения настоящих Правил нанимателями преследуются в следующем порядке:

а) Нарушения, которые содержат признаки преступлений, преследуемых в судебном порядке, преследуются в уголовном порядке, согласно законодательству союзных республик.

б) Прочие нарушения преследуются в административном порядке — путем наложения штрафов в размере не свыше ста рублей на основаниях, установленных постановлением ЦИК и СНК СССР от 2 января 1929 г. о мероприятиях по борьбе с нарушениями законодательства о труде (Сбор. Зак. СССР 1929 г. № 4, ст. 31, «Известия НКТ СССР» 1929 г. № 7—8).

Народный Комиссар Труда СССР *Угланов*.

Член Коллегии НКТ СССР и Зам. Зав. Отделом Охраны труда НКТ СССР *Серина*.

За Главного технического инспектора НКТ СССР *Апаньев*.

ГЛАВА ПЕРВАЯ.

ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ.

1. **Преимущества сварки труб.** Сварные стыки не требуют тяжелых, дорогих соединительных частей, нужных при других способах соединений. Сварные стыки удобоприменимы и долговечнее. Они обходятся дешевле и не требуют такого частого обновления, как соединения на резьбе. Так как при сварке две металлические части соединяются в одну цельную однородную часть, то опасность образования течи минимальна. Очень часто укладка сварных трубопроводов производится быстрее, чем на резьбе. Пробу трубопроводов можно производить как по окончании, так и во время прокладки их. В случае очень длинных трубопроводов можно делать их отдельными секциями и по испытании вваривать в общий трубопровод. Когда требуются специальные соединительные (фасонные) части, их можно изготовлять отдельно и затем приваривать к месту.

2. **Способ сварки труб.** При сварке труб приходится производить разные работы, для которых следовало бы иметь специальные приборы. Так например при кислородной резке значительно экономнее пользоваться газовыми резаками с механическим приводом, чем ручными. Резаки с механическим приводом требуют меньшего расхода газа, чем ручные, дают более точную работу, благодаря чему подготовка обходится дешевле и сварка идет быстрее и лучше.

Обратимся теперь к сравнению сварки встык (рис. 41) и нормального стыка на фланцах. Соединения на фланцах могут быть весьма разнообразных типов: можно ставить фланцы на одной резьбе или на резьбе и установочных штифтах с раздачей и разбортовкой трубы; разбортовки труб могут быть гладкими, как буртики для дымогарных труб, или с выкатанными канавками и разных других типов. При всех фланцевых соединениях механическим способом требуется много болтов и прокладок, а установка и уход за такими трубопроводами вызывает больше расходов и хлопот, чем за сварными соединениями. Сварной стык, если он надлежаще исполнен, одинаково прочен, как сами трубы; на него не влияет ни холод, ни жара; он не требует какого-

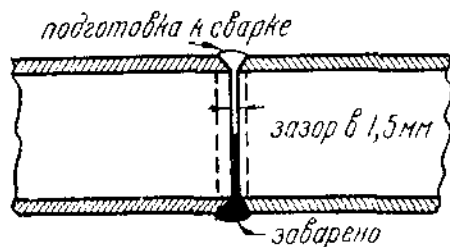


Рис. 41. Сварка трубопроводов встык, заменяющая нормальное фланцевое соединение.

либо значительного надзора во время службы трубопровода, так как хорошая сварка разъедается не скорее стенок труб. Для того чтобы наплавляюще сделать такую сварку, нужно скосить торцы труб под углом в 45° и уложить трубы с зазором не менее 1,5 мм для возможности хорошего проникания наплавляемого металла до внутренней поверхности труб; это должно быть строжайше соблюдаемо во всех случаях, когда требуются все 100% прочности. Сварочные стержни или проволока должны быть по возможности с таким же содержанием углерода, как и материал самих труб.

Сварщик должен уметь правильно регулировать пламя и не действовать наугад. Сварка должна производиться возможно быстро, насколько это допускает обращение с расплавленным металлом и притом непрерывно по всей окружности труб. Для получения местного отжига сварки, достаточного для практических целей, следует медленно про-

вести сварочным пламенем по только что заваренным участкам шириною в 10 — 15 см.

По окончании сварки рекомендуется произвести гидравлическую пробу согласно нормам, установленным для приемки новых труб, но во всяком случае под давлением не менее двойного рабочего. В то время, когда труба находится под давлением, следует делать добавочное испытание ударами или сотрясением, производя молотком



Рис. 42. Приварка патрубков и ответвлений.

средней величины короткие удары по всей окружности труб по обе стороны сварки, у самой сварки, но не по ней. Это выявит пористость или хладноломкость и способствует удалению небольших частичек окалины, которые во многих случаях при пробах без обстукивания мешают обнаружению течи. Причина, почему не следует ударять по сварному шву, заключается в том, что иногда при обстукивании может образоваться тонкая пленка поверх неплотного места, которая затем будет разъедаться, и в этом месте во время эксплуатации трубопровода появится течь.

Приварка патрубков и ответвлений (рис. 42) требует выреза в трубе и обрезки конца патрубка. Такие вырезы предпочтительнее делать машинным способом. Отверстие в трубе следует вырезать под достаточным углом для получения хорошего шва для сварки. Обрезка патрубка должна строго соответствовать контуру выреза в трубе.

Надо заметить, что вырез в трубе нужно делать так, чтобы при сборке для сварки кругом оставался зазор в 1,5 мм, не исключая и точек АА (рис. 42). Так как в этих точках нельзя получить тщательной приварки патрубка, то приходится добавочно усилить шов, наплавляя буртик радиусом, равным приблизительно двойной толщине трубы. Хотя изложенное относилось к ответвлениям под прямым углом, оно одинаково применимо и к ответвлениям под любым углом, с тою только разницею, что формы выреза и обрезки другие. Всегда следует делать вырезы в трубе до приварки патрубка, за исключением коротких патрубков диаметром не менее 350 мм, где возможно сделать добавочную сварку

после того, как сделана вырезка; в противном случае получится непрочная сварка. Испытание сварных труб в этих случаях должно производиться так же, как выше указано для сварок встык.

Очень часто приходится наваривать фланцы на патрубки, боковые и главные трубы и концевые части. Иногда фланцы навинчиваются и только привариваются с задней стороны для лучшего их уплотнения. Обыкновенно фланцы бывают в форме кольца или с воротником.

На рис. 43 показана приварка кольцевого фланца, который выверлен точно по наружному диаметру трубы и снабжен двойным скосом под углом в 45° . Такие фланцы привариваются со стороны трубы с небольшим усилением, а с лицевой — с допуском для возможности выравнивать поверхность фланца после сварки.

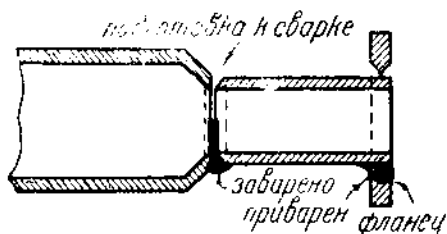


Рис. 43. Приварка кольцевого фланца.

На рис. 44 показаны фланцы с воротником (рис. 44) со скошенными краями того же наружного и внутреннего диаметра, как трубы. Получается обыкновенная сварка встык.

Довольно часто при небольших давлениях в трубе приходится закрывать концы труб плоскими крышками или глухими фланцами — заглушками (рис. 44 и 45). Рисунки поясняют лучший способ получения таких сварок в трубах до 150—180 мм диаметром наибольшей прочности при наименьшей стоимости. В случае больших давлений в трубе приходится ставить выпуклые крышки.

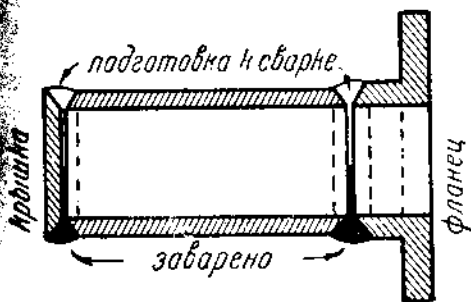


Рис. 44. Фланцы с воротником.

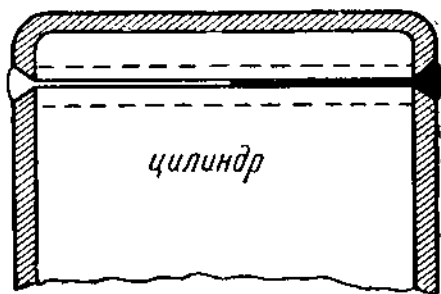


Рис. 45. Конец трубы с заглушкой.

Размер труб и давление, для которого они назначены, имеют решающее значение при выборе лучшего и наиболее подходящего способа этой работы. В некоторых случаях приходится ставить выпуклые заборотованные крышки, показанные на рис. 46. Так как паропроводы подвергаются внезапным и частым колебаниям температуры, вызывающим в них огромные напряжения, и приклепанные и зачеканенные крышки скоро дают течь в стыках и вокруг заклепок, то в паропроводах и пароприемниках лучше всего приваривать крышки по рис. 46.

3. Пригодность сварных стыков труб. Течь служит доказательством малой пригодности сварки. Она может появиться вследствие:

а) плохого сплавления добавочного металла с основным, б) окисления, т. е. подачи через горелку излишка кислорода и в) науглероживания, т. е. подачи через горелку излишка ацетилена.

На практике все сварщики работают «влево-назад», т. е. таким образом, что пламя следует за сварочным стержнем. Однако при сварке труб, особенно тонких, такой способ может вызвать перегрев трубы под конец сварки. В случае перегрева шов в этом месте становится пористым и дает течь. Между тем при «обратном» способе сварки «вправо-вперед» со стержнем, следующим за пламенем (влево-назад), сварка получается плотной, непористой, особенно если придавать стержню легкое колебательное движение, вызывающее перемешивание металла и уничтожающее пористость, вызванную перегревом.

Следует избегать выравнивания пористых сварок посредством расплавления поверхности наплавки, потому что такая сварка, хотя и может выдержать пробу под высоким давлением без всяких признаков течи, но швы дадут со временем течь вследствие разъедания.

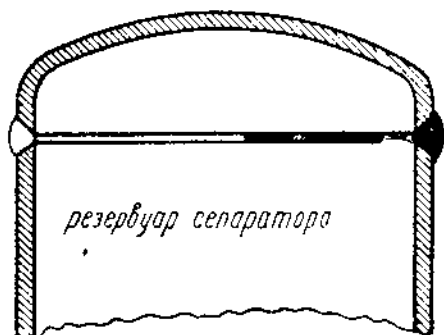


Рис. 46. Заглушка в виде выпуклой заглушенной крышки.

При сварке толстостенных труб средние сварщики, как правило, наплавляют на дно стыка худший металл. Это вызывается тем, что раньше всего расплавляются бока скоса, и на дно шва стекает окис железа. Опыты показали, что в сделанных таким образом сварках прочность первых 3 или 4,5 мм шва равна всего 1350 кг/см^2 , между тем как вблизи поверхности шва она равна почти 3600 кг/см^2 .

Этот недостаток легко обойти, сваривая низ стыка на протяжении 25 — 30 мм до расплавки верхней части его боковых поверхностей, Х-образный шов был бы очевидно лучше V-образного, но в трубах его не всегда можно применять.

Недостаточная очистка скоса, сделанного газовым резаком, отзывается на качестве сварки. Важно поддерживать нейтральное пламя во время скашивания во избежание обогащения углеродом поверхности металла. При сварке тонких труб, например диаметром до 50 мм, в которых не нужен скос, следует производить сварку возможно скорее, если только пламя настолько сильное, чтобы произвести достаточную проварку через всю толщину стенок.

В тонких трубах редко бывает течь вследствие недостаточного расплавления металла, так как пламя производит в действительности расплавление через всю толщину стенок труб. Если применять надлежащее пламя и металл не перегрет, то гораздо легче сделать 100% сварку в тонких трубах, чем в толстых с V-образным скосом.

Если в трубопроводах ввариваются соединительные части, то по окончании сварки, для уничтожения напряжений, следует произвести по обе стороны от сварки кольцевой прогрев трубы помощью газовой горелки на ширине в некоторых случаях не меньше половины диаметра труб. Нагрев должен быть доведен до температуры, применяемой при

горячей обработке, притом должен быть возможно равномерным по всей окружности трубы. Нагрев можно производить одной сварочной горелкой или, если необходимо, двумя. После нагрева следует покрыть сваренные места асбестовым картоном или другою изоляцией, для того чтобы дать им медленно остыть.

Сварки тонких труб диаметром до 32 мм включительно делаются, как правило, в две—четыре минуты; место сварки тотчас по окончании находится при температуре отжига. Ясно, что сварные швы тонких труб получают хороший нагрев горелкою, поэтому необходимость отжига отпадает.

4. Экономия, получаемая от сварки. Нижеследующие примеры дают типичный отчет об экономии, причем стоимость сварки принята за основу для определения процентного отношения во всех случаях.

Случай	Стоимость сварки	Стоимость обыкновенных стыков	Диаметр труб мм
1	100	110	300
2	100	500	150
3	100	525	150
4	100	175	150
5	100	200	50—400

Экономия особенно резко видна, если в трубопроводе имеется много боковых линий, ответвлений, тройников, угольников, клапанов и спускных труб, как так соединительные для них части могут легко изготовляться на месте (резаками) и сварочною горелкой.

5. Организация работы сварщиков. При прокладке длинных трубопроводов сварка делается в три приема. Впереди идет сварочная партия из четырех сварщиков, которые сваривают секции по пяти звеньев труб каждая (каждое звено длиной около 12 м.). За ними следуют так называемые связывающие сварщики, сваривающие по две последующих секции. Наконец секции привариваются к трубопроводу трамвайными сварщиками.

Для этих работ предпочтительнее трубы из мартеновской стали с прямыми концами, скошенными внутрь. Сначала трубы развозятся по линии. Перед сварочною партией идет партия рабочих, укладывающих трубы на колодки секциями по пяти штук; плотно уложенные встык трубы скрепляются между собою стяжками. Никакой другой подготовки не требуется для новых труб, за исключением очистки проволоочными щетками грязных и ржавых труб.

У каждой сварочной партии, из которых каждые две работают обычно под наблюдением десятника, имеется свой генератор, установленный на крестьянской телеге и укрепленный на ней обручем, привинченным к низу телеги. От генератора проведены трубы к концу телеги, где помещаются регуляторы и присоединены шланги. На телеге имеется полка для баллонов с кислородом. В каждую партию входит рабочий при генераторе.

При каждой паре генераторов имеется телега с водяным баком около 1 м³. При нем насос, служащий не только для заливки генераторных резервуаров, но и наполнения их перед каждою новою загрузкою карбида.

Телега с генераторами устанавливается против середины секции в пять труб. Два шланга по 25 м назначаются для сварщиков, работающих по концам, и два по 15 м для работающих посредине секции. Каждый сварщик находит свой стык, скрепленный стяжкой, и делает две или три сварных прихватки, после чего снимает стяжку и передает ее следующей секции. После сварки половины стыков секция переворачивается с помощью подручных, и сварка заканчивается. Все сварки делаются с усилением.

После того как сварочная партия подвинулась вперед, связывающая партия сваривает две последовательные секции таким же способом. У каждой связывающей партии имеется переносный баллон с ацетиленом. Две смежные секции удерживаются в надлежащем положении стяжкой, до тех пор пока стык достаточно сварен для возможности снятия его. Секции поворачиваются на лежнях так, чтобы несваренная часть стыка была в положении, удобном для сварщика.

Самая трудная часть работы приходится на долю партии, работающей в яме и состоящей из одного или чаще двух сварщиков. Яма вырывается под стыками для удобства сварки их.

Иногда трубы опускаются в траншею до сварки. При этом приходится вырывать ямы для возможности сварки снизу. Звено трубы подводится к готовой части трубопровода и удерживается на месте приспособлением, состоящим из двух цепей и рычага; помощью его один человек может надежно удерживать секции. Сварку в яме обыкновенно делают два сварщика попеременно, работая сверху и внизу. Ацетилен с кислородом подается из переносных баллонов.

6. Требования к квалифицированным сварщикам труб. 1. Сварщик должен быть добросовестным и надежным.

2. Он должен быть основательно знаком с конструкцией стальных труб.

3. Он должен быть способен подбирать для любого размера труб наконечники надлежащих размеров.

4. Он должен уметь делать шаблоны для вырезки тройников, угольников и отводов.

5. Сварщик должен быть знаком с конструкцией по крайней мере трех видов главных оборудований для сварки.

6. Он должен умело распределять работу между своими помощниками (подручными), чтобы не было простоев.

7. Сварщик должен быть основательно знаком со способами борьбы с усадочными напряжениями, появляющимися при сварке. Кроме того он должен знать те немногие способы, которыми можно до известной степени предупредить появление этих напряжений.

8. Он должен уметь разбирать синие копии чертежей предлагаемых установок для труб.

9. Сварщик должен уметь определять расход ацетилена и кислорода при любой работе.

ГЛАВА ВТОРАЯ.

ОБЛАСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ СВАРНЫХ ТРУБОПРОВОДОВ.

В настоящее время сварка применяется для изготовления: газопроводов, водопроводов, холодильных аппаратов, воздухопроводов, нефтепроводов, паропроводов и др.

1. Нефтеперегонные аппараты, работающие под давлением и с воздушным охлаждением. Замечательны успехи применения ацетилено-кислородной сварки при изготовлении более или менее сложного специального оборудования для нефтеперегонных заводов. В трубопроводах, где раньше соединения звеньев делались почти исключительно на резьбе, теперь переходят на газо- и воздушно- непроницаемые сварные стыки. Это обусловлено не только тем, что преимущество сварки в этом частном случае вполне доказано, но и тем, что при одинаковом весе надлежаще сваренные трубы значительно прочнее, чем трубы с соединениями на резьбе. Интересный пример газовой сварки в этой области

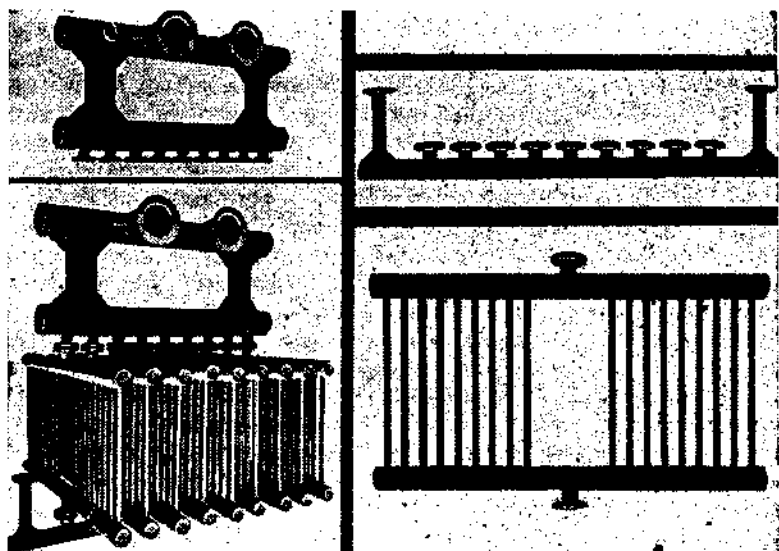


Рис. 47. Сварные перегонные аппараты, состоящие из отдельных секций.

представляет сварка перегонных аппаратов, работающих под давлением и с воздушным охлаждением.

Аппараты эти состоят из отдельных секций, устройство которых ясно видно из рис. 47. На рисунке изображены собранный комплект секции, верхняя и нижняя головки и один из 9 поперечных элементов (арфы). Все части сварены, включая фланцы, фасонные части, головки и ребра. Каждая часть сваривается отдельно. Все патрубки на сваренных головках должны соответствовать проекту и спецификации, должны быть точно центрированы с небольшими лишь допусками, так как арфы необходимо устанавливать так, чтобы соединения были абсолютно плотны и выдерживали пробы. Все плоские фланцы приварены внахлестку. Длинные патрубки, а равно патрубки для соединения отдельных секций, снабжены ребрами для придания всему аппарату добавочной прочности. По окончании сварки каждая секция подвергается тщательной пробе и внимательному осмотру, раньше чем разрешается ее отправка. Вся работа очень высокого порядка и представляет интересный пример современных усовершенствований в инженерном деле.

2. Трубопровод для сжатого воздуха. В Портланде (Америка) был уложен трубопровод в 274 м длины, на рабочее давление в 21 атм. прямые участки были изготовлены отдельными секциями около 6 м длины и диаметром в 762 и 813 мм. Каждая секция состояла из 4 отдельных звеньев в 1500 мм длины. Все кольцевые (поперечные) и продольные швы были сварены встык с зазором в 1,5 мм во избежание набегания кромок. Все кромки были скошены под углом в 45° и притом в продольных швах с внутренней стороны. Трубы изготовлялись из стальных прокатанных листов толщиной в 8, $9\frac{1}{2}$ и 11 мм. Продольные швы сварены в стык с наружными накладками толщиной в 8, $9\frac{1}{2}$ и 11 мм, так что в каждом отрезке приходилось делать около 4,5 м сварки. Во внутренних швах при толщине листов в $9\frac{1}{2}$ и 11 мм применялся двойной слой, наплавляемый электродами в 4 и 5 мм. Сварка производилась сначала изнутри от середины к обоим концам. Если сварщик считал более удобным, то сварку начинали с одной трети длины и сваривали шов до края. Затем сваривали следующую треть до уже законченной части и т. д. Таким образом для сварщика устранялась неизбежность ползать над горячим металлом, и сокращались перерывы в работе. Все сварные швы слегка усилены. Назначение первого слоя произвести сплошную сварку по всей длине и не допустить пористости.

После сварки отдельные звенья собирали в секции (6 м), прихватывали прерывистой сваркой и приготавливали к сварке. Внутрь всех поперечных швов вставляли стальные расширители для удержания правильного положения трубопровода и поддержки его при сварке. Здесь также применяли сварку в два слоя; сварку начинали с любой точки и вели кругом по всему шву таким образом, что верхний слой отставал от нижнего приблизительно на 150 мм. Оба концевых шва были скреплены снаружи 8 накладками (75×50 10 мм), переходящими через концы. Промежуточные стыки были скреплены 10 накладками, равномерно распределенными по окружности. Всем сварщикам было предписано не начинать сварки поперечного шва, если у них нет времени окончить ее. Найдено, что если прервать сварку шва, не закончив ее, и оставлять шов на ночь, то имеется известная опасность, что он треснет после остывания трубы. Наружная сварка поперечных швов и скреплений составляла в среднем 4875 мм в каждом шве.

После того как все секции были кругом сварены с наружной стороны, расширители были вынуты, и для сглаживания сварки изнутри была сделана внутренняя, так называемая «промывочная» сварка (т. е. расплавление излишков металла на внутренней поверхности), что составляло около 8 м внутри секции. В итоге в каждой секции было около 41 м сварных швов.

Трубопровод имел загибы разных углов и размеров. Все отводы уложены на бетонных основаниях и сварены между собою; для укрепления на фундаменте служат обхватывающие полоски углового железа. Отводы были сварены снаружи и изнутри и снабжены небольшими накладками, распределенными равномерно по окружности. В трубопроводе было два переходных колена, ответвленные от главных труб помощью приваренных тройников. Последние, толщиной в 11 мм, были сварены снаружи и изнутри двойным слоем и скреплены в углах прочными хомутами в 150 мм.

Предписанная часовая скорость работы была: при толщине 11 мм —

1675 мм, при $9\frac{1}{2}$ мм — 1980 мм, при 8 мм — 2285 мм. Однако на продольных швах работа шла в среднем значительно скорее, доходя до 3650 мм при толщине в 8 мм; при этой скорости расплавляли в 1 час свыше одного кг сварочных стержней диаметром в 5 мм. Кольцевые (поперечные) сварки длились от $2\frac{1}{2}$ до 3 часов при толщине в 11 мм и менее. Много времени терялось на поворачивание труб, перекатку их и разметку накладок. Внутренняя «промывочная» сварка секции длилась около $2\frac{1}{2}$ часов. Всего требовалось свыше 20 часов для полной сварки одной секции в 6 м длины.

3. Газопроводы. Примером хорошей организации работ при прокладке трубопроводов служит магистральный газопровод в 254 мм диаметром на территории Бакерсфилд в Калифорнии. Сваренная часть линии, длиной около 30 км, представляет особый интерес ввиду некоторых конструктивных деталей и способа работы, обусловленного необычными климатическими и местными условиями. Трубопровод пересекает местность практически по прямой линии с небольшими изгибами, проходя по открытым прериям и болотистым местам, на расстоянии нескольких километров от сколько-нибудь сносных проезжих дорог. Температура весьма резко колеблется в течение дня от резкого холода по утрам до палящего зноя в полдень; временами погода изменяется вследствие сильных ветров, доходящих до урагана. Ясно, что сварщикам приходилось бороться не только с обычными трудностями от удлинения и сжатия труб, но и с другими непривычными условиями.

Одиннадцать партий сварщиков, состоящих каждая из одного сварщика и одного, подручного, так распределялись в разные периоды работы, что за все время пришлось переносить лагерь всего три раза. Баллоны с кислородом и ацетиленом перевозили с одного места в другое мулами на импровизированных санях. Трубы и другие материалы доставляли к ближайшему железнодорожному пункту, а оттуда перевозили к местам работы; при проходе через болотистые места пользовались лошадьми. Трубы были в 254 мм внутреннего диаметра и весом около 40 кг на погонный метр. Они были доставлены отрезками ок. 10,5 м с заранее скошенными концами под углом в 45° ; скосы доходили до внутренней поверхности труб. Траншея для труб в 610 мм ширины и 915 мм глубины была проложена механическим дичером (канавокопатель). Каждой партии сварщиков была назначена длина в 20 труб как урочная норма. Трубы укладывались вдоль траншеи на лежнях, на которых их последовательно сваривали, подкатывая к месту и поворачивая их по мере надобности для возможности производить сварку горизонтально. По окончании сварки секции из 20 труб перекачивали по лежням до середины траншеи и выравнивали с предыдущей секцией помощью цепей и клещей. Если оказывалось, что две последовательные секции в 20 труб перекрывались, то излишки по длине срезались, и концы труб сваривались встык. В тех случаях, когда получался значительный зазор, таковой заполнялся сваркой короткого куска трубы надлежащих размеров.

Во время сварочных работ не обращали внимания на удлинения и укорочения труб, вследствие изменения температуры воздуха, за исключением соединения секций в 20 звеньев, которое производилось всегда в утреннее время во избежание возможности усадочных изломов, так как длина отдельных секций колебалась иногда в течение

дня на 150 — 200 мм. По той же причине трубы опускались в траншею только в самое холодное время дня.

После того как 5 — 6,5 км были сварены, окрашены и опущены в траншею, временно соединяли эту часть трубопровода с отдельным трубопроводом диаметром в 150 мм и подвергали ее гидравлическому давлению для обнаружения неплотных мест. Конец трубопровода закрывался или приваркою крышки, которая затем срезалась, или же помощью съемного глухого фланца; последнее возможно только при сравнительно низких давлениях. На всем протяжении в 30 км, содержащем около 2950 сварок, было всего три — четыре неудовлетворительные сварки, подлежавшие исправлению горелкою, или приблизительно одна неудовлетворительная сварка на тысячу сварок.

На всей трубопроводной линии был всего один загиб в 90°, который был сделан помощью двух сваренных отводов по 45°, поставленных на взаимном расстоянии в 1200 — 1500 мм, диаметром в 450 мм, и всего пять расширителей. Инженеры рассчитывали, что равномерная температура протекающего газа будет противодействовать незначительным изменениям длины труб, уложенных под землею. Оказалось, что во время эксплуатации колебания температуры труб в этой местности весьма незначительны по сравнению с теми, которым трубы подвергались во время прокладки.

Трубопровод имеет назначение подачу газа, который поступает в трубопровод под давлением в 25 атм и доходит до места назначения (нефтяные промыслы) при давлении в 5 — 10,5 атм.

4. Сварка труб на нефтяных промыслах. Одно из первых обществ, производивших опыты со сваркою, было общество трубопроводов в прериях в Канзасе. Первоначальные неудачи вызвали недоверие общества к сварке, но в дальнейшем это же общество одно из первых возобновило опыты и окончательно перешло на сварку, как на нормальный способ прокладки новых линий.

Первые 24 км сваренных труб диаметром в 200 мм были уложены в 1921 г. Общество применило переносный ацетиленовый генератор и работало с 5 — 6 сварщиками, которые все вместе сваривали по 6 — 7 и более труб в один прием. Партия сварщиков передвигалась по мере того, как шла работа по выравниванию труб. Два или три сварщика следовали за главною партией, сваривая длинные секции, а один сварщик работал по соединению секции с трубопроводом в траншее, после того как они были туда опущены. Общество применило на этой линии прямые трубы, скошенные под углом в 60°. Линия проходила по многим трудным участкам в неровной и холмистой местности. После того как работа была тщательно организована, сварщики продвигались со скоростью около 0,8 км в день. Вся партия состояла из 8 сварщиков и около 25 рабочих по выравниванию или для загиба труб, а равно по засыпке траншей щебнем. По окончании линии оказалось 4250 сварочных швов.

Линия была подвергнута гидравлической пробе холодною водою под давлением в 54,5 — 56 атм, причем по всей линии оказались две незначительные течи. По исправлении таковых и вторичном испытании линия была признана в хорошем состоянии и немедленно передана в эксплуатацию для перекачки нефти. Это было в феврале 1921 г. Так как в течение продолжительного срока эксплуатации никакой утечки нефти

не наблюдалось, ни один стык не причинил ни малейшего беспокойства, то общество решило принять сварку указанного трубопровода за норму при прокладке новых линий.

Однако не следует думать, будто общество точно придерживалось в последующих линиях способов, примененных в первой линии. Наоборот, был сделан ряд существенных отступлений, давших в результате большую производительность и большую экономию. Одно из принципиальных изменений состояло в длине звеньев. Оказалось, что трубопрокатный завод мог, с помощью специального приспособления, изготавливать трубы диаметром 200 мм и длиной в 12,2 м с торцами, скошенными под углом в 45°. В результате оказалось возможным укладывать в день около 0,8 км всего с шестью сварщиками. Рабочая сила подручных была на второй линии почти такая же, как на первой. Вторая линия была закончена без единой течи в сварках; пришлось только возобновить несколько сварок из-за негодности труб. Эти два трубопровода — один диаметром в 200 мм и длиной в 24 км и другой диаметром в 150 мм и длиной в 9,6 км — дали вполне удовлетворительные результаты, так как во всех трех (считая и ранее выполненный) не оказалось течи, после исправления обнаруженной в первой линии при гидравлической пробе.

То же общество нашло, что сварка и резка весьма полезны при ремонте трубопроводов, в которых отдельные участки более или менее сильно разведены. На участках, в которых почва насыщена щелочами, порча труб оказалась настолько серьезною, что по истечении немногих лет пришлось сменить целые секции. Газовый резак оказался незаменимым при вынимании труб, а сварка дала возможность вставлять новые трубы с наименьшими расходами и с меньшей потерей времени.

Самая длинная сваренная линия проложена для перекачки нефти из Мексики в Генслэй в Техасе. Протяжение ее 225 км. При укладке ее общество трубопроводов в прериях разделило ее на четыре участка, предоставив заведывающим по 11 сварщиков, 2 рабочих при генераторах и партии подручных. При тщательной проверке отчетов оказалось, что сварка обошлась по 2 доллара за стык, включая карбид, газ и рабочую силу. Для защиты труб от действия щелочей их покрыли слоем паролита,¹ которым обливали трубы, распустив его на огне как смолу. Жидкий паролит под трубами поддерживали парусиной, двигая постоянно вперед и назад для обеспечения приставания жидкости к нижней и верхней части трубы.

При пересечении рек укладывали более тяжелые трубы весом 64,56 кг погонный метр. Сварные стыки хорошо выдерживают вибрацию от течения воды, что вообще обуславливает быстрый износ стыков на резбе.

5. Сварка паропровода. Филадельфийское электрическое общество построило паропровод диаметром в 300 мм и обратную водопроводную линию диаметром в 76 мм, около 670 м длины, представляющие некоторые необычные детали.

В обоих трубопроводах, где только было возможно, стыки сварные. В стальном трубопроводе диаметром в 300 мм и толщиной 9,5 мм всего

¹ В СССР применяются гудрон и асфальт, а также другие составы, имеющие в основе те же гудрон и асфальт.

89 сварных и 33 фланцевых стыка. В стальном трубопроводе диаметром в 76 мм толщиной в 6 мм — 92 сварных и 27 фланцевых стыков. Оба трубопровода проложены в бетонном канале в 787 мм ширины и 787 мм высоты. Сперва были изготовлены дно и боковые стенки, а по прокладке трубопровода канал был закрыт бетонными плитами и выемка кругом засыпана.

Каждый трубопровод лежит на скользящих или роликовых опорах, установленных на расстоянии около 5200 мм одна от другой. Посредине каждой секции, т. е. через промежутки около 41 м, трубы прочно закреплены, так что удлинение труб происходит в каждой секции от середины к обоим концам, у которых поставлены расширители.

После того как трубопроводы были закончены и испытаны, их покрыли изоляцией из слоя магнезии в 75 мм и толстым кровельным войлоком. Первоначальная цель такой изоляции заключалась в том, чтобы избежать по возможности теплопередачи в окружающую почву и этим защитить электрические кабели от нагрева. При некоторых типах конструкций почва нагревалась так сильно, что это повлекло за собою порчу электрических кабелей.

Подземные трубопроводы, изготовленные со стыками на резьбе и фланцах, часто дают течь и тогда приходится взрывать улицы, что связано с неудобством для населения и большими расходами. Поэтому, и особенно ввиду высокого давления в трубах (свыше 9 атм), признали крайне желательным принять такую конструкцию, при которой убытки от течи стыков были бы минимальными. При выборе типа стыков была также принята во внимание общая стоимость проводки.

После многократных обсуждений было решено, что в случае применения сварных стыков необходимо для максимальной защиты их от поломок усилить все стыки накладками, прочно приваренными к обоим концам труб. Трубы сваривались встык ацетилено-кислородным способом, а накладки приваривались электрическим дуговым.

При прокладке этих трубопроводов пришлось применить в некоторых местах стальные соединительные части, стыки между ними и трубами были сделаны помощью фланцев Ванстона (Vanstone). Установка расширителей на расстоянии 41 м тоже потребовала применения фланцев Ванстона. Между фланцевыми стыками было известное число сварных, причем почти во всех случаях сварки встык оказались плотными при пробном давлении в 52,7 ат. Во всех случаях появления течи или выпота стыки переваривались и вновь испытывались. После того как все сварки встык оказались плотными, были приварены накладки. Первая секция, содержащая шесть стыков, была испытана по приварке накладок и найдена удовлетворительною. Это испытание было сделано для выяснения, имели ли напряжения, вызванные приваркою накладок, в каком-нибудь отношении вредное влияние на сварки встык.

При сварках встык между торцами двух труб оставляли надлежащий зазор. После того прикрепляли к концам труб струбцинками половину накладок для удержания прямолинейного направления труб. Это позволяло сваривать половину кольцевого шва встык при наличии струбцинок. Затем снимали накладки и поворачивали трубы на 180° на их подставках. Этот способ допускал сварку большинства стыков сверху. Бывали однако случаи изгиба трубопроводов, не допустившего поворота труб. В этих случаях приходилось поднимать трубы

в канале на высоту в 915 мм и заканчивать сварку снизу. Сварки снизу оказались во всех случаях настолько же хорошими, как сварки сверху, но занимали больше времени, особенно при ацетилено-кислородном способе. При электрической сварке скорость сварки снизу была почти такая же, как сверху. На сварку одного стыка трубы диаметром в 300 мм потребовалось в среднем три часа времени, включая сварку встык и приварку накладок.

6. Сварные водопроводные линии. Прокладка многих километров водопроводных труб большого диаметра с напором в 9 — 25 атм доказала возможность таких работ, хотя не было достаточного опыта по принятию мер предосторожности относительно искривлений линий, вызванных термическими напряжениями. Для напора свыше 9 атм были применены стальные сваренные трубы. Толщина стенок колебалась смотря на напор.

Трубы поступали разной длины, в среднем ок. 5,3 м, с заранее скошенными торцами для сварки.

Неровность местности, по которой пришлось проложить трубу, создала много конструктивных трудностей. Было много высоких подъемов и почти отвесных склонов холмов.

В тех случаях, когда уклон был равномерный, трубы укладывались вдоль траншей на лежнях, на которых их можно было поворачивать для сварки сверху. Трубы сваривались в отрезки длиной 36,5 м. Эти длинные отрезки перекатывались по лежням поверх траншеи и, чтобы уменьшить число сварок снизу, сваривались между собою до спуска в нее. Свободный конец отрезка оставался на лежнях под траншеею, пока свариваемый конец опускался так, чтобы можно было приварить следующий отрезок в 36,5 м. По окончании сварки надсмотрщик входил в трубу, срубал лишний металл и окрашивал сварки защитною краскою. При наполнении труб водой оказалось, что большею частью неплотности обнаруживались на верхней части швов, вследствие появления небольших трещин при опускании сваренных труб.

Особенностью при сварке этих труб был тщательный нагрев труб до сварки по длине около 150 мм по обе стороны стыков. Во время сварки концы свариваемых отрезков сдерживались хомутами, до тех пор пока трубы не были скреплены в четырех точках прихватками длиной 100 мм. На каждом стыке работали два сварщика, идя друг к другу навстречу с противоположных сторон труб, начиная снизу и тщательно производя сварку до верхней точки так, чтобы вполне заполнить весь зазор и не допускать стекания напдавливаемого металла в трубы.

Благодаря небольшим колебаниям диаметра труб, неравномерному направлению трубопровода по неровной местности по окончании линии потребовалось немного расширителей; 8 были поставлены при прокладке труб, а шесть были добавлены позже, когда обнаружилось значительные напряжения в трубах.

7. Сварка тонких стальных труб. Из американской практики можно вывести нижеследующие полезные указания относительно стыков тонких труб, которые должны выдержать пробу на плотность.

В сварных аммиачных трубопроводах и эмеевиках отпадают дорогие соединительные части, что значительно уменьшает начальную стоимость установок.

Сварные трубопроводы и эмеевики служат на 20 — 50% дольше. Это

относится специально к тонким трубам, в которых 40 — 50% толщины стенок труб срезается при нарезке резьбы.

В водяных баках обыкновенно применяют загибы из нормальных труб диаметром в 32 мм. В задней части загибов толщина стенок уменьшена на 40 — 60%, смотря по способу нагрева. Это можно обойти, приваривая отводы, которые обходятся дешевле соединений муфтами.

Крайне низкая стоимость содержания сварных трубопроводов и змеевиков доходит до минимума, так как после прокладки и сварки трубопроводов почти не требуется никаких исправлений. Сварные трубопроводы можно проложить скорее, чем при применении фасонных частей, и они обходятся значительно дешевле.

Другая важная экономия получается в сварных трубопроводах и змеевиках на расходе аммиака. Так например, если потребовалось 10 000 сварных швов для замены соединений на резьбе и на прокладках, то с этим отпадают 30 000 — 40 000 мест, могущих дать течь, смотря по типу примененных соединительных фасонных частей, и следовательно расход аммиака уменьшится.

8. Чугунные газовые трубопроводы. Одно из последних нововведений в сварке труб состоит в прокладке чугунных газовых трубопроводов с муфтами, спаянными крепким припоем. Муфты состоят из бронзового хомута около 40 мм ширины и от шести до десяти мм толщины; хомуты надеваются на трубы, сложенные встык без скоса. Желательно удерживать трубы по возможности в прямолинейном направлении, но с небольшим зазором между ними. Бронзовый хомут припаяют на наружной поверхности труб, оставляя зазор между торцами труб для возможности незначительной игры при удлинении и укорочении труб. Этот тип стыка представляет то преимущество, что его можно быстро изготавливать с небольшим расходом газа и времени. Надежность таких стыков испытывалась изломом их молотком. Если пайка произведена хорошо, то бронза отделяется лишь вместе с частью чугуна.

В течение 1924 г. были сварены бронзой Тобиана 22 чугунных линии. Из них десять выдержали зиму без единой поломки; в пяти оказалось не больше одной или двух поломок. Всего было 10 000 сварок бронзой Тобиана. Ни одна из них не сломалась в самой сварке, и около 200 поломок были в самих трубах по целому месту. Если принимать во внимание, что это было совершенно новая работа и притом исполнения относительно неопытными рабочими, то не подлежит сомнению, что достигнутые результаты весьма ценны и открывают широкие виды для будущего.

9. Трубопроводы, сваренные электрической дугой. При сварке трубопроводов электрической дугой различают: а) сварку встык, б) встык с накладками, в) внахлестку с раструбом, г) встык с тонкой металлической прокладкой (ок. 3 мм) между стыками.

При проектировании надо указать тип стыков.

При сварке нефте- и газо-проводов рекомендуется следующий способ производства работ. Партия сварщиков предшествует партии укладчиков, которые выравнивают длинные секции труб на деревянных лежнях с помощью металлических башмаков с роликами. Это достаточно повышает скорость и качество сварки для оправдания при-

нения указанных приспособлений. Длина этих прямых секций достигает 60 — 150 м в зависимости от местности и диаметра труб.

Выпрямление секций труб должно делаться достаточно тщательно, чтобы при применении сварки встык концы труб отстояли друг от друга приблизительно на 1,5 мм без больших отклонений. Для труб с внутренним диаметром в 150 — 500 мм торгового качества нужно делать во всех стыках по два слоя, применяя для первого слоя сварочные стержни в 4 мм и ток приблизительно в 160 А, а для второго слоя — стержни в 5 мм и ток в 185 А. Каждый сварщик должен при сварке работать с отдельным генератором; для этой работы больше всего подходят генераторы с газовыми двигателями.

Партии сварщиков должна была бы предшествовать партия сборщиков, которая при помощи прерывистой сварки должна скрепить прихватками все стыки для удержания труб в прямолинейном направлении до наплавки первого слоя. Вся сварочная партия должна состоять из четырех сварщиков для нанесения первого слоя, шести для нанесения второго слоя и двух — для прихваточных сварок. Каждый генератор должен быть снабжен гибким сварочным кабелем длиной в 53 м и заземляющим кабелем в 15 м. Один трактор с гусеничным ходом достаточен для перевозки машин, по мере того как подвигается работа данной партии.

При наплавке первого слоя сварщик должен начать с середины боковой поверхности труб и сварить до верха. Затем он должен перейти на другую сторону трубы, начиная, как выше, и сварить до первого слоя на верху трубы. Далее он должен перейти к следующему стыку, а подручный должен в это время тщательно очистить первый слой молотком, зубилом и проволочной щеткой.

Когда оба сварщика закончили наплавку половины первого слоя во всех стыках их участка и стыки тщательно очищены, следует повернуть трубы на 180° и закончить наплавку первого слоя во всех стыках. После очистки всех стыков сварщики могут перейти со своим оборудованием к следующему участку.

Наплавку второго слоя следует начинать сбоку и продолжать по направлению вверх. Первый слой придает стыкам значительную прочность, так что можно поворачивать трубы во время сварки; это дает сварщикам возможность производить непрерывную наплавку второго слоя. Наплавленный верхний слой должен захватывать часть поверхности самой трубы. Выравнивание конца сварки молотком ни в каком случае не требуется.

По окончании наплавки вторых слоев следует выравнивать длинные секции на лежнях над траншеею, сделать соединительные сварки и опустить трубы в траншею. Конечно нельзя поворачивать трубы для соединительных сварок и потому приходится делать их частью поточной сваркой. Это требует более опытных сварщиков, а тех из них, которые не вполне опытные и надежные, нельзя назначать на эту работу.

Остается убедиться, соответствуют ли данным работам оборудование, квалификация сварщиков, десятников и инструкторов.

Не всегда возможно найти достаточно компетентных сварщиков и нельзя при найме полагаться на их собственные показания. Первое требование от сварщиков — надежность вместе с ловкостью и опытом. Необходимо заставлять каждого сварщика произвести проб-

ные сварки для проверки его квалификации. Эти сварки следует делать на коротких кусках труб силой тока и электродами размеров, указанных в проекте. Во время сварки надо строго следить за: а) поддержкою надлежащих силы и напряжения тока, б) тщательным проваром и в) правильным равномерным движением электрода.

Законченные пробные сварки следует разрезать на куски в 25 или 50 мм. Далее надо уложить в V-образную колодку или зажать в тиски, чтобы можно было большим молотком сделать изгиб отрезка, причем изгиб должен прийти как раз по сварке. Обыкновенно очень трудно сломать сварку, сделанную опытным сварщиком. Если однако произошел излом, нужно тщательно исследовать его в отношении провара и надлежащего вида металла сварки. При хорошем проваре граница между наплавленным и основным металлом идет в виде ломаной линии, а структура наплавленного металла должна быть мелкозернистой и темносерого цвета. Не должно быть пузырей, шлаковых включений, равно коричневого или синего цвета металла.

Крайне важно иметь при прокладке трубопроводов хороших специалистов и инструктора. Прежде всего у них должен быть достаточный личный авторитет, для того чтобы заставить сварщиков придерживаться установленных указаний относительно электродов, тока, скорости, величины слоя, длины дуги и т. д., так как этого нельзя предоставлять сварщикам на их усмотрение.

ГЛАВА ТРЕТЬЯ.

СВАРОЧНЫЕ РАБОТЫ С ТРУБОПРОВОДАМИ И ИХ ЧАСТЯМИ.

1. Подготовка труб под сварку. Надлежащая подготовка так же важна, как и хорошая сварка. Необходимо скашивать или срезать все трубы диаметром 50 мм и выше, а толстостенные даже с 38 мм. Срез можно делать газовым резаком, прикладывая наконечник к трубе под надлежащим углом, так чтобы у внутренней стенки трубы оставался нескошенным край на высоту в 3 мм. Скос следует срезать шириной в $1\frac{1}{2}$ толщины стенки трубы, так как под углом в 45° повидимому не всегда получается достаточное расплавление основного металла. трубы. Скос под большим углом дает возможность получения большей поверхности наплавки. Шов должен быть усиленным; если же брать для наплавки такие сплавы, как например никелевую сталь, то усиления не требуется. Нужно стараться, чтобы обрванный торец на свариваемых концах обеих труб был плоским, так как неодинаковая ширина зазора между сваренными трубами вызывает в дальнейшем неодинаковую усадку и труба не будет прямой. Это весьма важно при сварке больших труб, в которых количество наплавленного металла значительно.

В тонких трубах при приварке заглушек к самим трубам, водоотводам, маслоотделителям и приемникам нужно срезать кромку крышки под углом в 45° и вставлять ее в трубу на достаточном расстоянии, так чтобы возможно было отогнуть конец трубы на длину в полторы ее толщины поверх крышки и приварить (рис. 48).

Выпуклые крышки можно так же вставлять в трубы и приваривать, как плоские (рис. 49), или делать их такого же наружного диаметра, как труба, и приваривать встык.

При изготовлении переходов необходимо осадить конец большой трубы и вложить в нее меньшую трубу или ниппель. Это самая дорогая соединительная часть, так как приходится делать очень широкие швы для получения надлежащей их толщины посередине (рис. 50).

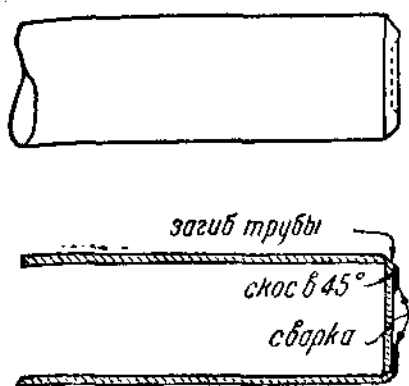


Рис. 48. П. и з арка заглушек.

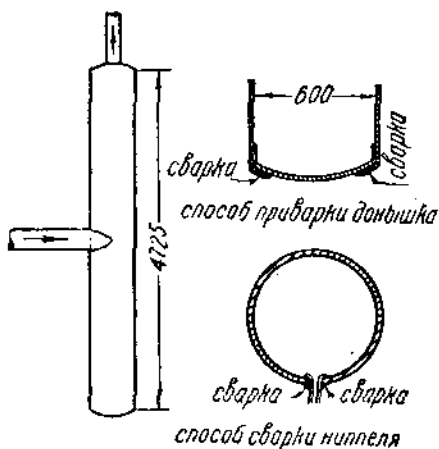


Рис. 49. Приварка выпускных крышек и ниппеля.

Колена в 90° весьма легко изготовляются из двух концов труб, обрезанных под углом в 45° , или вваркой короткого патрубка, делающего более плавный переход (рис. 51).

Одно из последних достижений в нефтепроводах общества трубопроводов в прериях состоит в изготовлении прямых угольников из

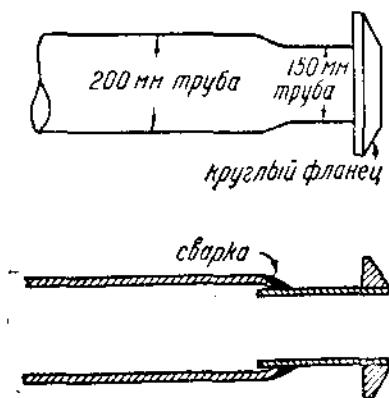


Рис. 50. Сварка переходов.

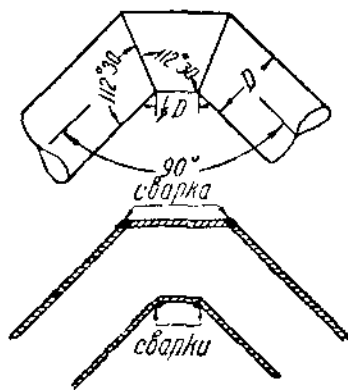


Рис. 51. Сварка колена в 90° .

двух частей по рис. 52. Для этого нужно сделать в трубе два треугольных выреза с оставлением по 75 — 100 мм стенки трубы у задней стороны каждого треугольника, а равно центральной части любой длины, как показано на рис. 52. Затем нужно нагреть трубу у оставленных стенок в 75 — 100 мм и отогнуть концы трубы до закрытия

вырезов, причем получается угольник в 90° . После того нужно произвести сварку там, где сошлись вырезы при загибе трубы. Вслед за тем нужно взять кусок полосового железа в $12,5 \times 25$ мм и наложить его ребром на заднюю сторону угольника, так чтобы оба конца переходили за разрезы приблизительно на 75 мм. Приварка этой полосы к угольнику с обеих сторон дает скрепление угольника с задней стороны. С каждой стороны угольника следует приварить таким же образом

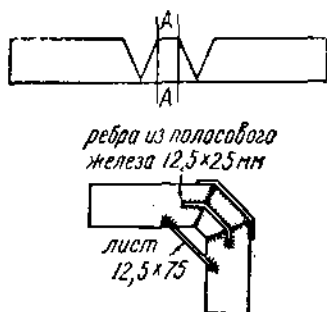


Рис. 52. Способ изготовления колена из трубы.

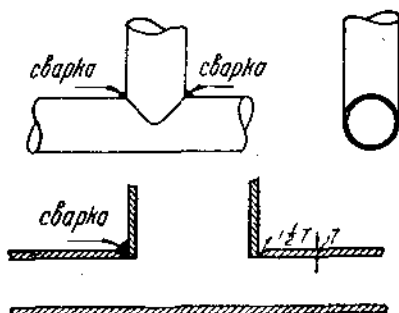


Рис. 53. Сварка тройника.

по такой же полоске. Наконiec нужно приварить между обоими концами угольника распорку в $12,5 \times 75$ мм или кусок расщепленной трубы.

Для изготовления тройника сперва обрезают конец трубы в виде седла, так чтобы он плотно прилегал к трубе. Пригнанный вырез трубы служит шаблоном, по которому прочерчивается отверстие, подлежащее вырезке в другой трубе, вследствие чего получается правильная

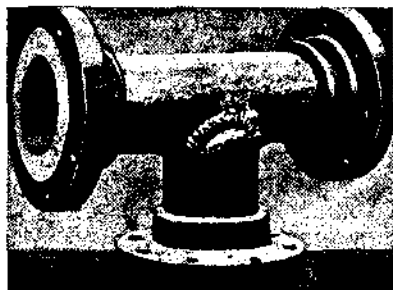


Рис. 54. Сварной тройник.

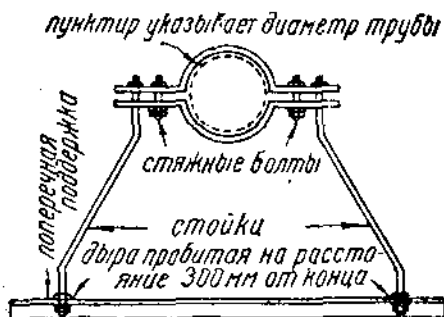


Рис. 55. Вспомогательное приспособление в виде козел.

сборка без всякой обрубки (рис. 53). Готовый тройник показан на рис. 54.

2. Вспомогательные приспособления для сварки. Вспомогательное приспособление для работы с трубами состоит в переносных козлах (рис. 55). Ими можно пользоваться при сварке, а по ее окончании легко передвигать их к следующей сварке с помощью одного лишь подручного. Стойки сделаны из четырех кусков круглого железа диаметром

22 мм и длиной 1500 мм. Они разведены и согнуты по концам так, чтобы расстояние между ними было 1500 — 1800 мм. Кроме того имеются внизу 2 полосы углового железа $50 \times 50 \cdot 6$ мм, длиной около 2400 мм, которая может варьировать, смотря по обстоятельствам. На расстоянии 300 мм от обоих концов пробиты дыры в 25 мм. Из полосового железа в $12,5 \times 100$ мм сделаны 2 набора сжимов, согнутых по диаметру труб.

Эти козлы можно ставить у любого места труб, обычно на взаимном расстоянии в 3 — 3,5 м. Между ними укладываются доски, представляющие удобные подмости для работ.

Рис. 56 представляет собой фотографию приспособления для скашивания кромок нишпелей. Газовый резак может быть установлен под любым углом; стойка же, на которой укрепляется нишпель, поворотная. Этим приспособлением можно скашивать нишпеля с наружной и внутренней стороны или обрезать их горизонтально.

3. Обрезка труб для специальных соединений. Вырезка из труб соединений под прямым углом проста, если применять проволочные овалы по рис. 57. Эти овалы можно изготовлять сериями по одному

для каждого размера труб. Для правильной вырезки достаточно нанести мелом контур овала и резать вдоль него газовым резаком. Зарубки по обе стороны овала указывают положение центра стыка.

4. Обрезка труб под углом при помощи шаблонов. Для изготовления шаблонов нужны следующие материалы: линейка,

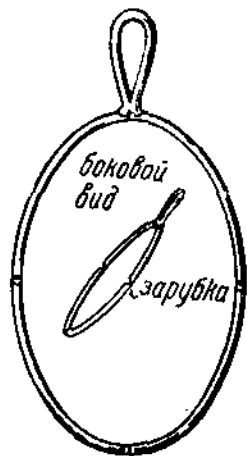


Рис. 57. Овал для косых срезов труб.



Рис. 56. Приспособление для скашивания кромок нишпелей.

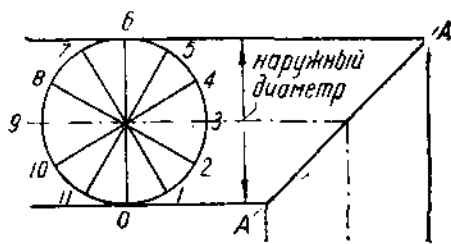


Рис. 58. Шаблон для загиба в 90° .

угольник, транспортир, масштаб, кусок толстой бумаги и карандаш.

Предположим, что требуется сделать шаблон для загиба в 90° , как указано на рис. 58. Тогда поступают следующим образом: сперва проводят две параллельные прямые на расстоянии, равном наружному диаметру трубы в натуральную величину. Затем вписывают между ними окружность и делят ее на 12 частей, пронумеровав их, начиная

с 0. Для труб большего диаметра число делений должно быть больше. При изготовлении шаблонов полезна таблица 1.

Таблица 1.

Данные для изготовления шаблонов.

Внутренний диаметр трубы в мм	Наружный диаметр трубы в мм	Число делений окружности	Длина окружности
32	42	12	132,5
38	48	12	151,6
51	60	12	189,5
63	73	12	229,4
78	89	12	279,4
102	114	12	359,2
127	141	12	444,5
152	168	12	528,8
178	194	12	609,6
203	219	16	685,8
254	273	16	858,5
305	324	16	1016,0

После того, проводя секущую AA под углом 45° и ряд прямых через точки деления окружности до линии AA , нумеруют точки сечения согласно нумерации точек деления окружности (рис. 59). На расстоянии

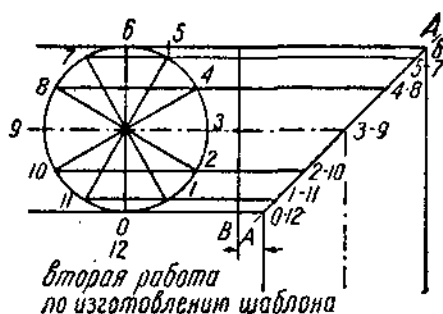


Рис. 59. Подготовительная работа по изготовлению шаблона.

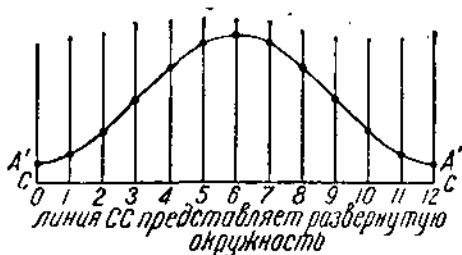


Рис. 60. Вычерчивание шаблона.

75 мм от угла проводят перпендикуляр BB . Этим заканчивается подготовительная работа по изготовлению шаблона.

Теперь проводят линию CC (рис. 60), равную длине окружности круга. Длину эту можно взять из таблицы 1. Эту прямую делят на столько равных частей, на сколько была разделена окружность, и нумеруют ее слева направо, начиная с 0. Во всех точках деления восстанавливают перпендикуляры. На них откладывают, начиная с точки O , длины $B-O$, $B-1$ и т. д. до точки 12, в которой откладывают $B-O$. Соединяя эти точки, получают кривую AA' , соответствующую линии AA на рис. 59. Если теперь сделать вырез по линиям CA' , $A'A'$, $A'C$ и CC , то шаблон готов.

Шаблон следует обернуть вокруг трубы, придерживая его одною рукою, а другою отметить на трубе линию АА суриком. Таким образом получится линия разреза. Если разрезать после этого два куска трубы и сложить их ветки, то получится загиб в 90° , который не потребует подправки, и сварщик может приступить к сварке стыка.

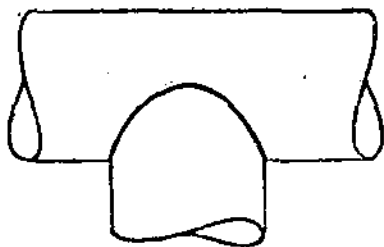


Рис. 61. Тройник.

Указанный способ применим для любого типа соединений труб. Если например нужно сделать шаблон для тройника (рис. 61), то поступают аналогично (рис. 62). Разница та, что линия является полуокружностью. Шаблон изготавливается по диаметру боковой части тройника. После того как боковое ответвление обрезано по шаблону, его прикладывают к трубе и отмечают на ней линию выреза. Таким образом боковое ответвление служит шаблоном для самой трубы.

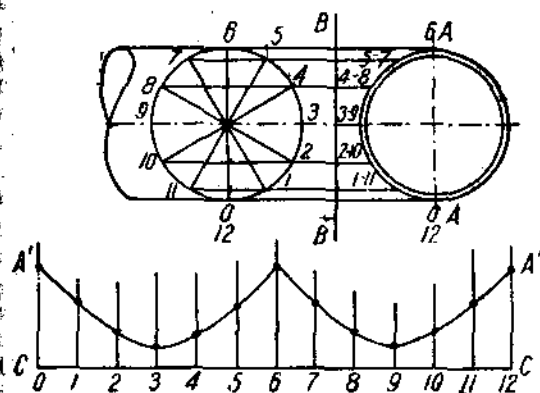


Рис. 62. Построение профиля шаблона для тройника.

ки может быть вдвое больше при скосах, сделанных машинным способом, чем при ручных. Последние всегда получаются неправильной

Ответвления привариваются к сепараторам по рис. 63. Шаблон изготавливается так же, как для угольника, с той разницей, что линия АА не прямая, а той же кривизны, как наружная поверхность сепаратора (рис. 64).

Опыт показал, что при изготовлении прямых трубопроводов скорость сварки

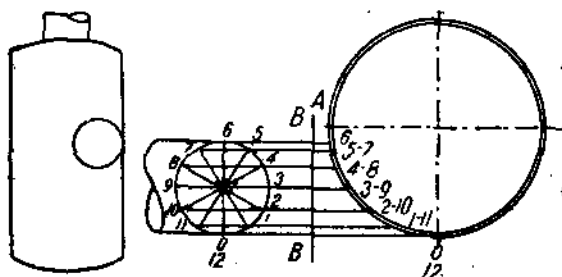


Рис. 63. Ответвление у сепаратора.

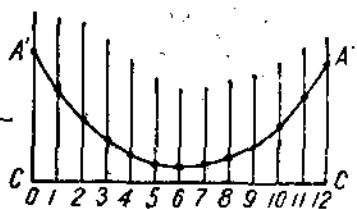


Рис. 64. Построение шаблона для ответвления сепаратора.

формы и требуют лишнего наплавляемого металла и лишнего времени для заполнения всех неровностей.

5. Приварка фланцев. Во многих случаях желательно ставить стыки трубопроводов на фланцах. В частности это делается в местах

вставки в трубопроводы клапанов. Для этого был предложен ряд специальных типов соединений. Однако преимущество остается за имеющимися в торговле типами фланцев с воротниками надлежащих размеров, допускающими присоединение их к концу трубы сваркой встык.

При отсутствии на рынках указанных фланцев можно сваривать их из листовой стали и обрезков труб. Ряд зарубежных фирм имеют для сварки полный набор комплектов фланцев и труб ходовых размеров. Это упрощает постановку фланцев на сварные трубопроводы и в частности дает очень хорошие соединения при минимальной стоимости.

Точно так жеготавливаются фасонные части—путем сварки (рис. 65).

Исследования инж. Нолл'а в лаборатории цюрихского политехнического института показали, что приваренные фланцы выдерживают большие усилия на разрыв, нежели фланцы на резьбе или укрепленные развальцовкой концов труб.

6. Приварка отводов. Отводы представляют собою специальные соединительные части, служащие для изменения направления свариваемых трубопроводов. Их изготовляют, нагревая бесшовную трубу до ковочного жара и выгибая ее гидравлически вокруг оправы. Форма оправы должна быть такова, чтобы труба была



Рис. 65. Подготовка к приварке фланцев для фасонной части.

слегка расширена и в то же время получилась выгиб точно по окружности. Способ этот дает возможность делать отводы частями окружности или же змеевиками, из которых можно отрезать газовым резаком отводы различных углов загиба. Если взять для изготовления отводов трубы таких же размеров, как и главный трубопровод, то

отводы будут точно соответствовать диаметру и толщине стенок главного трубопровода. Поэтому отводы будут удлиняться и сокращаться так же, как главный трубопровод. Отводы уже нашли весьма полезное применение при таких работах, как изготовление расширительных петель, оборудование нефтеперегонных заводов, оборудование холодильных установок и парораспределительные установки.

7. Сварка ниппелей. Ниппеля для водомерных кранов и соединения для впуска и выпуска жидкостей можно винтить в трубу и приварить для плотности.

Существует несколько способов удержания длинных труб прямыми при приварке нескольких ниппелей.

1. Нагреть трубу на кузнечном горне, после того как ниппеля приварены. Стоимость рабочей силы значительна вследствие необходимости давать сварщику подручного, так как приходится следить за тем, чтобы труба была постоянно в горизонтальном положении. Кроме того сварщику приходится стоять у кузнечного горна, что не легко.

2. Приварить все ниппеля, предоставляя трубе свободно удлиняться и сокращаться. После приварки всех ниппелей и охлаждения трубы легко выпрямить ее. Для этого нужно повернуть трубу ниппелями вниз и сварочною горелкою произвести местный нагрев точно против каждого ниппеля, доводя его по возможности до температуры приварки ниппелей. По охлаждению труба будет достаточно прямой.

3. В мастерских, в которых имеется необходимое оборудование, труба

предварительно выгибается и при приварке ниппеля выпрямляется (рис. 66).

8. Исправление излома труб. При исправлении излома труб следует помнить, что непосредственно по соседству с изломом металл стенок вероятно тоже слаб. Поэтому лучше всего удалить его на небольшом расстоянии от излома. Если излом продольный, то следует вырезать газовым резаком изломанный и ослабленный металл, произведя в трубе прямоугольную дыру. Затем нужно приготовить заплату той же толщины и формы, вырезав ее из запасной трубы или из обрезков того же размера и сорта; или же можно сделать заплату из стального листа той же толщины, как стенки трубы. Если толщина больше 3 мм, то нужно газовым резаком скосить кромки дыры и заплата под углом в 45° с тем, чтобы по укладке заплата образовалась прямоугольный вырез, который позволил бы сварщику получить полный провар стыка заплата.

9. Исправление излома труб под давлением. В некоторых случаях образуется в магистральной водопроводной линии ряд мелких пор. Хотя существует несколько способов их исправления, но американская практика рекомендует следующий способ ремонта при помощи сварки. После тщательной очистки трубы нужно забить все дыры сосновыми затычками, потом срезать ножовкою концы таковых в уровень с поверхностью труб и поверх них приварить слегка выпуклые металлические покрывки. Сварка должна достаточно переходить через кромки покрывки для получения прочного укрепления их на трубах. Если в одном месте несколько дыр, то можно поставить одну общую покрывку.

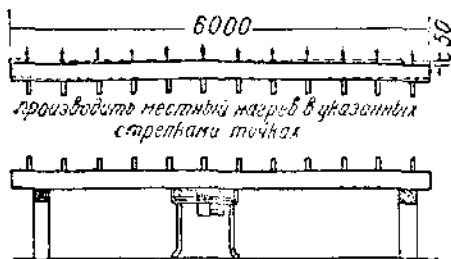


Рис. 66. Приварка ниппелей.

Примечание. Сварка трубопроводных линий большого протяжения в СССР начата с 1927 г. и достигла весьма значительных успехов. Как напр.: сварено около 60% стыков нефтепровода Грозный—Туапсе, из которых газом сварено около 250 км, а электродуговым—около 100 км (общее протяжение нефтепровода 617 км). Диаметр труб 16", толщина стенок 9—10 мм; рабочее давление 40—50 атм, пробное—75 атм. Сварка велась встык. Часть звеньев труб были сварными (Мариупольского завода), а часть—цельнотянутыми (Иснеропетровского завода им. К. Либкнехта). Работа выполнена в 1927—28 г. Второй крупной работой была сварка в 1930 г. нефтепровода Баку—Батум длиной 800 км, трубы такого же размера, как и нефтепровод Грозный—Туапсе. Сварка велась газом в раструб. Заканчивается продуктопровод Армавир—Ростов (Украина) протяжением ок. 800 км. и ряд других подобных работ. Подробными материалами об этих постройках располагает ВАТ (Всесоюзный Автогенный Трест—Москва). *Ред.*

В настоящее время во всех отраслях промышленности, где применяются резервуары, считается более целесообразным делать их сварными вместо прежних клепанных. При этом применяются электрическая и газовая сварка как для изготовления резервуаров, служащих для хранения жидкостей, так и баллонов для сжатых газов. В общем вопрос сводится к сварке продольных швов свернутых листов и к обычным мерам для обеспечения хорошей плавки и тщательного провара; при этом от умения сварщика зависит выбор между жестким и нежестким способом сварки во избежание деформаций от усадочных напряжений. В настоящем изложении дается только описание разных типовых работ по сварке резервуаров, чтобы указать пределы применимости сварки.

ГЛАВА ПЕРВАЯ.

ЭЛЕКТРИЧЕСКАЯ СВАРКА РЕЗЕРВУАРОВ.

При проектировании сварных резервуаров пока приходится придерживаться в основных чертах типов клепанных соединений со внесением некоторых свойственных сварке изменений и упрощений, вследствие отсутствия заклепочных дыр, швов с накладками, угольников, уменьшения нахлестки листов и пр. Кроме того при сварке внахлестку не требуется никакой обработки листов за исключением свертывания. Так как далее прочность сварных швов внахлестку равна около 100%, то можно уменьшать толщину листов корпуса баллона почти на 15%. В результате все-таки получается прочность на 15 — 20% большая, чем современных нормальных клепанных резервуаров.

Толщина днищ и крыши установлена практикой и сомнительно, чтобы можно было уменьшить ее раньше, чем в течение ряда лет не будет доказано, что разъедание их в сварных резервуарах меньше, чем в клепанных.

Наблюдения показали, что стыки электросварных резервуаров абсолютно плотны и останутся плотными в течение многих лет, после ряда изменений температуры и после большого числа наполнений и опорожнений резервуаров.

Можно допустить, что сварные резервуары будут служить по меньшей мере вдвое больше, чем клепанные, благодаря тому, что наружная поверхность остается целой и сварные швы более устойчивы против разъедания. При установке сварных резервуаров на бетонном основании не требуется промежуточного или подстилочного слоя; между тем как при установке клепанных резервуаров на бетонном основании они лежат на заклепочных головках, что вызывает вредные напряжения. Сварные электрическим способом крыши плотны и не пропускают га-

ов. Как известно, экономия по страховке резервуаров с непроницаемыми для газов крышами значительна, ввиду меньшей опасности в пожарном отношении.

Окраска резервуаров потребуется только тогда, когда старая краска придет в негодность от времени и атмосферных влияний; перекраски вследствие подтеков не потребуется. В перегонных заводах резервуары окрашиваются в белый цвет, а потому экономия на окраске будет значительна. Экономия на нефти за несколько лет будет также значительна, благодаря абсолютной плотности резервуаров. Экономия на потере летучих жидкостей испарением, просачиванием и течью едва ли поддается учету и составит за несколько лет большую сумму.

Ниже дается описание способов электрической сварки разных резервуаров для хранения жидкостей, сделанное Вильямом Шенстромом для американского Сварочного общества.

1. Резервуар в 15 м³. Размеры резервуара: диаметр 2750 мм, высота 2750 мм; материал — листовая сталь в 3,5 мм толщины. Нахлестки во всех швах шириною 38 мм, а сварка только с одной стороны. Нет ни обработки ни чеканки кромок. Дно и крыша (верх) состоят из двух половин. Цилиндрическая поверхность изготовлена из 6 вертикальных листов, свальцованных по шаблону цилиндрической поверхности. В листах пробиты дыры по углам и через каждые 760 мм. Электроды взяты диаметром в 3,5 мм. Сила тока — 125 А. Средняя скорость горизонтальной сварки — 2,75 м/час, а вертикальной — 1,2 м/час.

Сборка таких резервуаров производилась подвешиванием колец из углового железа, служащих соединением низа и верха с боковой поверхностью корпуса. После установки крыша была скреплена болтами с боковой поверхностью. После этого резервуар был уложен плашмя на козлы с роликами для сварки всех швов внахлестку с одной только наружной стороны. При этом поворачивали резервуар так, чтобы можно было сварить все швы корпуса, дна и крыши в горизонтальном положении. Поперечные швы в соединении корпуса и дна, а равно корпуса и крышек, а также приварку арматуры приходилось производить в вертикальном положении. Болты оставались в резервуаре, а головки их приваривались снаружи.

2. Резервуар в 75 м³. Диаметр резервуара 4600 мм, высота 4900 мм, материал — листовая сталь в 3,5 мм толщины. Все швы внахлестку шириной в 38 мм, сваренные с обеих сторон за исключением крыши, которая сварена с одной стороны лишь для обеспечения непроницаемости газов. Крыша без укреплений. Листы размером 1200 × 3350 мм ставились без обрубки и без чеканки. Дно и крыша состояли из трех рядов листов. Листы корпуса не вальцовались. В листах были пробиты 6 дыр для сборочных болтов. Электроды применялись в 3,4 мм диаметром. Сила тока — 125 А. Средняя скорость нижней сварки 3 м/час, а вертикальных 1,5 м/час.

Листы дна были уложены на фундаменте, выверенном по ватерпасу, и сварены внахлестку с одной стороны. После этого дно было перевернуто и сварено с другой стороны.

Цилиндрическая часть (корпус) была сделана другим порядком, чем обычно. Вместо того, чтобы сделать ее из нескольких звеньев, она была сделана из нескольких вертикальных полос с одними только вертикальными швами наподобие бочарной деревянной бочки.

Листы корпуса были сложены на земле и сварены так, что получались 2 половины корпуса. Одна половина корпуса была поднята блоком, который захватывал за скобу, приваренную около середины листа. Нижняя часть поднятого листа прихватывалась сваренными закрепами с дном. Таким образом ставились и остальные вертикальные полосы.

Вторая половина корпуса была поднята, поставлена на место и приварена таким же образом.

Для стягивания обеих половин резервуара сверху была наложена петля каната, которой сводили края обеих половин корпуса.

Для сварки вертикальных швов резервуара служили две двутавровые балки высотой в 150 мм с просверленными в шейках дырами для болтов. Одна балка прикладывалась к корпусу снаружи, другая изнутри. В обеих балках было по три дыры для болтов соответственно дырам в листах корпуса. Помощью этих балок обе половины корпуса были надлежаще скреплены. Сначала устанавливался внутренний швеллер и болтами, проходящими через шов в шейку швеллера, стягивались кромки шва и заваривались снаружи. После этого внутренний швеллер убирался и устанавливался наружный швеллер, и заваривался шов изнутри. Затем были заварены дыры для болтов — единственные во всем резервуаре.

Корпус был поставлен на дно и сварен с ним снаружи и изнутри без всякого угольника. Наружная сварка делалась более сильной, чем внутренняя.

Для соединения крыши с боковой поверхностью корпуса вдоль верхнего конца его было приварено кольцо из углового железа, причем сварка была сделана вдоль верхней и нижней кромки вертикальной полки угольника.

Крыша была сделана из трех частей. В средней было сделано два противоположных клинообразных выреза соответственно требуемой покатысти крыши. Под середину были подложены подставки в 300 мм высоты, чем давался достаточный подъем крыше, принявшей коническую форму. Приготовленная таким образом средняя часть была поставлена на место; остальные две части сварены внахлестку с средней частью и с кольцами. Под крышею не было никаких стропил.

Гарнитура и арматура были приварены обычным порядком.

По изготовлении резервуар был наполнен керосином и оказался абсолютно плотным без какой-либо течи или выпота.

Таким образом успешно изготовлен ряд подобных резервуаров.

3. Резервуар в 750 м³. Диаметр 13100 мм, высота 6095 мм. Дно из листов в 5 мм толщины. Корпус из 4 звеньев, толщина листов первого звена 6,3 мм, второго 5 мм, третьего 4,35 мм и четвертого 3,95 мм. Листы крыши в 5 мм толщины. Размер листов корпуса 1524 × 4267 мм. Поперечные (круговые) швы внахлестку, шириной в 38 мм, за исключением швов между отдельными звеньями корпуса, где нахлестки были шириной 50 мм. Швы дна и крыши сварены с одной стороны, а продольные швы корпуса с обеих сторон, причем наружная сварка полнее внутренней, и притом эта сварка производилась в нижнем положении без обрубки и без чеканки кромок. Листы корпуса свернуты по размеру. Листы толщиной в 5 мм и больше сварены электродами диаметром в 4; сила тока около 145 А. Листы тоньше 4,7 мм сварены

электродами диаметром в 3,5 мм; сила тока 125 А. Средняя скорость горизонтальной сварки (нижней) 2,4 м/час, а вертикальной 1,2 м/час.

Этот резервуар был изготовлен из отдельных звеньев согласно нормам для склепанных резервуаров; каждое звено было до сварки скреплено болтами через каждые 900 мм.

Угловое железо в $50 \times 50 \times 6$ мм было уложено на дно вдоль наружной его кромки на расстоянии в 19 мм от нее. Нижняя полка угольника была приварена к дну.

После того как первое звено корпуса было установлено на дне вплотную к угольнику, оно было приварено к дну швом в 13 мм; угольник был приварен к корпусу изнутри швом в 6 мм.

Наружные сварки были сделаны для прочности, а внутренние для уплотнения стыков между листами.

В местах, где сходились три листа, края их были скошены.

Швы были проварены в один слой.

Верхний угольник был приварен вдоль верхней и нижней кромки вертикальной полки.

Крыша была обычной системы стальных крыш с центральной частью и радиальными листами.

Угольники, двутавровые балки и стропила крыши были сварены простейшим способом, как обычно принято в строительных сварочных работах.

4. Прямоугольные баки. На рис. 67 указаны три способа изготовления прямоугольных баков. Из них один, хорошо известный, указан на верхнем правом рисунке; бак изготавливается из цельного листа, и требуется только сварка загнутых кверху боковых стенок. Однако этот способ пригоден только для баков из относительно тонких листов, при большой толщине листов этот способ не выгоден, так как стоимость обрезков получается больше стоимости приварки дна.

Лучший способ указан на правом нижнем рисунке; здесь нет обрезков и приходится сварить только один шов боковых стенок. С другой стороны приходится приварить дно, что однако не представляет трудности; нужно только впускать дно и приварить снаружи, как указано на верхнем левом рисунке.

На левом верхнем рисунке указан лучший способ для производства.

Для укрепления приваривается снаружи или изнутри рамка из углового железа, или отгибаются края стенок, и завариваются углы. Крышку можно ставить на болтах или петлях. Если крышка должна быть плотной и не пропускать воздуха и газов, то она ставится на болтах или петлях с прокладкой из пробки, покрытой шеллаком.

Дыры для укреплений, арматуры и гарнитуры в дне, боковых стенках и крышке можно выжигать электрической дугой в готовом баке.

5. Баки для трансформаторов. На заводе Всеобщей компании электричества в Питсфилде уже несколько лет применяется дуговая сварка металлическими и угольными электродами при изготовлении баков

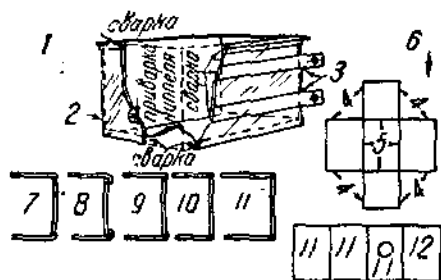


Рис. 67. Способы изготовления прямоугольных баков.

для трансформаторов. Способ оказался надежным и экономически выгодным при изготовлении как малых, так и больших баков из стальных листов толщиной в 1,6 — 16 мм.

Сварка дает самый простой и производительный способ изготовления стыков стальных листов, выдерживающих без течи горячую нефть, для которой баки назначаются. Сварка значительно уменьшает стоимость изготовления баков, а также шум в мастерских.

Важно, чтобы до начала сварки надлежаще была произведена подготовительная работа. Раньше чем приступить к сварке, нужно тщательно изучить предстоящую работу. Изучению должны подлежать: 1) влияние теплоты на части, подлежащие соединению, 2) доступность частей, подлежащих сварке, 3) род напряжений, которым будут подвергаться сварные швы, 4) обработка и сборка частей, 5) наиболее удобное для сварки положение и 6) в каком состоянии должны быть швы при окончании работ.

1. Теплота вызывает расширения и усадки, которых следует по возможности избегать. В противном случае в листах и сварных швах остаются значительные напряжения, которые существенно уменьшают их прочность или вызывают коробление и искривление изделия.

2. Части, подлежащие сварке, должны быть доступны для возможности тщательной сварки и облегчения работы сварщика.

3. Для того чтобы установить, какого рода сварку надо применить, необходимо изучить усилия, которым будут подвергаться изделия. Род сварки зависит от того, будет ли усилие состоять в одном лишь растяжении, изгибе, кручении, срезе, сжатии, или же оно будет сложное, а также от того, требуется ли значительная прочность или сварка должна служить только для уплотнения вместо чеканки.

4. Обработка и сборка должны производиться так, чтобы получились чистые, надлежащие и достаточные поверхности соприкосновения привариваемых частей и такое их расположение, чтобы в результате получился хороший прочный шов.

5. Подлежащие сварке стыки должны быть так расположены, чтобы как можно меньше затруднять работу сварщика. Обычно наиболее удобным положением является горизонтальное положение (нижний шов). Вертикальные и потолочные сварки можно делать и делать хорошо, но они труднее и утомительнее для сварщика.

6. Обыкновенно не выравнивают кромок листов и выступающих частей сварных швов; однако иногда приходится делать это для получения ровной поверхности листов. Так например это необходимо делать у верхнего конца резервуаров для наложения хомута, или же если требуется специальная отделка резервуара. В таких случаях можно слегка усилить швы с внутренней стороны в возмещение прочности снятого снаружи металла.

Если приходится сваривать длинные швы встык, то необходимо производить сварку непрерывно и в один слой, чтобы дать возможность произойти усадке шва по мере того, как сварка подвигается; в противном случае могут получиться вредные деформации и чрезмерные внутренние напряжения. Величина допуска для усадки отчасти зависит от скорости сварки и обычно составляет около 1,5% длины шва, т. е. если длина шва 3 м и зазор между листами в начале шва 3 мм, то в конце шва зазор будет 48 мм.

Для удержания листов на надлежащем расстоянии пользуются труб-
динками, которые снимают по мере приближения сварки. Сварщик
должен следить за зазором: если он уменьшается слишком быстро,
то нужно ускорить сварку; если же он наоборот убывает недостаточно
скоро, то нужно выждать уменьшения его.

Эти предосторожности не нужны в швах: очень коротких встык,
внахлестку и между корпусом и дном резервуаров. Эти швы или слиш-
ком коротки, чтобы могли образоваться сколько-нибудь серьезные
напряжения, или листы могут
поддаваться, вследствие чего на-
пряжения распределяются на
более широкую площадь.

6. Тендерные баки паровозов.
Одна из восточных американ-
ских дорог отступила от обыч-
ного типа скеланных тендер-
ных баков и построила бак,
всецело сваренный электриче-
ской дугой.

Способ приварки листов к
угольникам баков виден из
рис. 68. Боковые листы сварены
встык, а затем подкосы и щитки
надежно пригарены к боковым листам. В результате получился проч-
ный, водонепроницаемый бак хорошего вида, по прочности не усту-
пающий скеланному баку.

При постройке бака всего было сделано около 366 погонных сва-
рок. Приводимые цифровые данные показывают подробности свароч-
ной работы:

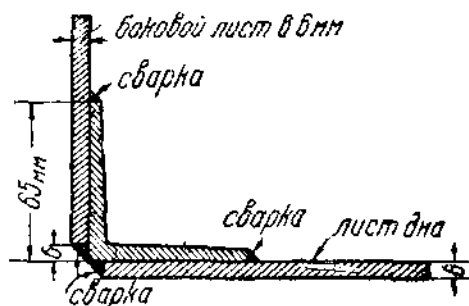


Рис. 68. Способ приварки листов к уголь-
никам баков.

Сварка встык листов в 6,3 мм	29,0 м
8 тавровых балок 89 × 89 × 10 мм, служащих для усиления	167,7 >
10 угольников 63 × 63 × 8 мм	125,0 >
23 боковых тавровых балки 89 × 9 × 10	36,6 >
Обвязки со стороны угла	7,7 >
Итого сварок	366,0 м

Сигнальные приспособления и проушины прикреплены. Окончатель-
ные размеры бака: длина 7925 мм, ширина 3048 мм, высота 1575, ем-
кость 30 м³ воды и 12 т угля. Бак установлен на литой стальной раме.
Тендер ходит с пассажирским паровозом Пассифик.

7. Сварка дна и крыши в резервуарах Мамос для хранения жидкостей.
В резервуарах емкостью в 12 000 м³ дно и крыша успешно свариваются
электрической дугой. Диаметр одного такого резервуара 35,66 м. Дно
изготовлено из прямых листов в 5486 × 1828 × 4,7 мм, весом прибли-
зительно по 400 кг. Фигурные листы сделаны из таких же листов, но
отличаются по форме и величине. Листы укладываются внахлестку
приблизительно на 32 мм, а затем скрепляются прихваточной сваркой.
Сперва делают по одной скрепе на продольном и поперечном шве; затем
до укладки следующего листа делают возможно больше креплений при-
близительно в 25 мм длины на расстоянии около 450 мм. По укладке всех

листов заканчивают прихваточную сварку в тех местах, где первоначально остались большие промежутки. Необходимо иметь чернорабочих для переноски материалов и укладки тяжелых грузов, служащих для сжатия листов во время сварки. Сварка может дать значительную экономию, так как можно класть дно непосредственно на землю; между тем в склепанных резервуарах приходится делать кольцеобразный фундамент так, чтобы дно было на высоте около 600 мм над землей.

По окончании прихваточной сварки делается осмотр дна для определения слабых мест, в которых листы согнуты или их нельзя свести обыкновенным способом. Их нужно силою прижать друг к другу и особо скрепить. Затем приваривают наружный угольник прерывистым швом и подвешивают первое звено корпуса, служащее заготовкой сварщиков от ветра во время сварки швов.

Сварку можно начинать с продольных швов от центра резервуара до наружного угольника. По окончании сварки продольного шва сваривают соответственные поперечные швы в 1829 мм, затем сваривают следующий продольный шов и соответственные короткие и т. д. до наружного угольника.

Прихваточная и окончательная сварка крыши производится приблизительно так же, как дна. Разница та, что в дурную погоду сварщики страдают от холода и ветра. Некоторая защита возможна, если скрепить между собою под прямым углом две ширины $50 \times 450 \times 1200$ м.

ГЛАВА ВТОРАЯ

ГАЗОВАЯ СВАРКА РЕЗЕРВУАРОВ.

1. Резервуары для хранения жидкостей. Цистерна, изображенная на рис. 69, емкостью 90 м³, не служит примером самых больших сваренных



Рис. 69. Сварная цистерна.

резервуаров, изготавливаемых теперь. Однако эта цистерна представляет собою типичную конструкцию этого рода и выбрана ввиду некоторых интересных деталей ее изготовления.

По проекту цистерна имеет диаметр около 3000 мм и длину 12 000 мм (емкостью около 90 м³); толщина листов цилиндрической части = 4,7 мм,

а крышки = 6,3 мм. Как видно из рисунка, цистерна имеет всего 8 поперечных швов, а продольные швы расставлены в разгонку (соединены); из них три обращены в сторону зрителя, а остальные 4 на диаметрально противоположной стороне. Крышки сделаны из 5 кусков, сваренных двумя продольными и двумя поперечными швами. Все швы сварены встык с усилением с наружной стороны. Кромки листов скошены для обеспечения проникания пламени и наплавляемого металла. Забортованный лаз помещен в середине цистерны. Цистерна была испытана давлением, в 4 раза, большим рабочего давления, и ни один шов не пропускал нефти.

Один из рекордных по величине сваренных резервуаров был изготовлен для бензина, диаметром в 6700 мм и в 9140 мм высоты. Он изготовлен из стальных листов в 6,3 мм толщины, сваренных ацетиленокислородным способом.

2. Баллоны для сжатых газов. Нижеследующие советы для ацетиленокислородной сварки баллонов для сжатых газов даны опытными инспекторами.

Кромки всех листов должны быть скошены под углом в 45° . При сварке продольных швов встык таковые должны быть раздвинуты у дальнего конца на толщину листов, помноженную на тройное число метров длины. При сварке поперечных швов следует сперва скрепить их полдюжиной прихваток на равных расстояниях, а затем сварить промежутки. Поперечные швы следует сваривать только с наружной стороны. Продольные швы следует сваривать с одной наружной стороны при толщине стенок меньше 6 мм и с обеих сторон в приемниках для высокого давления с большей толщиной стенок. Сварку продольных швов надо начинать с внутренней стороны; швы следует усилить с обеих сторон приблизительно на 10%. В продольных швах, сваренных с одной наружной стороны, усиление тоже должно быть не больше 10%. Все баллоны следует испытать гидравлическим давлением по крайней мере вдвое большим рабочего давления. Все швы должны быть представлены сварочным экспертам для освидетельствования; кроме того должны быть предусмотрены способы для периодических испытаний работы отдельных сварщиков.

При выборе материала для баллонов и сварочных стержней, рода и способа сварки и величины усиления швов нужно исходить из той точки зрения, что сварные швы должны быть прочнее самих стенок. Можно усилить баллоны, раскатывая цилиндрическую часть после сварки продольного шва. Это основано на том, что при предварительном свертывании листов концы остаются прямыми и затем под давлением стремятся закруглиться, вызывая этим изгибающее усилие в самих швах; между тем при раскатывании листов после сварки внутреннее рабочее давление вызовет равномерное по всему корпусу напряжение. При изготовлении относительно небольших баллонов полезно нагревать сварные швы и листы с обеих сторон швов по ширине в несколько сантиметров до темнокрасного каления (480°C) для уничтожения напряжений, вызываемых сваркой. Это тем меньше необходимо, чем меньше временное сопротивление листов на разрыв.

Во многих важных случаях успех газовой сварки резервуаров был в значительной степени обусловлен тщательным выбором основного металла и сварочных стержней. Лучшие резервуары могут получиться

при изготовлении баллонов из листов, содержащих не более 0,15% углерода, 0,60% марганца, 0,05% серы и 0,04% фосфора, с временным сопротивлением на разрыв не выше 3 500 кг/см² при пределе текучести не менее половины временного сопротивления. Листы не должны также содержать неметаллических примесей и быть надлежаще отожжены.

Что касается сварочных стержней, то применяемые обыкновенно стержни с небольшим содержанием углерода по видимому недостаточно прочны. Вместо того рекомендуются стержни, содержащие 0,15 — 0,25% углерода; 0,50 — 0,80% марганца; 0,045% серы; 0,04% фосфора и 3,25 — 3,75 никеля.

При проектировании сварных баллонов необходимо обращать особое внимание на удовлетворительную подготовку швов, а также на экономию при разрезывании листов. При массовом изготовлении желательно закончить до сварки возможно больше подготовительных работ. Сюда включается изготовление лазов и отверстий для соединения с трубами. С другой стороны, также хорошо можно изготовлять с помощью горелки специальные баллоны, применяя для выкройки листов и вырезки нужных отверстий газовые резаки. Заводы тщательно стараются соблюдать условие, чтобы при изготовлении баллонов высокого давления избегать стыков у загибов. Если стыки приходится в прямом месте, то получается небольшое увеличение стоимости, но зато значительное увеличение прочности. Добавочная прочность может быть обеспечена путем усиления помощью полос из углового железа или стягивающих колец вокруг верхушки.

Бажен также выбор листов, так как материал, который можно считать удовлетворительным для склепанных баллонов, может не обладать всеми качествами, нужными для возможности удовлетворительной сварки. В зависимости от назначения баллонов страховые общества предписывают определенную толщину для баллонов разной величины. Также установлены некоторые общие требования относительно материала для баллонов разного назначения. Однако в случае сварки баллонов необходимо также убедиться в возможности хорошей сварки и доброкачественности выбранного материала. Не трудно сделать в мастерских до начала работ такие испытания образцов листов. Есть много разного рода небольших резервуаров и приемников, которые не будут подвергаться давлению и которые можно изготовлять в сварочных мастерских из всякого рода обрезков труб и листов. Этим часто можно достигнуть значительной экономии в стоимости материалов, если предварительно тщательно обсудить назначение приемников.

Надлежащее оборудование для сварки баллонов должно включать приспособления для выкройки листов и поддержки частей во время сварки.

Для надлежащей установки частей обычно применяются струбцинки и клинья, которые снимаются по мере того, как сварка подвигается.

Эти меры предосторожности необходимо принимать для противодействия усилиям расширения и усадки. При сварке всегда следует применять нейтральное пламя, и сварщик должен прилагать все усилия к обеспечению хорошего провара. Правильно исполненные сварки требуют не больше 15% усиления при сварке с одной стороны и не более 30% при сварке с обеих сторон.

3. Техника сварки баллонов для сжатых газов. В приемниках, в которых давление колеблется, происходит незначительное изменение формы до тех пор, пока корпус становится точно цилиндрическим. Если эти деформации чрезмерны, они могут иногда вызвать развитие трещин; важно уменьшить до минимума все такого рода деформации, особенно в швах или местах, смежных с ними. Для получения сварного корпуса правильной цилиндрической формы края его должны быть так отогнуты, чтобы при сварке не было плоских мест. Если края листа не отогнуты как следует, то не получится точно цилиндрическая форма, и под действием внутреннего давления плоская часть будет изменяться, вызывая этим изгибающее усилие в шве и в смежном металле. По прекращении давления эти части будут стремиться вновь выпрямиться.

Правильный скос, круглая форма, прямые кромки, подходящие подпорки и приспособления много содействуют успеху сварки.

4. Подготовка под сварку. Для скашивания кромок листов применяются разные способы, хотя производительность их разная и нельзя установить абсолютно точного правила, который из них лучший. Скашивание кромок ровных листов обходится дешевле, если эту работу производить на специальном строгальном станке до свертывания листов. Таким способом можно получить правильно скошенные кромки в продольных и поперечных швах.

Сваренные внахлестку трубы, применяемые для корпусов резервуаров, можно подряд и дешево обрезать и скашивать на разрезном станке.

Кромки забортованных крышек можно скашивать на токарном станке, обтачивая их под углом при обрезке бортов. Однако в некоторых случаях, за неимением оборудования, кромки корпуса баллона оставляются нескошенными; тогда приходится прикреплять крышки к корпусу прерывистым швом, причем нижняя кромка крышки будет отстоять от кромок корпуса с зазором в 3 — 5 мм, смотря по толщине листов.

5. Крышки для больших и малых резервуаров. В трубах небольшого диаметра, сваренных внахлестку, можно ставить плоские крышки, впуская их внутрь труб и сваривая их по кромкам, или же можно делать крышки такого же диаметра, как и труба, и приваривать их к концам трубы. Наиболее целесообразный способ состоит в постановке выпуклых крышек.

В цилиндрах с плоскими и выпуклыми крышками развиваются при внутреннем давлении наиболее значительные изгибающие усилия в местах перехода крышек в цилиндр. Поэтому важно, чтобы стыки были вне этой сферы. Это легко выполнить, если забортовать крышки и приваривать их к корпусу на расстоянии в 50 — 75 мм от загиба. Тогда изгибающее усилие сосредоточивается в целом месте листа.

В некоторых случаях борт крышки впускается в корпус и приваривается в наружном углу; в больших корпусах можно сварить и внутреннюю кромку. Другой способ состоит в том, что забортованная крышка впускается в корпус, а край последней отгибается поверх крышки, и кромка ее сваривается. Это дает очень прочный стык. На деле он значительно прочнее, чем нужно, но с технической точки зрения это грубый способ.

При применении в приемниках выпуклых крышек и приварке их ацетилено-кислородным способом, их ставят у обоих концов выпуклостью наружу, чем достигается наибольшая возможная емкость. Если

одною сварка делается в кузнице, то приходится ставить обе крышки выпуклостью внутрь для возможности сварки на наковальне. В склепанных сосудах одна крышка должна быть обращена выпуклостью внутрь, для того чтобы можно было удержать и приклепать ее.

На рис. 70 указаны разные формы крышек для малых, а на рис. 71 для больших резервуаров. Полный комплект резервуарных швов можно

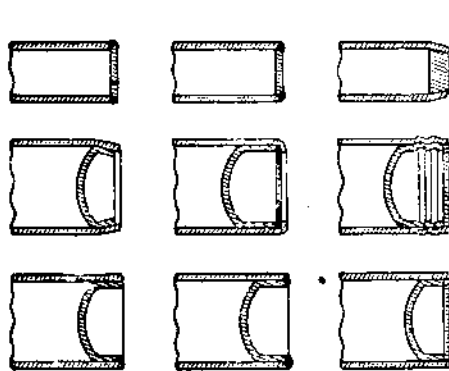


Рис. 70. Формы крышек для малых резервуаров.

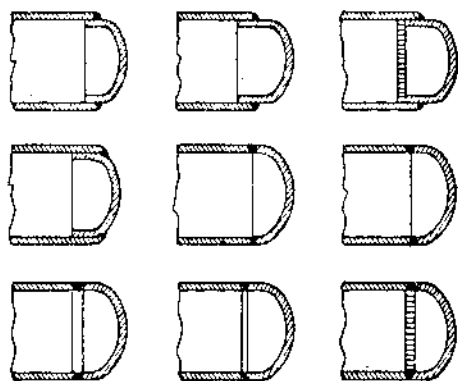


Рис. 71. Формы крышек для больших резервуаров.

найти в конце книги. На рис. 72 представлен обычный способ сварки, применяемый в охладителях для рассола.

6. Жесткие и нежесткие способы сварки. При сварке продольных швов свернутого цилиндра необходимо начинать с одного конца при непараллельных кромках, расходящихся на величину, зависящую от толщины стенок, скорости сварки и приспособлений для удержания кромок на надлежащем расстоянии. Обычно принято разводить тонкие

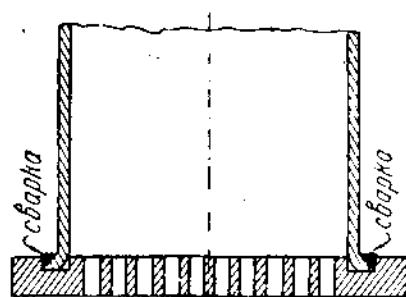


Рис. 72. Способ сварки, применяемый в охладителях для рассола.

листы на 20 мм на один погонный метр, т. е. на 2% длины. Так например в цилиндре в 2500 мм длины при скрепе одного конца зазора в другом должен быть около 50 мм. Несколько больший зазор желателен для листов в 10 мм и более. Некоторые предприятия принимают значительно большие зазоры даже для более тонких листов, доходя до 6% длины.

Это пример нежесткой системы сварки. По мере того, как сварка и усадка остывающего шва сводят кромки листов, при правильном за-

воре и равномерной скорости сварки кромки становятся параллельными, когда сварка доходит до конца.

Примером жесткой сварки служит приварка забортованной крышки к концу трубы или цилиндра. Обычно принято скреплять в четырех или более точках и начать сварку у одной скрепы; при этом нужно держать клин перед местом сварки для предупреждения чрезмерного сближения кромок от усадки остывающего шва. Когда сварка дошла до се-

редины кольцевого шва или несколько дальше, то клин не нужен больше, и сварка заканчивается с поддержкой только скреп и уже законченной сварки. В этом случае усадочное напряжение не может значительно покоробить шов и практически не требуется никаких допусков для усадки шва. Относительно величины этих напряжений у нас нет данных. Однако, считаясь с тем, что поперечный шов теоретически вдвое прочнее продольного той же толщины, вопрос о внутренних напряжениях в поперечном шве не имеет большого значения.

7. Проверка усадки. В предупреждение слишком быстрого уничтожения вазора применяется колодка с сечением в виде буквы Н (рис. 73), передвигаемая перед сваркой. Если эта колодка выполнена с достаточным расстоянием полок, то возможно применение клиньев между полками и корпусом для предупреждения деформации шва. Другой способ состоит в применении у свободного конца свариваемого корпуса домкрата, постепенно опускаемого по мере передвижения сварки. При окончании сварки кромки совершенно сходятся.

При сварке продольных швов в приемниках для сжатых газов требуется больше искусства, чем вероятно при любой другой работе по ацетиленокислородной сварке. Сварщик должен обеспечить тщательное проникание и достигнуть максимальной прочности. В то же время ему приходится действовать клиньями так, чтобы кромки оставались в надлежащем положении и усадка продолжалась равномерно до конца. Тогда получится равный шов и точно цилиндрический корпус.

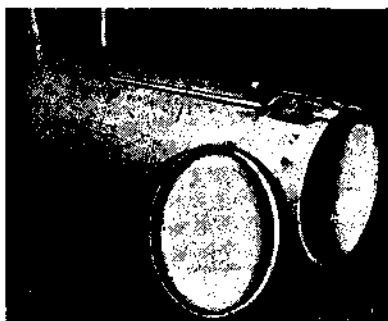


Рис. 73. Колодка для регулирования вазора.

8. Приварка труб к резервуарам. В случае приварки ниппеля к боковой поверхности трубы приходится производить работу так, чтобы обеспечить правильное его положение по охлаждению, т. е. под прямым углом к трубе. При приварке только одного ниппеля работа относительно легка, так как сварщику не приходится считаться с комбинированным влиянием нескольких сварок. Сварка на боковой поверхности трубы вызывает напряжение, стремящееся укоротить эту сторону и согнуть трубу. Однако влияние этого напряжения сравнительно мало и при приварке одного ниппеля незаметно, особенно если труба большого диаметра и сравнительно коротка.

Вблизи крышки или фланца можно ставить ниппель с небольшим отклонением от отвеса на величину, зависящую от его длины и диаметра, например при приварке к трубе ниппеля диаметром 125 мм и длиной 150 — 175 мм можно с крышкой или фланцем отклонение от отвеса может быть 3 мм по длине трубы. Сварку нужно начинать с низкорасположенных швов или с большего угла (рис. 74), а затем продолжать ее вокруг основания ниппеля до исходной точки. Влияние расширения и усадки вообще будет достаточно для выпрямления ниппеля. Если нормальное влияние усадки недостаточно, то можно усилить его, проводя вновь пламенем горелки вдоль основания ниппеля и быстро охлаждая его мокрыми концами (тряпками, паклей). Стремление выпрямить

ниппель, приваренный указанным способом, может показаться недостаточно ясным. Оно обусловлено сокращением поперечных волокон трубы благодаря повторному нагреву металла в местах начала и конца сварки. На противоположной стороне металл тоже нагревается, но только один раз, благодаря чему сокращение волокон здесь меньше, чем там, где происходит двойной нагрев. Кроме того фланец (или крышка) противодействует сокращению и старается удержать смежную часть основания ниппеля на своем месте. При повторном нагреве и быстром охлаждении результат усиливается. На деле сварщик, опытный в этом приеме, может даже вызвать заметную складку в месте соединения ниппеля с трубой.

Предположим, что требуется поставить 8 или 10 ниппелей на трубу диаметром в 200 мм и длиной в 3 м. В этом случае совместное действие сжатия и изгиба сильно заметно и должно быть принимаемо в расчет. Для выпрямления трубы самый простой способ состоит в следующем:

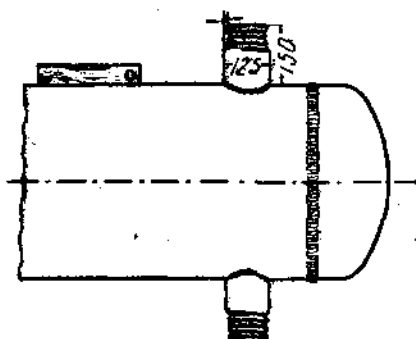


Рис. 74. Приварка ниппеля к резервуару.

сначала надо согнуть трубу, доведя стрелу изгиба посередине, положим на 13 мм. При приварке ниппелей усадка, произведенная сжатием сварных швов, сокращает длинную сторону трубы на величину, зависящую от ее диаметра и длины и числа приваренных ниппелей. При достаточном опыте таким приемом может быть достигнуто выпрямление трубы. Трубу малого диаметра значительной длины можно выпрямить путем нагрева и изгиба части между ниппелями.

9. Газгольдеры. В докладе, читанном в международной Ацетиленовой ассоциации, Г. О. Картер описал успешную постройку газгольдера в 1400 м³. Намеченный способ состоял в следующем: 1) скрепление листов дна прерывистой сваркой; 2) скрепление круга из углового железа с дном прерывистой сваркой; 3) сварка листов концами так, чтобы получилось сплошное кольцо 1372 мм высоты и 8 мм толщины; 4) сварка дна велась так, чтобы сосредоточить напряжения в первом кольце и этим избежать коробления, которое случается при сварке несскрепленных листов. При установке боковых листов было намечено произвести сварку всех швов с зазором у несваренного конца так, чтобы получился выход для напряжений. Скоро нашли, что было бы трудно занимать большую партию сварщиков при такой сварке горизонтальных швов, так как на каждом шве мог бы работать только один человек.

Листы дна были уложены на ящики в 700 мм высоты. Трапециевидные листы были уложены на ящиках и скреплены прерывистой сваркой. Затем все ящики были вынуты за исключением находившихся под трапециевидными листами. После того были устроены поддержки дна из сколоченных досок, которые получались прибивкой гвоздями куска доски в 25 × 250 мм к кромке другого такого же куска, так что длинные стороны были взаимно перпендикулярны, наподобие углового железа. Эта форма подставок для защиты против боковых усилий, стре-

мящихся опрокинуть их, а равно способ обивки досок гвоздями допускают легкую разбивку деревянных подставок, когда требуется опустить дно. Для подъема боковых листов служили рамы в форме буквы А. Они были соединены по длине струбцинками. Сначала пробовали делать прерывистую сварку одной партией сварщиков, но это не дало хорошего результата; поэтому было поставлено большее число людей для одновременной прерывистой сварки каждого шва. Нашли, что самая важная задача при этой работе заключается в подготовке материала и способе обращения с ним.

10. Наложение заплат на резервуары. В случае необходимости приварить к стальному резервуару заплату из нового металла для закрытия дыры следует ставить выпуклые заплаты, чтобы предупредить растрескивание шва при охлаждении. Заплату следует заготовить приблизительно, как указано на рис. 75, и приварить обычным способом выпуклой стороной наружу. При этом следует дать сварке остыть медленно, проводя пламенем по выпуклой части заплаты и ударяя по ней молотком легко, но быстро, пока она не сольется с остальной поверхностью.



Рис. 75. Выпуклая заплата.

11. Исправление бензиновых резервуаров. При исправлении сварочной горелкой резервуара, давшего течь и бывшего в употреблении под бензином, газoliном или нефтью, существует известная опасность взрыва, если не принимать мер предосторожности до начала сварки. Лучше всего тщательно очистить резервуар свежим паром. Другой способ состоит в наполнении резервуара водой. В спускное отверстие ввинчивают специальную втулку с вертикальной трубой. Труба сообщается с внутренностью резервуара и достаточно длинна, так что при заполнении резервуара она указывает уровень воды. Труба может поворачиваться во все стороны, а потому можно производить сварку резервуара в любом его положении. Если в течение работы по-



Рис. 76. Привариваемые фланцы.

вышается давление вследствие нагрева резервуара, то вода будет выжиматься через трубу, и давление в резервуаре будет прекращено; так как резервуар будет наполнен воздухом, то не будет опасности образования гремучей смеси.

12. Приварка фланцев. Приварка фланцев введена для облегчения устройства отверстий с резьбой в котлах, резервуарах и бочках. Для приварки фланцев к приемникам применяется много разных способов. Некоторые заводы применяют газовую, другие электрическую сварку. Некоторые сваривают с наружной, другие с внутренней стороны и пр.

Различные фланцы нужны для разных типов производства и в соответствии с назначением приемника (рис. 76).

13. Резервуарные сварки большой прочности. Ацетилено-кислородная сварка производится вертикальным Х-образным швом одновременно с обеих сторон двумя сварщиками. После сварки нескольких сантиметров проводят пламенем горелки с обеих сторон по законченной части шва и выравнивают его молотком. Обработку молотком необходимо производить при надлежащей температуре, проковывая с обеих сторон шов вместе со смежным с ним металлом листов. В швах, выровненных проковкой, более равномерно распределяются напряжения, вызываемые в резервуаре переменными усилиями. При применении Х-образного шва получается некоторая экономия, так как для такого шва требуется вдвое меньше наплавляемого металла и газа, чем для V-образного.

ГЛАВА ТРЕТЬЯ.

ПОСТРОЙКА ПЕРВОГО ЭЛЕКТРОСВАРНОГО РЕЗЕРВУАРА ДЛЯ БЕНЗИНА В СССР.¹

В апреле 1929 г. Коммерческим агентством Уссурийской ж. д. было поручено электросварочной мастерской при лаборатории электрической и газовой сварки Дальневосточного университета изготовить резервуар для бензина. Размеры бака: емкость — 300 т, диаметр 7,7 м, высота 6,38 м. Кровля коническая из 4 мм железа. Толщина листов днища — 6 мм, барабанов от 5 до 7 мм. Общий вес около 12 т. Заданный срок 5 недель.

Ввиду того, что захолустная станция Б. Невер не имеет никакой электростанции, необходимой для питания электросварочной установки, предстояло изготовить специальный сварочный агрегат, который можно было бы подать туда вместе с двигателем. Для этой цели был использован локомобиль Ланца в 24 л. с., соединенный ремнем со сварочным генератором.

Ввиду того, что для сооружения основания на станции Б. Невер и изготовления сварочного агрегата требовалось время, было решено всю работу разбить на два периода: пока собирается агрегат и делается основание из листов, сварить во Владивостоке отдельные части бака, затратив на это две недели: части перевезти на место постройки бака и в течение трех недель сварить их в одно целое.

Было намечено два варианта. По обоим вариантам размеры отдельных перевозимых частей должны были удовлетворять габаритным условиям ж. д.

По первому варианту все швы днища кроме среднего сваривались во Владивостоке. Кровля составлялась из шести секторов, свариваемых между собою на ст. Б. Невер. Боковая поверхность вся сваривалась во Владивостоке и затем разрезалась по образующей на 6 равных частей. При этом весь бак размещался в виде 14 частей на одной платформе. Вторая платформа предназначалась для двигателя, и крытый товарный вагон — для всего прочего оборудования.

По второму варианту все швы днища и кровли, кроме средних, сваривались внахлестку во Владивостоке. Листы для боковой поверх-

¹ Способ проф. В. П. Вологодина, см. журнал «Автогенное дело» 1930 г., № 1.

ности сваривались встык отдельными поясами в виде длинных лент. Для перевозки ленты сворачивались в рулоны диаметром от 2,5 до 3 м. По второму варианту весь бак делился на 9 частей.

Остановились на втором варианте.

После изготовления днища и кровли в мастерской, каждая половина днища была прихвачена для перевозки к соответствующей половинке кровли, образуя два гигантских выпуклых веера. Последние подлежали установке стойками на одной из платформ с прихваткой их плоскими поверхностями друг к другу и со скреплением между собой приваренными скобами, расположенными по окружности.

Подъем и установка на платформу производились катучим подъемным краном. При погрузке однако произошла авария, лишний раз подчеркнувшая абсолютную выносливость электродов при деформировании конструкций.

После предварительной установки обеих половинок на платформу, когда они находились в положении, указанном на рис. 77, и когда оставалось лишь сблизить их между собой, крановщик неосторожным поворотом стрелы крана задел за веера и уронил их с платформы на землю на лежавшие неподалеку швеллерные балки. Вполне естественным было ожидать порчи конструкции, весившей около 5 т и упавшей со значительной высоты (до верхней точки 5,5 м). Действительно половинка, оказавшаяся внизу, расплющилась, причем коническая кровля оторвалась от прихваток к днищу и расплющилась в развертку конуса. Верхняя половинка не пострадала. Метод исправления был весьма прост. Тот же кран взял кровлю за вершину и приподнял ее, причем она сразу же приняла вновь коническую форму. В этом виде ее опустили на распластанную на земле половинку днища, подвели под вершину распорную стойку, усилили днище уголком по диаметру в плоскости разреза и вновь кровлю приварили к днищу. В дальнейшем обе выпуклые половинки были соединены между собой на земле, и обе сразу подняты за приваренные сверху ушки на платформу. Падение, разгибка конуса и обратное сворачивание его не оказали на прочность и непроницаемость швов никакого влияния и при сдаче бака, когда он был заполнен до самой вершины кровли, течи обнаружено не было.

Как указало, боковая поверхность резервуара была изготовлена в виде 5 длинных лент (около 24 м каждая) по числу поясов бака. Ленты для удобства транспортирования скатывались в рулоны, которые помещались один в другом. Процесс скатывания и погрузка рулонов на платформы показаны на рис. 78 и 79.

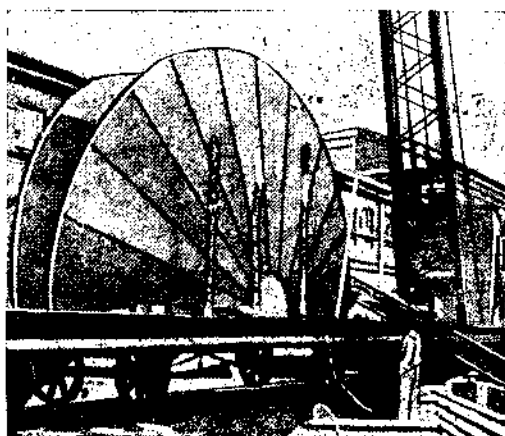


Рис. 77. Половинки днища и кровли на платформе.

По подсчету оказалось, что парусность веера оказалась настолько значительной, что при стечении неблагоприятных условий и на поворотах веер мог опрокинуть платформу. Во избежание этого платформа

была дополнительно заполнена углем, что придало ей достаточную устойчивость.

Вторая платформа была загружена четырьмя рулонами, вставленными один в другой попарно. На третью погрузили локомотив и пятый рулон, и наконец крытый товарный вагон был загружен остальным оборудованием. Таким образом перевозка частей, изготовленных во Владивостоке, по второму варианту требовала на одну платформу больше, чем по первому варианту, хотя самих частей было и меньше.

Этот транспорт проделал пробег в 2000 километров совершенно благополучно.

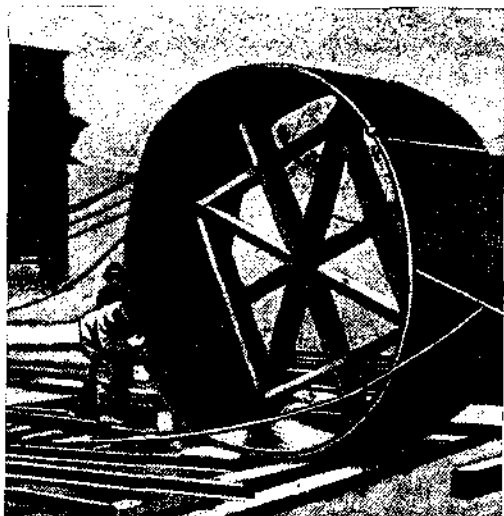


Рис. 78. Скатывание боковой поверхности в рулоны.

Метод постройки резервуара базировался на следующих положениях:

1. Кратчайший срок постройки.
2. Придание габаритных размеров составным частям, подлежащим перевозке по железной дороге.

3. Выполнение максимума заготовительных операций в мастерской, а не на месте работ.

4. Никаких лесов и сложных вспомогательных сооружений на месте работ.

5. Минимум затраты рабочей квалифицированной силы (один руководитель и один электросварщик).

Этот метод укладывается в следующую схему.

1. На месте работ выравнивается площадка.

2. На площадку затаскиваются обе половинки днища.

Единственный, оставшийся несваренным, продольный по диаметру шов проваривается.

3. На днище затаскивается половинка кровли. Так же, как и у днища проваривается диаметральный шов по двум образующим конуса (рис. 80).

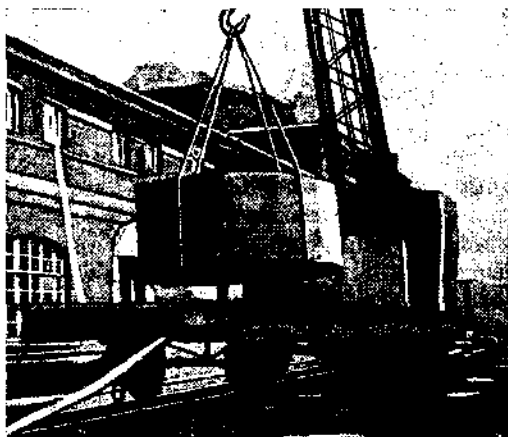


Рис. 79. Погрузка рулонов.

4. Закапывается четыре деревянных столба, высотой над уровнем земли в 5 м на расстоянии 0,75 м от окружности днища. Столбы укрепляются оттяжками. К бугелю наверху столбов подвешивается по 3-тонной тали.

5. За четыре ушка, приваренных к окружности кровли, последняя поднимается тальями на высоту двух метров.

6. На днище затаскивается рулон первого сверту барабана, разворачивается там в цилиндр, рихтуется по нижнему уголку бараба, приваренного кольцом к окружности днища. Сваривается в вертикальном положении единственный шов барабана, оставшийся несваренным.



Рис. 80. Сварка двух половинок кровли в одно целое.

7. Кровля опускается на талих на первый барабан, в который вгоняется вертикальная полка кругового уголка, приваренного ранее снизу к окружности кровли.

Круговой шов по верхней кромке первого барабана проваривается сплошной варкой, внутренний шов проваривается прерывистой варкой.

Рис. 81. Приподнятый первый пояс с кровлей.

8. Кровля с первым поясом поднимается на высоту 1,5 м, затаскивается рулон второго барабана, разворачивается, рихтуется по днищу, сваривается по образующей (рис. 81).

9. Кровля с первым поясом опускается на второй пояс; нижний край первого барабана вправляется внутрь второго; наружная кромка проваривается сплошным швом, а внутренняя — прерывистым (рис. 82).

10. На высоте крюкового шва между первым и вторым поясами приваривается четыре новых ушка, за которые закладываются гаки талей. Сваренная конструк-

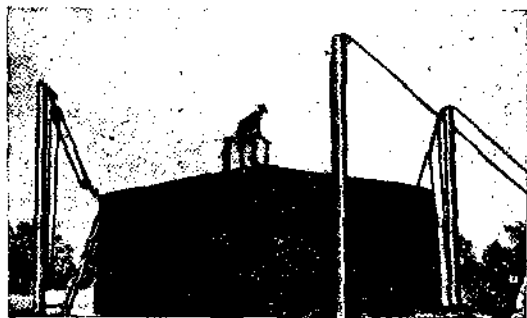


Рис. 82. Кровля с первым поясом, опущенная на второй пояс.

ция поднимается вновь на высоту одного пояса. Подводится третий пояс, сваривается по образующей (рис. 83).

Поднятая часть опускается на третий пояс и сваривается с ним. Подобные операции повторяются в той же последовательности до тех пор, пока все пять поясов не будут сварены в одно целое.

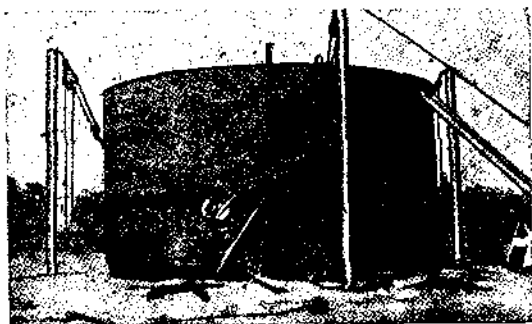


Рис. 83. Подводна третьего пояса под первые два.

выполнен. Конечно на пути встретилось много непредвиденных и досадных затруднений, задерживавших выполнение работ.

Как упоминалось выше, все сварные швы были выполнены всего только одним сварщиком под руководством инженера. С ними вместе выезжал один механик для обслуживания локомотива. На месте работ и подъема было взято еще несколько чернорабочих.

Испытание бака наливом воды дало очень хорошие результаты, причем течи нигде в швах обнаружено не было в течение 8 часов испытания. Было лишь замечено легкое намокание без образования капель в семи разных местах, быстро ликвидированное подваркой.

Все работы по сборке и сварке бака на месте заняли 19 дней, вместо запроектированных 21 дня.

При варке днища в мастерской был проведен хронометраж работ и полный учет материальных расходов. Приводим результаты обработки полученных данных, которые могут быть использованы при производстве калькуляций на подобные сварочные работы.

Ввиду весьма высоких требований, предъявленных к швам со стороны непроницаемости, последние, несмотря на сравнительно небольшую толщину листов днища — 6 мм, варились за два прохода. Система

11. Готовый бак приподнимается весь с днищем на высоту до 0,5 м, устанавливается на деревянные стойки. Днище заливается керосином. Производится наружное освидетельствование швов днища.

12. Бак опускается на грунт, наполняется водой до верха кровли (рис. 84). Производится сдача приемочной комиссии.

Этот план со всей его последовательностью и был

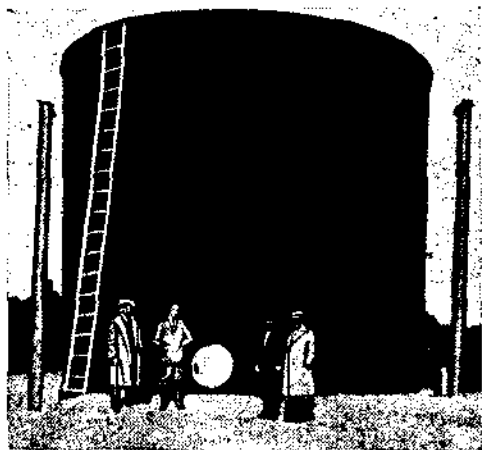


Рис. 84. Готовый бак.

шва — нахлестка, проваренная с лицевой стороны нормальным или слегка усиленным сплошным швом, а с тыловой — прерывистым швом с индексом 100/40¹. Первый слой был проложен американскими электродами S.E.C^o марка «F» диаметром $\frac{1}{8}$ ", а вторая — электродами из уральской проволоки в 4 мм. Варка производилась дугой постоянного тока от сварочного агрегата фирмы «North Western Mans C^o».

Таблица I.

Сводка данных сварки бака.

	Первый проход	Второй проход
1. Длина швов	31,13 м	31,13 м
2. Затрачено времени	8,116 часа	16,028 часа
3. Израсходовано электроэнергии	36,3 квч.	75,4 квч.
4. Израсходовано электроэнергии в час	4,5 »	4,7 »
5. » стержней в час	4 960 г	12 700 г
6. » » »	611 »	793 »
7. Осталось огарков	1 100 »	2 100 »
8. » » в % веса электродов	22,2%	16,6%
9. Прошло через дугу электродов	3 860 г	10 600 г

Затраченное время распределяется на отдельные операции следующим образом.

Таблица II.

Распределение затраченного времени.

Процессы работ	Первый проход		Второй проход		Всего	
	На 1 м шва минут	%	На 1 м шва минут	%	На 1 м шва минут	%
1. Перемена стержней в держателе . . .	2,25	14,3	3,43	11,3	5,68	12
2. Варка	8,74	53,5	17,50	55,9	26,24	55,6
3. Подбивка кромок и др. мелкие потери .	2,27	14,5	2,48	7,96	4,75	10,7
4. Чистка	0,44	2,8	2,45	7,93	2,89	6,1
5. Перемещение сварщика	0,89	5,6	1,45	4,6	2,34	4,95
6. Подготовительные работы, пуск машины	0,95	6,5	1,23	3,95	2,18	4,6
7. Уборка, служебные разговоры	0,11	0,7	0,48	1,26	0,59	1,25
8. Отдых, случайные перерывы	0,35	2,1	2,19	7,02	2,54	5,4
	16,00	100	31,21	100	47,21	100
9. Израсходовано электродов	159,2 г		344 г		503,2 г	
10. Израсходовано электро-энергии	1,17 квч		2,45 квч		3,62 квч	
11. Скорость варки	3,87 м/ч		1,925 м/ч		1,28 м/ч	

Эти результаты подтвердили и другие наблюдения по распределению времени по операциям при варке листового материала: варка — 60%; чистка — 10%, перемена электродов — 12%, перемещения и пр. — 18%.

¹ Индекс прерывности показывает в числителе длину сварки, в знаменателе — длину пропусков в мм.

ГЛАВА ПЕРВАЯ.

ДУГОВАЯ СВАРКА МЕТАЛЛИЧЕСКИХ КОНСТРУКЦИЙ.

Одной из первых работ по применению дуговой сварки металлических конструкций была постройка, выполненная для себя электросварочной компанией в Бруклине.

Перед началом работ были произведены испытания образцов сварных соединений.

Первый образец представлял сварные внахлест полосы сечением $30 \times 9,5$ мм, с длиной перекрестия в 43 мм. При испытании на растяжение появилась трещина в основном металле на расстоянии 75 мм от места сварки (при разрывном усилии в 42 кг/мм^2). При рассмотрении пограничной зоны между наплавленным металлом и основным не было обнаружено отчетливой границы между ними.

Второй образец состоял из двух уголков ($50 \times 75 \times 9$ мм), сваренных под прямым углом друг к другу. Этот образец был вложен в машину так, что один из уголков представлял плечо рычага в горизонтальном положении, к которому на расстоянии 200 мм от места сварки была приложена нагрузка в 5050 кг, что давало момент в месте сварки равный 1010 кгм. Никакого разрушения шва не было.

Испытание этих образцов было признано удовлетворительным. Хотя разрешение на производство работ было дано, но следовало еще провести испытание стальной фермы с пролетом 12 м, служившей для перекрытия. Эти фермы были треугольной формы, и все стержни были сварены дуговой сваркой без болтов или заклепок. Фермы отстояли друг от друга на расстоянии 6 м и поддерживались колоннами высотой в 5,8 м, изготовленными из Н-образных балок 200×200 мм. По бокам этих колонн имелись кронштейны для мостового крана грузоподъемностью 4,5 т. Вес каждой фермы был около 650 кг; верхний и нижний пояса были из тавровых балок $100 \times 125 \times 9$ мм, раскосы из уголков $75 \times 50 \times 9$ мм и прогоны из швеллеров 250 мм при весе 22 кг/м.

Фермы были рассчитаны на давление кровли в 200 кг/м^2 , причем каждая ферма поддерживала панель площадью 75 м^2 . Они были испытаны под нагрузкой 585 кг/м^2 или на полную нагрузку в 44 т на обе фермы. Нагрузка состояла из мешков гравия, наваленных на приспособленный для этой цели настил из досок.

При различных нагрузках были сделаны промеры прогибов в различных точках фермы.

Фермы затем были оставлены под постоянной нагрузкой в течение 48 часов, и сделанные промеры показали следующее: одна опора осела

на 24 мм, другая — на 19 мм; в точке № 2 наблюдались прогибы в 11 мм, в точке № 4 — 12 мм и в точке № 3 — 14 мм. Спустя два дня груза был удален, и новые промеры показали, что все точки вернулись в их прежнее положение за исключением точки № 3, где остаточный прогиб составлял 1,5 мм.

Из более поздних и весьма удачных применений дуговой сварки надо отметить постройку фабричного здания в Америке для Всеобщей компании электричества. Размеры его составляли $12 \times 12 \times 12$ м; на все здание пошло 15 т профильного железа. Применением сварки были достигнуты: значительное сокращение срока выполнения работы и уменьшение оплаты за труд и материалы. Относительно затраты времени отмечено, что если бы в данном случае была выбрана клепанная конструкция, то потребовалось бы разметить и пробить 4500 дыр для заклепок в мастерской и поставить 1800 заклепок на месте постройки. В сварной конструкции пробивка дыр была совершенно исключена, а разметка значительно сокращена. Части строения старались изготовить по возможности в мастерской.

Экономия в оплате труда была также значительна. Обычно отдельная бригада для клепки состоит не менее чем из 4 лиц. Сварщику же не требуется вспомогательная рабочая сила, хотя желательно бывает дать ему помощника при укладке частей перед сваркой. Отсюда становится ясным, какая экономия получается на заработной плате. Следует указать, что на сварку упомянутой конструкции затрачено 186 рабочих часов, включая и работы в мастерской. Экономия в материале составляла разность в весе и стоимостью между 1800 штук заклепок диаметра 19 мм и весом около 60 кг сварочной проволоки, израсходованной на всю работу.

Сварка была выполнена прерывистыми швами вместо непрерывных. Предварительные испытания показали, что непрерывный шов излишен для требуемой прочности этого сооружения.

Вторая работа состояла в изготовлении крановых путей для одного из фабричных зданий. Большинство частей было изготовлено в мастерской на стороне и затем подвезено к месту установки, где и было окончательно собрано. Это было выполнено с той целью, чтобы не препятствовать работе, производимой в данном помещении. Кран находится ежедневно в работе в течение нескольких лет, и подкрановые пути не имели никаких повреждений.

В то же время большое количество испытаний было выполнено по определению величины допускаемых напряжений в сварных соединениях. Удовлетворительные результаты этих испытаний и работа вышеупомянутых сварных конструкций побудили строителей применять сварку в широком масштабе при сооружении зданий.

В заключение следует подчеркнуть, что для получения хороших результатов не только нужно иметь опытных сварщиков, но также нужно стремиться к тому, чтобы металл был очищен от ржавчины, масла и окислы. При неочищенном металле дуга получается неустойчивой, а также вводятся в наплавленный металл окислы, вызывающие порочность шва. Подготовка частей к сварке не представляет больших затруднений, так как это может быть легко выполнено зубилом, небольшим переносным пескоструйным аппаратом или щеткой из стальной проволоки.

1. Дуговая сварка решетчатых ферм. Фермы, будучи основной частью перекрытия, должны противостоять растягивающим и сжимающим усилиям. Каждая ферма состоит из двух поясов, связанных вместе системой стержней, которые при нагрузке являются растянутыми или сжатыми. До последнего времени заклепки употреблялись для скрепления всех элементов фермы. Употребление заклепок заставляет однако пробивать дыры в стержнях, что ведет к потере полевой площади материала. Сварка исключает такие потери и не требует употребления косынок, необходимых в клепанных фермах.

Сравнение клепанной и сварной ферм, рассчитанных для одной и той же нагрузки, показывает, что клепанная выходит почти на 40% тяжелее свар-

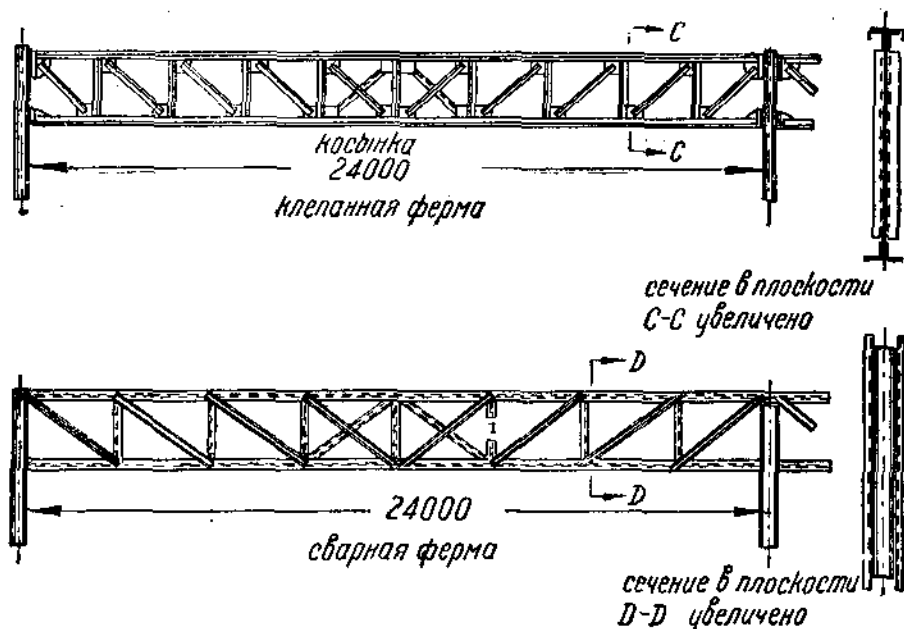


Рис. 85. Сравнение клепанной и сварной фермы.

ной. Фактические данные, полученные от строительных компаний, свидетельствуют, что значительная экономия в стоимости может быть получена на сварных фермах. Сваренная ферма, изображенная на рис. 85, была подвергнута тяжелым испытаниям, подтвердившим надежность конструкции.

2. Испытания сварных конструкций. Чтобы выяснить окончательно прочность, надежность и выгоды от применения электрической дуговой сварки, был изготовлен ряд сварных образцов, сходных с типами соединений, употребляющихся на практике. Эти испытания были выполнены в Технологическом институте Карнеджи в 1926 г. в присутствии многих архитекторов и инженеров.

Серия образцов была изготовлена с таким расположением элементов, как если бы сварка производилась в практических условиях при постройке сооружения. Кроме того все швы выполнялись в положениях, соответствовавших действительным условиям работы. Например, чтобы приварить стенку балки к колонне, применялась сварка в вертикальном

положении. При приварке двутавровой балки к колонне пришлось применить потолочную сварку, чтобы приварить нижние стороны верхней и нижней полок. При сварке угольников подошвы колонна была повернута таким образом, чтобы сварщик мог варить нижним швом, потому что в действительных условиях эта работа стала бы производиться в мастерской, где было бы желательно и допустимо расположить предмет удобно для сварщика.

Все швы были выполнены так, что валики наплавленного металла имели высоту около 8 мм, а ширину — тоже 8 мм.

Нагрузка на образцы передавалась от пресса через посредство массивных ножей 125 мм ширины, 200 мм длины и 250 мм высоты, закругленных на конце по окружности радиусами 625 мм. Между этими ножами и образцами были уложены плиты толщиной 38 мм, шириной 125 мм и длиной 200 мм, чтобы распределить приложенную силу более чем на 125 мм вдоль балки. Образцы в виде консоли были нагружены в точке на расстоянии приблизительно 75 мм от конца. Простые балочные образцы поддерживались на опорах с различными расстояниями между ними при нагрузке, приложенной посредине через посредство ножей, шириной 125 мм и толщиной 38 мм. Для испытаний был использован пресс мощностью до 180 т.

Количество наплавленного металла при изготовлении различных швов обладало несомненно излишками против того, что требовалось для 100% прочности, но это умышленно допускалось при изготовлении опытных образцов с той целью, чтобы можно было утвердительно доказывать, что дуговая сварка может соединять элементы конструкции так, что швы не расстраиваются даже при усилиях, разрушающих соединяемые элементы.

Все материалы для подобных испытаний были специально изготовлены американской компанией по постройке мостов. Имелись полные данные относительно механических качеств стали, включая временное сопротивление и химический состав. Материалы были так выбраны, чтобы насколько возможно были однородны. Это было сделано для того, чтобы обеспечить однообразие условий при сравнении различных образцов. Изготовление клепанных образцов и сварка были произведены при условиях первоклассного выполнения работы.

По данным, полученным из проделанных опытов, можно сделать следующие выводы.

1. Соединения, выполняемые сваркой, могут быть сконструированы такой же прочности, как и целый материал соединяемых элементов.
2. Балки и фермы могут быть скреплены с опорами абсолютно жестко.
3. Линии балок могут быть продолжены, при помощи сварки, в местах пересечений их с опорами.
4. Двутавровая балка данного сечения и длины выдержит значительно большую нагрузку, если в узлах она будет надлежащим образом сконструирована под сварку, чем в том случае, если в узлах эта балка будет крепиться при помощи заклепок двумя уголками по верху и по низу, как это обычно делается. Стандартная двутавровая балка 225 мм высоты, скрепленная сваркой с опорами, отстоящими друг от друга на расстоянии 2,5 м, выдержала нагрузку на 25% большую, чем балка того же сечения и длины, поддерживаемая на опорах приклепанными верхним и нижним опорными уголками 12 мм толщиной.

5. Сплошная балка, выполненная дуговой сваркой из кусков листового железа, имеет большую крепость на изгиб, чем клепанная балка из листов и уголков того же веса, благодаря лучшему использованию материала. Подобная сварная балка высотой 375 мм, положенная свободно на опоры, с пролетом 4,2 м, обнаружила на 50% большую прочность, чем клепанная балка той же высоты и веса.

6. Стержень, составленный из двух уголков, подобно тому, как это употребляется в фермах, и сваренный по своим концам, при растяжении разорвался при нагрузке на 30% большей, чем в случае стержня, составленного из тех же уголков, но склепанных по концам.

Эти испытания указали на превосходство сварных соединений над клепаннными в особенности, если принять во внимание два главных факта.

1. В сварных конструкциях может быть достигнута непрерывность линии соединяемых балок в местах сочленения, что невозможно выполнять в клепаннных.

2. В сварной конструкции можно выполнить соединение, обладающее такой же прочностью, как и сами элементы, в то время как в клепанной большинство соединений слабее, чем элементы, вследствие ослабляющего действия отверстий для заклепок и малой прочности уголков, которые обычно используются для передачи растяжений между двумя элементами под прямыми углами друг к другу.

3. Постройка фабричного здания с применением дуговой сварки. В 1927 г. в Америке для фирмы Вестингауз было построено одноэтажное здание, площадью ок. 8000 м². Не считая применения болтов при предварительной сборке, все соединения металлических частей были сделаны дуговой сваркой. Всего израсходовано 337 т стали. Все сварочные работы были сделаны на месте постройки, при чем около 38% всех сварочных работ было произведено на земле, а остальная часть после сборки сооружения по месту.

Контракт был заключен на общую сумму в 26 582 доллара, которая по расчетам производителей работ состояла из следующих статей (см. табл. I)

Таблица I.

Распределение стоимости сварки.

Статья расхода	Количество	Цена единицы количества в долларах	Полая стоимость в долларах
I. Стальные материалы франко-вагон на месте постройки:			
а) отгруженные со складов производящего завода тонны	200	42,20	8 440
б) специально прокатанные тем же заводом тонны	137	63,01	8 630
II. Сборка и окраска	837	18,50	6 232
III. Сварочные работы:			
а) сварка на земле, общая длина швов метров	262	4,73	1 240
б) сварка по месту, общая длина швов метров	424	2,92	1 240
в) изготовление чертежей и прочие специальные расходы	—	—	800
Итого	—	—	26 582

Подробные данные о расходе рабочего времени на отдельные операции, непосредственно относящиеся к сварке, даны в таблице II.

Таблица II.

Расход рабочего времени.

Наименование работ	Количество часов				Т и л ш в о в
	Сварка	Пригонка	Испомог. работы	Всего	
Сварочные работы на земле . .	246	148 $\frac{1}{2}$	261 $\frac{1}{2}$	651	Сварка внахлестку валиком шириной от 6,5 до 8 мм. Общая длина швов 262 м. Длина отдельных швов от 12 до 100 мм.
Сварочные работы по месту . .	333 $\frac{1}{2}$	42	137	512 $\frac{1}{2}$	Сварка внахлестку валиком шириной 8 мм. Общая длина 330 м. Длина отдельных валиков 125 мм. Сварка встык. Общий объем заполнения шва 5 280 см ³ .
Всего	579 $\frac{1}{2}$	185 $\frac{1}{2}$	398 $\frac{1}{2}$	1 163 $\frac{1}{2}$	Общая длина швов сварки внахлестку равна 592 м. Общий объем заполнения шва при сварке встык равен 5 280 см ³ .

В объяснение этой таблицы нужно сказать следующее.

Количество часов, стоящее в графе «сварка», относится к оплаченным часам работы сварщиков за исключением времени, затраченного на передвижение сварочных аппаратов и на пригонку частей, предназначенных для сварки, но в эту графу включено истраченное сварщиками время на ожидание переноса свариваемых частей как от места, так и к месту сварки, и прочие потери времени.

В графе «пригонка» указано количество часов работы сварщика, в качестве руководителя по пригонке и расположению элементов, подготовляемых к сварке, и по наблюдению за работой сварщиков. «Вспомогательные работы» состоят из 252 часов, затраченных невалифицированной рабочей силой для помощи сварщикам, и 146 $\frac{1}{2}$ часов, истраченных сварщиками и подсобными рабочими на передвижение сварочного оборудования и на остальные работы, которые также относились к сварочной работе.

Средняя скорость сварки, вычисленная по количеству часов в графе «сварка», равна 1,07 м в час в случае сварочной работы на земле и 1,28 м в час в случае сварки по месту. В этом последнем случае отдельно для

сварки внахлестку и сварки встык запись времени не велась и не следует полагать, что 1 м длины шва внахлестку в данном случае был строго эквивалентным по расходу времени количеству наплавленного металла в 54,5 см³ при сварке встык. Но такой эквивалент грубо допустим, потому, что при выполнении шва валиком шириной в 8 мм и длиной в 1 м при количестве наплавленного металла в 33 см³ обычно затрачивается больше времени, чем при наплавлении такого же объема металла при обыкновенной сварке встык.

Нужно заметить, что количество наплавленного металла, подсчитанного по чертежам, получается обычно значительно меньше, чем действительно наплавленного, особенно в случае сварки валиком, ибо размеры сечения и длины швов, минимально допустимые по расчету, во многих местах усиливаются сварщиками. При расчете времени, потребного на всю работу, в основу может быть взята скорость наплавления единицы объема либо веса металла в случае сварки встык, но при любой сварке внахлестку должна быть взята скорость наплавления погонного метра шва.

Описываемое строение было Г-образной формы, причем главная часть корпуса занимала площадь 140×46 м², а перпендикулярная к нему часть — $43,3 \times 36$ м². Первая часть корпуса вдоль своей длины была разделена колоннами на 23 пролета по 6,1 м длиной и поперек на 5 пролетов по 9,15 м длины. Другая часть здания была разделена вдоль на 3 пролета по 9,15 м и один пролет в 15,9 м длины, а поперек — на 6 пролетов по 6,1 м длиной. Таким образом вся площадь пола здания в 8020 м² была разбита колоннами и стенами на 133 площадки $6,1 \times 9,15$ м² и 6 площадок $6,1 \times 15,9$ м². На 1 квадратный метр занимаемой площади приходилось в среднем стали 38,2 кг. Стальные профили состояли почти исключительно из двутавровых балок для колонн в 150 — 200 мм двутавровых балок высотой в 450 и 600 мм, двутавровых балок 175 мм высотой для прогонов и различных сечений стали для обрешетки под кровлю. Плоская кровля имела небольшой уклон для стока воды, и отдельные части ее имели различный уровень над горизонтами. Кровля была изготовлена из гипса, залитого по проволоочной сетке. Стены толщиной в 200 мм были выложены кирпичом с большой площадью оконных отверстий. Сплошного фундамента под зданием не имелось, и стальной каркас не был выполнен огнестойким. Все прогоны на пролете в 6,1 м состояли из двутавровых балок высотой 175 мм и весом 23 кг на погонный метр. Они были уложены на расстоянии приблизительно 2,1 м друг от друга по верху балок за исключением тех мест, где основные балки были вровень с наружными стенами. В каждом ряду вдоль здания прогоны были сварены встык друг с другом с применением одной накладки по верхней полке. Основные балки перекрытия, уложенные между двумя смежными колоннами с пролетом в 9,15 м, состояли из двутавровых балок высотой 450 мм и весом 81,5 кг на погонный метр и были скреплены с колоннами с небольшим наклоном к горизонту. Они крепились с боковыми уголками по одному на каждом конце. Так как балки, расположенные последовательно в одном ряду, находились на разных высотах, то связи между собой они не имели. Балки, перекрывавшие пролеты в 15,9 м, были двутавровыми с высотой 600 мм и весом 171 кг на погонный метр. Способ крепления их был тот же, что и балок высотой 450 м.

Производителями работ было предусмотрено делать всю сварку на месте сооружения. Все колонны были профрезерованы с концов и про-
сверлены для схватывания болтами при сборке. Балки обрешетки имели
отверстия для той же цели, а также для скрепления в тех случаях,
когда они состояли из нескольких элементов и к ним присоединялись
деревянные детали.

Основные балки соединялись с колонной при помощи уголков. Способ
крепления балки уголками был выбран потому, что он допускал более
легкую сборку болтами. Небольшие седла из корытообразного железа
для удержания на месте прогонов, а также крепящие балку уголки были
приварены к балкам до сборки здания. При расположении соединяемых
частей перед сваркой бригадир-сварщик и его помощник пользовались
деревянными шаблонами и стальными клиньями. Для соединения не-
больших частей во время сварки употреблялись С-образные зажимы.
Несмотря на различные углы наклонов и различные расстояния между
соединительными уголками, никаких ошибок при сборке частей не было
оделано; все балки приходились точно
по месту. Никаких сборочных болтов
для прогонов не было, так как про-
гоны прямо укладывались в предназ-
наченные для них седла. Все болты, упо-
треблявшиеся для сборки обрешетки,
были оставлены после сварки на месте
по той причине, что они не представ-
ляли значительной ценности.

Изготовление всех рабочих чертежей
для этой работы было проще и дешевле,
чем для соответствующих клепанных
конструкций, благодаря малому числу
дыр в заготавливаемых элементах. Кроме
того не было необходимости в чертежах для $\frac{3}{5}$ всего количества
материала.

Допускаемые напряжения для проектируемых швов были следующие:
для боковых швов с шириной в 6,5 мм, работающих на продольный срез,
360 кг на погонный см, для тех же швов шириной 8 мм — 450 кг на погон-
ный см, для швов встык в сжатых стержнях — то же допускаемое на-
пряжение, как и для катанной стали: 1120 кг/см².

Допускаемые напряжения лучше всего установить опытным путем
до начала сварки конструкции. Для этой цели необходимо изготовить
опытные образцы с различными типами и размерами швов и испытать
их до полного разрушения. Результаты испытания должны быть тща-
тельно записаны и сведены в таблицы, которыми следует пользоваться
при расчетах. Типичный образец, в котором сварные швы подвергаются
срезающим усилиям, представлен на рис. 86. Нужно заметить, что
в образцах основной материал выбирается таких сечений, чтобы рауру-
шение образца произошло только во швах.

Ниже в таблице III приводятся данные временного сопротивления и
допускаемых напряжений на 1 пог. см длины.¹

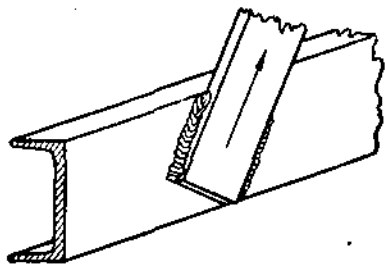


Рис. 86. Образец, в котором свар-
ные швы подвергаются срезаю-
щим усилиям.

¹ См. автогенная сварка. Вып. II, изд. ОНТС, стр. 69 — 70.

Таблица III.

Временные сопротивления на 1 пог. см длины.

Тип шва	Ширина в мм	Кг на пог. см	
		Профиль шва	
		Нормальный	Усиленный
Валиковый боковой шов	6,0	1 090	1 560
» » »	8,0	1 450	2 080
» » »	10,0	1 820	2 600
» » »	12,5	2 270	3 250
» » »	14,0	2 540	3 640
» » »	16,0	2 900	4 180
» » »	19,0	3 460	4 980

Взяв тот или иной коэффициент запаса прочности, получим допускаемые напряжения в швах. Ниже даются допускаемые напряжения в кг на погонный см при коэффициенте прочности, равном 4, для боковых (фланговых) швов с различной шириной.

Таблица IV.

Допускаемые напряжения на пог. см при коэффиц. прочности 4.

Для шва шириной (мм)	Кг на погон. см		Для шва шириной (мм)	Кг на пог. см	
	Профиль шва			Профиль шва	
	Нормальный	Усиленный		Нормальный	Усиленный
6	270	390	14	635	910
8	360	520	16	727	1 040
10	455	650	19	865	1 230
12,5	565	810			

Основываясь на этих величинах, следует применять такую длину швов, чтобы обеспечить требуемую прочность соединения, равную или даже превосходящую прочность соединяемых элементов.

4. Технический контроль. Качество сварки может быть установлено наблюдением во время работы. Не много практики требуется для умения распознавать качество сварки по наружному осмотру. Пористый металл шва указывает, что скорость работы была слишком высока. Увеличенный кратер указывает на преувеличенную силу тока, и малый кратер — на слишком малую величину тока. Швы, которые быстро покрываются ржавчиной, показывают, что длина дуги была велика и что при сварке было поглощено чрезмерное количество кислорода из окружающей атмосферы. Недостаточное проникание или, другими словами, несовершенное сплавление добавочного металла с основным может быть обнаружено исследованием шва в месте соединения с основным материалом. Шов с недостаточным прониканием выглядит подобно куску резины, прижатой к какой-нибудь поверхности (рис. 87). Шов с хорошим прониканием имеет по краям вид капли воды на смоченной поверхности стекла (рис. 88).

Чрезмерное разбрызгивание металла вокруг швов обычно указывает на плохую стабилизацию режима дуги, что можно улучшить увеличением самоиндукции в сварочной цепи. При этом сварка может еще быть удовлетворительной, но из-за разбрызгивания происходят напрасные потери добавочного материала. Подобное же разбрызгивание может явиться следствием плохого качества прутков; в таком случае сварка будет неудовлетворительной и следует немедленно произвести замену негодной проволоки.

Надо следовать с самого начала хорошему правилу: никогда не оставлять швы, вызывающие хоть тень сомнения.

В отношении суждения о качестве сварки по шуму дуги, несколько часов наблюдения и прислушивания к дуге дают возможность отличить отчетливое потрескивание при удовлетворительной дуговой сварке от ненормального шума, сопровождающего разбрызгивание, — при плохой сварке.

В сварочную цепь включаются измерительные приборы для целей контроля, чтобы знать: употребляет ли сварщик надлежащий ток (сила тока должна быть указана мастером при задании работы) и поддерживается ли не измененный режим дуги.



Рис. 87. Шов с недостаточным проваром.



Рис. 88. Шов с хорошим проваром.

ГЛАВА ВТОРАЯ.

ПРОЕКТИРОВАНИЕ СВАРНЫХ КОНСТРУКЦИЙ.

1. Расчет стоимости. Стоимость сварного металлического сооружения, в особенности по отношению к стоимости клепанного, представляет весьма спорный вопрос. Очевидно, что при ремонте и усилении старых клепанных конструкций клепка не может конкурировать со сваркой.

Неоднократно уже указывалось, что фермы для строений и мостов требуют меньше материала и меньше затраты труда при применении сварки, чем при употреблении заклепок. В обычных сооружениях, состоящих из балок и колонн, некоторая экономия может быть вообще достигнута при применении сварки, но редко имеется возможность получить значительное снижение стоимости.

Сметная стоимость сооружений с применением сварки выходит за пределы простого подсчета стоимости сварки.

В том случае, когда сварка употребляется вместо заклепок без какого-либо изменения частей конструкции или деталей, стоимость может быть вычислена вычетом стоимости заклепок и соответствующей оплаты труда и с прибавлением стоимости сварочных работ. Однако сварка часто требует коренных изменений в деталях соединений и вызывает необходимость применения иных профилей.

В таком случае приходится составлять смету для сварной конструкции, совершенно отличную от сметы для эквивалентной клепанной конструкции.

Расчет стоимости сварного стального каркаса для здания дан в сжатой форме ниже в таблице V.

Таблица V.

Смета расходов по сооружению здания с применением сварки.

1	Стоимость всей стали, 800 т. при средней заводской стоимости плюс погрузочные работы по 46 долларов за т.	36 800 долл.
2	Работы в цеху, 500 т обработанной стали вместе с накладными расходами по 9 долларов за т.	4 500 »
3	Сварочные работы в цеху, 550 пог. м шва валиком шириной 8 мм с накладными расходами по 0,9 долларов за т.	495 »
4	Перевозка стали, 800 т в среднем по 2 доллара за т.	1 600 »
5	Сборка остова, 800 т вместе с накладными расходами в среднем по 11 долларов за т.	8 800 »
6	Сварка на месте сооружения, 980 пог. м шва шириной 8 мм, включая накладные расходы по 2,05 доллара за погонный м.	2 009 »
7	Окраска на месте сооружения в два слоя, 800 т стали по средней цене 2 доллара на т.	1 600 »
8	Чертежи и техническое руководство из расчета 800 т стали по 3 доллара на т.	2 400 »
Итого.....		58 204 долл.

Средняя стоимость 1 т сооружения металлического остова весом в 800 т оценивается в 72,8 долларов.

Это же самое строение, но с употреблением заклепок вместо сварки, потребовало бы вероятно несколько большего веса стали и большей механической обработки.

Подобный суммарный подсчет стоимости для клепанного сооружения дает следующая таблица VI.

Таблица VI.

Смета расходов по сооружению здания с применением заклепок.

1	Стоимость всей стали 850 т при средней стоимости вместе с погрузочными работами по 46 долларов за т.	39 100 долл.
2	Работы в цеху, 850 т стали, включая окраску, клепку в цеху и накладные расходы по 11 долларов за т.	9 350 »
3	Перевозка стали, 850 т по 2 доллара за т.	1 700 »
4	Сборка остова, 850 т стали, включая окраску на месте, клепку и накладные расходы по 16 долларов за т.	13 600 »
5	Чертежи и техническое руководство из расчета 850 т по 3,3 доллара за т.	2 805 »
Итого.....		65 555 долл.

Средняя стоимость 1 т клепанного сооружения при весе 850 т составляет 78 долларов.

В силу своей сжатости таблица V не может служить руководством для составления подробной сметы, но она дает ключ для суммарных подсчетов стоимости и состоит из достаточного количества статей расхода для общего суждения по данному вопросу. Представленные цифры относятся к сооружению средних размеров.

Без сомнения никакой пример для сравнения стоимостей — теоретический или взятый из практики — не может быть положен в основу для окончательных выводов. Род строения, высота, размеры пролетов, устройство каркаса, расчетная нагрузка, географическое положение, цена стали, заработная плата и т. д. влияют не только на абсолютную величину стоимости, но и на сравнительную стоимость клепанного сооружения и сварного.

Приведенный здесь пример, который свидетельствует о значительном снижении стоимости при применении сварки, дает представление о наличии подобных возможностей в обычном типе зданий с металлическим остовом. Далее будут сделаны некоторые пояснения по поводу таблицы.

В рассматриваемом типе сооружения большая часть стоимости падает на стоимость строительной стали. Погрузочные работы и транспорт составляют другие статьи расходов, которые почти прямо пропорциональны общему весу израсходованной стали. Эти первые три статьи, составляющие грубо $\frac{3}{5}$ всех расходов, не подвергаются изменению в зависимости от методов соединения элементов, если эти методы не приводят к изменениям количества потребной стали. Сварка вместо клепки обычно уменьшает вес материала, употребляемого для соединений в узлах, и часто дает возможность уменьшить размер балок, учитывая непрерывность их (подобно бетонным сооружениям). В примере предполагается, что количество материала для выполнения соединений в узлах составляет до 5% от общего веса в клепаных конструкциях и 3% в сварных. Далее предполагается, что была найдена возможность при сварке для небольшой части балок сэкономить на непрерывности их до 4% в весе. Эти статьи экономии материала, исчисляющиеся общим весом в 50 т, являются нормальными для здания, не содержащего ни стропильных, ни сплошных ферм, при общем весе затраченного материала в 800 т. Затем предполагается, что при применении сварки значительная часть балок, а именно весом 300 т, не требует сверления дыр или резки, остальная же часть, как например стальные колонны весом 500 т потребует сверловки и фрезеровки. Но в данном случае количество дыр значительно уменьшено, ибо они служат для крепления временными болтами при сборке. Статья расходов «работа в цехах» в случае сварки включает следующие рабочие процессы: фрезеровка и сверловка колонн, резка и сверловка материала для узлов и сверловка части мостовых балок, но не включает — сварку и окраску. Перечисленные расходы в сумме 9 долларов на тонну, включая цеховые накладные расходы, но без прибыли, противостоят расходам на работы в цехах в случае применения клепки, составляющим 11 долларов на тонну, в каковую цифру включены клепальные работы и окраска. Стоимость сварочных работ в цеху выражается цифрой меньшей, чем 1 доллар на тонну, при этом учитывается, что большая часть сварки, как это обычно происходит, делается на месте сооружения. Средняя стоимость на тонну работ по статье расхода «сборка остова» за исключением окраски, сварки и клепки одинаковы, так как в обоих случаях производится временная сборка на болтах для поддержки частей и правильной установки колонн. К этим расходам прибавлено 5 долларов на тонну для клепальных работ и на окраску за один раз в одном случае, и около той же суммы составляют расходы на сварку и окраску за два раза в другом случае.

Не следует думать, что приведенные данные расходов, исчисленные на единицу веса затраченной стали, могут служить для целей составления сметы даже в случае однотипных сооружений.

Предполагая, что сооружение было спроектировано с достаточным количеством эскизов типичных сварных соединений, чтобы дать возможность составителю сметы подсчитать достаточно точно общий вес материала, идущего для связи в узлах, и общий объем сварочных работ, ближайшая стадия работы заключается в составлении спецификации материала. Затем следует установить, какие элементы конструкции не нуждаются в сверловке дыр и в другой механической обработке. В данном случае следует руководствоваться правилом, сверлить как можно меньше дыр для крепления узлов временными болтами (одноэтажные здания часто собираются без всяких временных болтов). Затем следует определить, нельзя ли какое-нибудь количество строительной стали доставить на место постройки непосредственно со складов, как не нуждающееся в предварительной обработке. Далее материал может быть разделен на четыре части в отношении работ для подготовки его к употреблению:

а) Главные элементы остова, требующие механическую обработку (сверловку, фрезеровку и пр.).

б) Материал для уалов (косынки, накладки, угольники и пр.).

в) Главные части, требующие сварку в мастерской, но не требующие машинной резки.

г) Главные части, не требующие никакой механической обработки в мастерской.

Группы а) и б) вообще говоря должны подразделяться для удобства по сортам материала. Общие расходы по работам в цеху (за исключением сварки) могут теперь быть подсчитаны с такой же степенью приближения, как и в случае клепанного сооружения. Следует обратить внимание, что клепка и окраска сюда не включаются.

Для подсчета стоимости сварки для различных размеров швов даются сведения ниже. В случае значительного количества сварки прерывистыми швами, скажем меньше 75 мм длины, лучше выделить ее в смете в виде особой статьи расхода и расценить ее выше, чем сварка швами более длинными.

Перевозка расценивается, конечно, одинаково в обоих случаях. Стоимость сборки здания, исключая сварку на месте и окраску, исчисляется одной и той же цифрой.

Сварка на месте сооружения должна иметь подобную же спецификацию, как и сварка в мастерской, но подсчеты лучше выразить в часах работы, а не в долларах. После этого нужно определить число сварщиков, чтобы закончить все работы к требуемому сроку. Если для этой работы требуются 3 — 4 человека, то невыгодно обычно содержать при них одного человека в качестве десятника или мастера. Где же потребуются большая группа сварщиков, необходимо иметь десятника для раздачи работы сварщикам и для наблюдения за ними. Иногда имеет смысл содержать человека для ухода за машинами, в особенности если в числе оборудования имеются двигатели внутреннего сгорания. При сварочных работах, производимых на лесах, требуются один или несколько черно-рабочих, особенно при постройке многэтажного здания. Сумма рабочих часов десятника, мастера и черно-рабочих определяется числом дней,

требующихся для выполнения сварочных работ, но не количеством работы, которое должны выполнить эти люди.

Стоимость сварки складывается из расходов по заработной плате, на страхование, по оплате передвижения, электрической энергии, сварочной проволоки и других материалов, возведения лесов, по оплате технического руководства и всех накладных расходов. Следует сюда также причислить стоимость электрических проводов от машин к сварщикам, стоимость установки силовой линии, трансформатора и счетчика и установки для газовой реэки, для исправления неправильностей во время сварки.

Окраска на месте сооружения должна быть оценена так же, как и в случае клепанного сооружения, но в данном случае требуется окраска за два раза, имея в виду, что окраска в мастерской не производится.

Изготовление чертежей деталей сварки не должно стоить дороже чертежей для клепальных работ, разве только конструкторские силы оказываются неопытными в сварных сооружениях.

Техническое наблюдение при сварке не обходится дороже, чем при клепке при равных условиях, но на современной ступени промышленного распространения сварки обычно нанимают для этих целей высокооплачиваемых лиц. Расходы по этой статье определяются в каждом случае отдельно.

Для практического применения вышеуказанного метода расчета стоимости сварного сооружения, проектировщик должен иметь исходные данные. Ниже приводятся данные, взятые из опыта по производству сварочных работ в цеху и на месте постройки при сооружении зданий и мостов.

При сварке толстых листов удобно взять за основу оценки средней производительности хороших сварщиков и при хороших условиях определенный объем наплавленного металла в час для данного размера электродов. Так как при сварке толстых листов употреблять проволоку диаметром меньше 4,5 мм не выгодно, а диаметр в 6 мм для электродов является наибольшим размером, что доказано практикой для ручной сварки при современном состоянии техники, то можно принять объем наплавленного металла: для проволоки диаметра 4,5 мм — 82 см³ в час, для проволоки диаметра 6 мм — 115 см³ в час.

Для легких валиковых швов справедливо правило, что чем меньше сечение шва, тем меньшее количество металла наплавляется в час. Это верно даже для тех случаев, если проволока одного и того же диаметра употребляется для различных размеров швов. Что касается скорости сварки швов малых размеров, то до сих пор еще нет статистических данных, относящихся к сварке зданий и мостов и характеризующих скорость работ в зависимости от сечения шва и диаметра электродов.

Следующая таблица VII дает представление о скоростях, выраженных в погонных метрах шва в час для опытного сварщика в хороших условиях работы.

Нижеуказанные цифры относятся к сварке в горизонтальной и вертикальной плоскостях, но не для потолочной сварки. Потолочная сварка, если она неизбежна, должна выполняться специально обученными сварщиками, и скорость для нее должна быть взята не свыше половины скорости сварки в обычных положениях.

Несколько иллюстрирующих цифр тепежь покажут, как может быть определена стоимость сварочных работ в цеху и на месте для нашего примера.

Таблица VII.

Скорости сварки.

Ширина валикового шва в мм	Скорость сварки шва в час в погонных метрах
5,0	5,0
6,5	3,5
8,0	2,3
9,5	1,7

1. Расчетная скорость для сварки швом шириной 8 мм — 2,3 пог. м в час.

2. Для работ в цеху предполагается, что 25% времени идут на промеры швов, размещение и временное закрепление соединяемых частей и различные перерывы в работе.

3. Заработная плата сварщиков — 80 центов в час.

4. Общие накладные расходы на стоимость работ в цеху, включая переноску стали — 110%.

5. Стоимость сварки в цеху:

$$\frac{2,1 \times 80 \text{ центов}}{0,75 \times 2,3 \text{ пог. м.}} = 97,5 \text{ центов на 1 пог. м.}$$

6. Для сварки на месте сооружения предполагается, что 3 сварщика и один чернорабочий тратят на укладку свариваемых частей, переход от узла к узлу, переноску оборудования и различные перерывы в работе одну треть всего рабочего времени.

7. Заработная плата сварщиков на месте сооружения 1,5 доллара в час и чернорабочего 1 доллар.

8. Накладные расходы 70%.

9. Общая стоимость одного 8-ми часового рабочего дня:

$$(3 \times 12 + 8) \times 1,7 = 74,8 \text{ долл. в день.}$$

10. Количество произведенной сварки в день:

$$3 \times 2/3 \times 2,3 \times 8 = 36,8 \text{ пог. м.}$$

11. Стоимость одного метра шва при сварке на месте:

$$\frac{74,8}{36,8} = 2,03 \text{ доллара за 1 пог. м.}$$

Следующие статьи расхода, включенные также в стоимость сварки, требуют внимания безразлично, причисляются ли они к накладным расходам или вносятся как прямые затраты. К таким статьям относятся: стоимость электродов, энергии, перевозки машин. Электроды обычно стоят около 17,6 цента за 1 кг; общее ожидаемое количество наплавленного металла, вычисленное в кубических см и умноженное на 0,0078, даст количество его в кг. Удвоив эту цифру, мы получим требуемое количество электродов, в котором будет учтена неизбежность излишнего увеличения наплавленного металла по сечению и длине швов и остатки от электродов. В случае привода от электрического мотора обычно расходуется энергия на одного сварщика в день от 30 — 40 квт.ч при

генераторе на 200 А и при непрерывной работе сварщика. В случае двигателя внутреннего горения затраты на горючее и смазку составляют от 3—4 долларов в день на 1 сварщика. Агрегаты со стандартными вспомогательными приспособлениями с генератором на 200 А и электрическим двигателем стоят 700 — 750 долларов, а с двигателем внутреннего горения — 1100 — 1500 долл. Ежегодные отчисления на амортизацию, проценты на затраченный капитал и расходы на ремонт приблизительно оцениваются следующими цифрами (таблица VIII).

Таблица VIII.

Отчисления на амортизацию, проценты на капитал и расходы на ремонт.

Тип агрегата, использование	В процентах от затраченного капитала
С электродвигателем, использование в цеху	30
С электродвигателем, использование на открытом воздухе . . .	45
С двигателем внутреннего горения, в цеху	45
С двигателем внутреннего горения, на открытом воздухе . . .	60

Погрузка, перевозка и пр. расходы должны быть оценены в каждом отдельном случае. Агрегат с электродвигателем весит около 0,7 т и с двигателем внутреннего горения — 0,8 т.

2. Расчеты на прочность. Основные принципы расчета сварных конструкций остаются те же, что и для расчета клепанных конструкций. Всякий, кто имеет опыт в проектировании клепанных металлических сооружений, может одинаково хорошо делать проекты сварных.

Таблица IX.

Допускаемые безопасные усилия.

Тип шва	Размер шва (ширина) мм	Допускаемое усилие в кг на 1 пог см при нормальном профиле шва
Валиковый шов полный	6	270
» » »	8	360
» » »	10	435
» » »	12	565
» » »	14	630

В проектируемых под клепку деталях много места предоставляется для размещения заклепок. В подобных проектах чаще всего употребляется угловое железо. В сварных конструкциях швы отнимают очень мало места. Полосовое и листовое железо являются одним из самых употребительных сортов материала в сварных конструкциях благодаря тому, что при дуговой сварке два элемента могут быть соединены друг с дру-

гом под прямым углом без употребления соединительных деталей, как это требуется в клепанных.

Таким образом для сварных конструкций требуется меньшее число профилей сортового материала.

Для определения прочности сварных соединений было проделано большое количество испытаний. Следующие практические допускаемые безопасные усилия могут быть приняты при работе швов на срез и растяжение (таблица IX).

Общество Германских инженеров предложило следующие нормы для расчета сварных швов.

Таблица X.

Нормы для расчета сварных швов.

Род шва	Род напряжения	Допускаемые напряжения	Примечание
Встык	Растяжение	$0,6\sigma_0$	σ_0 — допускаемые напряжения на растяжение основного свариваемого металла
	Сжатие	$0,7\sigma_0$	
	Изгиб	$0,6\sigma_0$	
	Срез	$0,5\sigma_0$	
Валиковый: боковые и лобовые	Для всех родов напряжения	$0,5\sigma_0$	

Упрощение сварной конструкции по сравнению с клепанной можно иллюстрировать на следующих примерах.

Рис. 89 показывает обычное соединение на заклепках; балка рассчитана на нагрузку 2 т. Опора для балки состоит из опорного уголка 150 ×

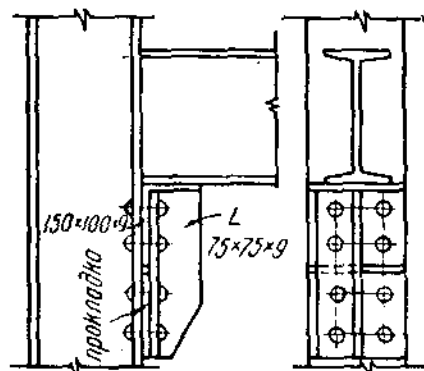


Рис. 89. Опора клепанной конструкции.

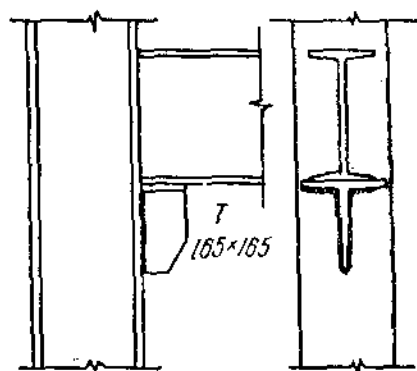


Рис. 90. Опора сварной конструкции.

× 100 × 9 мм; прокладки из полосового железа толщиной в 9 мм, уголки жесткости 75 × 75 × 9, заклепки взяты 19 мм диаметром. Рис. 90 относится к сварной конструкции для той же цели. Опорная деталь состоит из куска балки Т-образного сечения с размерами 165 × 165 мм, длиной 75 мм; деталь приварена швом в 9 мм; общая длина швов 150 мм.

Рис. 91 иллюстрирует деталь клепанной сплошной фермы, состоящей из вертикального листа, поясковых уголков, пары уголков жесткости и прокладок. Рис. 92 показывает сварную конструкцию, состоящую из следующих частей: вертикального листа, полосового железа для полки и двух листов жесткости.

При сварке вертикального листа с полками рекомендуется применять обратно-ступенчатый шов, накладывая короткие швы попеременно с обеих сторон балки.

Положив шаг заклепок в обоих рядах в пояске балки (рис. 92) равным 75 мм при диаметре заклепок в 19 мм, можно считать, что такой шов обладает прочностью в 1100 кг на погонный см. Это соответствует по крепости двум сварным швам размера 10 мм по одному с каждой стороны балки, как показано на рис. 92. Соединение уголков жесткости с балкой шестью заклепками обладает крепостью в 27 000 кг. Соответствующий сварной шов, как показано на рис. 92, должен иметь общую



Рис. 91. Деталь клепанной фермы.

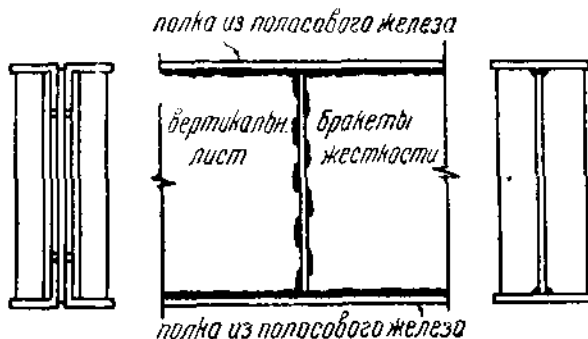


Рис. 92. Деталь сварной конструкции.

длину в 500 мм при ширине в 10 мм. Если листы жесткости приходятся вплотную к полкам, то концы этих листов также привариваются к ним.

В склепанных соединениях число заклепок определяется делением полного усилия, которое оно должно выдерживать, на величину допускаемого усилия на одну заклепку. При дуговой сварке длина требуемого шва определяется также делением полного усилия на величину допускаемого усилия на единицу длины данного шва. Основное различие между клепанным и сварным соединением заключается в том, что последнее получает более простую конструкцию. Возвращаясь к рис. 89, мы увидим, что для образования опоры понадобилось одиннадцать отдельных элементов: два уголка, одна планка и восемь заклепок. Соответственно узел в сварной конструкции (рис. 90) имеет только один элемент. По рис. 91 для склепки требуется девять элементов, а для сварной конструкции по рис. 92 достаточно всего пять элементов.

Полосовое, уголковое и тавровое железо можно крепить непосредственно на ребро с другим элементом только при сварке. При употреблении заклепок требуются соединительные угольнички. Это обстоятельство объясняет различие в основных принципах проектирования клепанной и сварной конструкций.

3. Детали решетчатых ферм. Сравнение конструкций. Вверху на рис. 93 представлен схематический чертеж фермы, а внизу вычерчен узел А. Узел состоит из косынки, связывающей поясковые уголки и вертикальную стойку и накладки, соединяющей два уголка верхнего пояса. Рис. 94 представляет тот же узел у сварной фермы. Верхний пояс сделан из тавровой балки стенкой вниз. Для образования угла у верхнего пояса предварительно в балке был сделан вырез V-образной формы, и после загиба балки в этом месте стороны выреза были проварены. Таким образом пояс по всей длине представлял непрерывный элемент. Стойка сделана из двух уголков, расположенных раскрытием угла

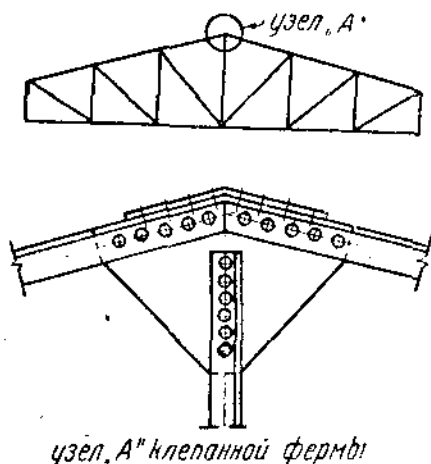


Рис. 93. Узел клепанной фермы.

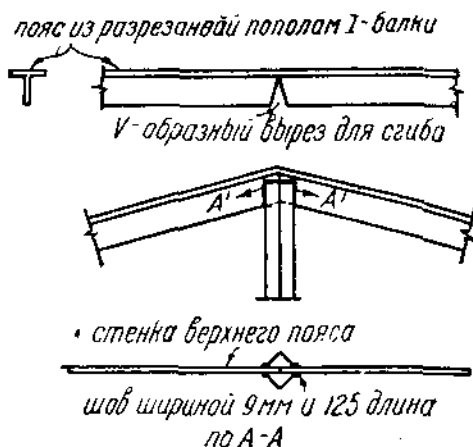


Рис. 94. Узел сварной фермы.

друг к другу, как показано на нижнем чертеже рис. 94. У склепанной конструкции стойка прикреплена 6 заклепками, выдерживающими на срез 27 000 кг. У сварной конструкции это усилие передается на боковой шов шириной 10 мм с общей длиной 500 мм. Каждый уголок сваривается с поясом двумя такими швами по кромке стенок, каждый шов имеет длину 125 мм.

ГЛАВА ТРЕТЬЯ.

ГАЗОВАЯ СВАРКА МЕТАЛЛИЧЕСКИХ СООРУЖЕНИЙ.

Применение газовой сварки вместо склепки имело место при сооружении стального остова здания лаборатории Карбидно-угольного объединения на Ниагарских водопадах. На рис. 95 и 96 показаны план и вертикальный разрез.

Здесь описывается конструкция междуэтажного перекрытия, изготовленного с применением дуговой сварки из легированной стали и балок. Это перекрытие работает как одно целое и позволяет определить заранее напряжения во всех частях от нагрузки.

Для этого перекрытия берутся того или иного размера двутавровые балки и укладываются на фермах здания на расстоянии 0,6 м. По верху этих балок укладываются стальные листы толщиной 5 — 6 мм и такой

ширины, чтобы между кромками смежных листов получился зазор в 6 мм, причем эти кромки должны быть расположены как раз над полками балок. В результате получается перекрытие Т-образного сечения наподобие тавровой балки, у которой верхнюю полку составляют листы настила стали, а вертикальную стенку — сами двутавровые балки. Нейтральная ось будет приближаться к верхней части, и когда нижняя полка

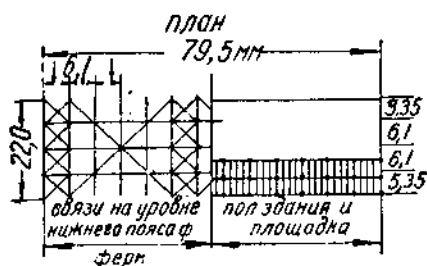


Рис. 95. План.

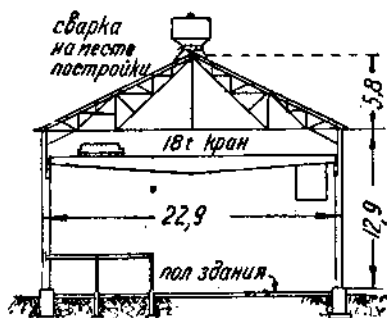


Рис. 96. Вертикальный разрез.

двутавровой балки будет иметь напряжение до 1250 кг/см^2 , максимальное напряжение в листах настила будет равно только $210\text{--}280 \text{ кг/см}^2$. При употреблении двутавровых балок 75 мм высотой и весом 8,5 кг на погонный метр и листовых сталей толщиной в 5 мм, такое перекрытие выдержит нагрузку в 930 кг/м^2 на пролете в 3 м. Такое же перекрытие при нагрузке в 420 кг/м^2 и пролете 4,5 м даст прогиб около 4 мм. Вес

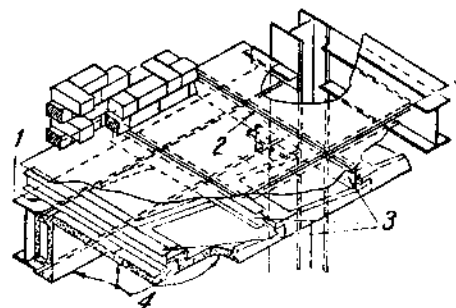
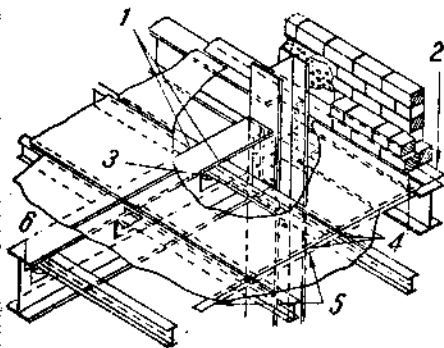


Рис. 97. Детали конструкции междуэтажного перекрытия надубного типа.

стали, включая балки и листы для этого перекрытия, будет составлять 50 кг/м^2 .

Перекрытие может быть двух типов. У первого типа верхние полки фермовых балок здания и балок настила пола находятся на одном уровне (рис. 97 слева), а у второго типа двутавровые балки наложены поверх ферм здания (рис. 97 справа).

Перекрытия этого типа имеют жесткую конструкцию, которая работает как одно целое при сопротивлении другим силам, при действии ветра или во время землетрясения. При расчете имеется возможность

выделить ту часть сооружения, которая должна участвовать в передаче усилия от ветра наиболее жестким стойкам нижнего основания. Продолжая настил наружу, можно создать при этих типах перекрытий конструкцию, поддерживающую кладку стен. Огнестойкость обеспечивается или облицовкой из огнеупорных материалов, положенной по нижней кромке балок настила, или штукатуркой по металлическим рейкам.

НОРМЫ ДЛЯ ПРИМЕНЕНИЯ АВТОГЕННОЙ СВАРКИ И ГАЗОВОЙ РЕЗКИ В СООРУЖЕНИЯХ.

(Составлено Комиссией по строительному кодексу при Американском сварочном обществе).

Ст. 1. Общее. 1. Автогенная сварка может применяться для замены или употребляться наравне с заклепками, болтами или другими способами соединения, уже описанными в Строительном кодексе для соединения вместе или сборки составных частей, как то: стальных балок, сплошных ферм, решетчатых ферм, колонн и пр., употребляемых при сооружении здания, подразумевая, что сварка производится в соответствии со статьями от 3 до 7 включительно этих норм.

2. Газовая резка может заменить резку ножницами или пилой при изготовлении металлических звеньев или частей, употребляющихся в сооружении, подразумевая, что резка производится в согласии со статьей 8 настоящих норм.

Ст. 2. Определения терминов. Для всех сварочных терминов, употребляемых в настоящих Нормах, действительны определения, рекомендованные и опубликованные Американским сварочным обществом.

Для удобства некоторые из наиболее употребительных терминов будут включены здесь, и их специальные применения по данным Нормах определяются в нижеследующих пунктах.

1. *Автогенная сварка* (сварка расплавлением). Процесс соединения металлических частей в расплавленном или в расплавленном и паробразном состоянии без применения механического давления или ударов.

По нормам термин «автогенная сварка» относится к дуговой и газовой сварке.

2. *Вершина угла.* Нижняя часть шва, поддерживающая наплавляемый металл.

3. *Высота шва.* Минимальный размер шва, измеряемый по прямой, проходящей через вершину угла шва.

По нормам под высотой валикового шва (внахлестку или таврового шва) понимается расстояние вдоль прямой, проведенной из вершины угла шва под прямым углом к гипотенузе наибольшего прямоугольного треугольника, который может быть вписан в площадь сечения шва; высотой стыкового шва является толщина наиболее тонкой из соединяемых частей.

4. *Валиковый шов* имеет поперечное сечение в виде треугольника, высота которого составляет приблизительно угол в 45° с поверхностями кромок соединяемых частей.

Размеры валиковых швов выражаются в зависимости от величины сторон угла (ширины), ограничивающих шов и подвергшихся сплавлению со швом.

5. *Стыковой шов.* Такой шов, высота которого расположена примерно под углом в 90° по отношению к поверхности по крайней мере одной из соединяемых частей.

Размер стыкового шва выражается величиной в *высоте* его, не считая части усиления шва.

6. *Длина шва.* Длина шва должна рассматриваться как длина непрерывного шва полного сечения, следовательно за исключением краев.

7. *Размеры швов.* Размеры швов должны указываться в значениях его «ширины» или «длины» и «высоты».

8. *Газовая резка.* Способ резания железных материалов посредством химического воздействия кислорода на железо, нагретое до высокой температуры. При этом производится вырез однообразной ширины без пережога кромок по месту разреза.

Ст. 3. Материалы. 1. Профильное железо, применяемое для строительных работ, должно соответствовать техническим условиям, установленным строительным кодексом.

2. Электроды, сварочная проволока или сварочные прутки должны соответствовать какой-либо марке по спецификации Американского бюро по сварке, опубликованной в его Бюллетене № 2, или быть настолько хорошего сорта, чтобы в руках опытного сварщика давали хорошую степень свариваемости для нижнего, вертикального и потолочного швов. По усмотрению строительной инспекции может быть потребовано производство испытания прочности сварных швов согласно с параграфами *c* и *d* секции *B* спецификации Американского бюро по сварке.

Ст. 4. Допускаемые напряжения. 1. Сваренные соединения должны быть спроектированы так, чтобы нагрузки, поименованные в строительном кодексе, не привели к превышению следующих величин допускаемых напряжений в сварном шве в англ. фунтах на квадратный дюйм:

На срез.....	11 300 (790 кг/см ²)
На растяжение.....	13 000 (910 " "
На сжатие.....	15 000 (1 050 " "

Максимальное напряжение при изгибе не должно превосходить величины допускаемых напряжений на растяжение и сжатие.

2. При проектировании сварных соединений должны быть приняты достаточные меры предосторожности против изгибающих усилий, вызываемых несимметричным расположением свариваемых частей.

Ст. 5. Проектирование. 1. *Руководство.* Архитектор или инженер, проектирующий или наблюдающий за производством сварной конструкции, должен обладать знаниями и опытом в подобных работах.

2. *Сплошные фермы.* Такие фермы должны быть рассчитаны по их моменту инерции или по методу площади поясов. При применении метода площади поясов к сварным фермам, не имеющим в вертикальной стенке отверстий, одна шестая площади этой стенки может быть причислена к площади поясов.

Для придания жесткости могут быть приварены к стенке фермы уголки или полосы с применением непрерывных или прерывистых швов, рассчитанных на действующие усилия.

Соединение составных частей поясов друг с другом и со стенками балок

должно быть выполнено непрерывным или прерывистым швом, рассчитанным на то, чтобы выдерживать возникающие напряжения.

3. Балки. Применение неразрезных балок и ферм, спроектированных в согласии с принятыми в технике правилами, должно быть допущено с тем условием, что приваренные детали будут выдерживать усилия, которым они будут подвергаться.

Соединения по концам не разрезных балок должны быть рассчитаны так, чтобы они могли сопротивляться наибольшему дополнительному усилию вследствие изгиба.

4. Колонны. Швы, соединяющие отдельные части составных колонн, могут быть непрерывными или прерывистыми. Если они прерывисты, то длина каждого отдельного шва на концах колонны должна быть равна наименьшей ширине колонны. Длины приварок при прерывистых швах должны быть взяты не меньше $1\frac{1}{2}$ дюймов (38 мм) с промежутком между приварками не больше 4 дюймов (100 мм). Размеры швов должны быть таковы, чтобы обеспечить ту же самую прочность на единицу длины колонны, как в случае заклепочных соединений согласно требованиям строительного кодекса.

Раскосы и пояски в колонне, если они употребляются, должны обеспечить прочность равную, как в клепанных, как указывается в строительном кодексе.

5. Соединения встык. Кромки соединяемых частей толщиной в $\frac{1}{4}$ дюйма (6,35 мм) и выше, передающих усилия через места соединений встык, должны иметь скос. Для V-образного или X-образного шва угол скоса для каждой части должен быть не менее 30° , следовательно общий угол разделки шва не может быть менее 60° . Для швов встык с одиночным и двойным скосом угол скоса должен быть не менее 45° .

Перед сваркой свариваемые части должны быть раздвинуты на расстояние, указываемое в спецификациях Американского бюро по сварке, Ст. Е.

Все стыковые швы должны быть усилены наложением добавочного металла в месте шва до высоты, выступающей над поверхностью наиболее тонкой из соединяемых частей. Высота усиления шва должна быть не меньше следующих значений, выраженных в процентах от толщины наиболее тонкой из соединяемых частей: для шва встык с одиночным скосом и для V-образного шва — 20%; для шва встык с двойным скосом и X-образного шва — $12\frac{1}{2}\%$ с каждой стороны.

Ст. 6. Качество работы. 1. Строительная инспекция должна требовать от строителей гарантии относительно их умения произвести удовлетворительно сварочные работы тем родом сварки (газовой или дуговой) и с теми материалами и оборудованием, которые предназначаются для данной работы.

2. Качество швов, допускаемых по этим нормам, должно соответствовать предложениям в спецификации Американского бюро по сварке, Ст. Д.

3. Поверхности кромок перед сваркой должны быть освобождены от окалины, ржавчины, краски и других посторонних материалов, за исключением тонкой пленки льняного масла или схожего с ним, которая может быть оставлена на поверхности свариваемых частей. Подобная предосторожность применяется как в случае сварки частей из новой стали, так и в том случае, когда сварка производится в существующей уже конструкции.

4. При сборке и во время сварки отдельные звенья соединяемых частей должны быть скреплены подходящими зажимами или другими подобными способами для удержания их в подходящем положении при производстве сварки.

Ст. 7. Сборка здания. 1. Соединяемые металлические элементы не следует красить прежде, чем они будут сварены. Те части, которые были сварены сначала в цеху, а затем будут сбалчиваться или склепываться, должны окрашиваться обычным способом после окончания сварки. Части, предназначенные для сварки на месте постройки, после всех работ в цеху должны быть покрыты слоем льняного масла, а после сборки и сварки на месте они окрашиваются, как предписывается правилами строительного кодекса.

2. Для всех сварных конструкций высотой свыше 30 футов (9 м) должны применяться сборочные болты или другие подходящие способы для временного скрепления элементов и для обеспечения надлежащих размеров.

Ст. 8. Газовая резка. 1. Строительная инспекция должна потребовать от производителя работ гарантии в его умении произвести удовлетворительно газовую резку.

2. Кромки по линии разреза должны быть гладкими и правильными по контуру.

3. Газовая резка может быть применена при заготовлении основного материала для сварки, подразумевая при этом, что края по линии разреза основательно очищаются после резки до чистого металла.

4. Газовая резка не может быть допущена для замены фрезерования поверхностей, упомянутых в строительном кодексе.

5. Газовая резка не может быть допущена к элементам, находящимся под нагрузкой. Это ограничение не должно распространяться на те случаи, когда детали следует вырезать для исправления неправильностей, и где удаление металла в результате газовой резки не уменьшит требуемой прочности.

6. Прорезание отверстий газовым способом в элементе, который не был на это рассчитан, не допускается.

ГЛАВА ПЕРВАЯ

КУРС ОБУЧЕНИЯ СВАРЩИКОВ АЦЕТИЛЕНО-КИСЛОРОДОМ.

Помещаемый ниже очерк имеет своей целью указать объем знаний и навыков, которыми должен обладать каждый хороший сварщик, выявить сущность и содержание необходимой для этого учебной подготовки и показать, каким образом соответствующий курс обучения может быть распределен между 24 одночасовыми лекциями и таким же количеством двухчасовых практических занятий в мастерских.

1. Предмет сварочного дела. Обучение искусству сварки за время школьного периода должно иметь своей целью дать ученикам нижеследующую подготовку.

а) В отношении теоретических познаний: понимание сущности процесса сварки и возможностей его применения. Основательные знания принципов физики и металлургии, имеющих связь с производством хорошей сварки. Знание всех деталей употребляемых при сварке аппаратов. Подробные сведения обо всех имеющих частое применение металлах, их составе, свойствах и методах распознавания и сваривания каждого из них.

в) В отношении приобретения навыков: умелое и уверенное обращение со сварочными аппаратами с соблюдением всех требований, предъявляемых соображениями безопасности. Умение производить небольшие исправления и регулировку аппарата. Умение распознавать металлы различного рода и выбирать соответствующий способ сварки для каждого из них. Умение распланировать и выполнить каждую работу с возможно меньшей затратой газа и времени. Навык в получении хорошей наплавки и надлежащего провара при каждой сварке. Умение проверить свою собственную работу, найти ее дефекты и устранить их. Умение так провести работу и так расположить аппаратуру, чтобы сварка протекала с наибольшим удобством и эффективностью.

2. Примерное оборудование сварочной школы. Естественно, что оборудование сварочной школы может быть изменяемо в широких пределах, тем не менее перечисляемое ниже оборудование может быть рекомендовано, как желательное.

3. Мастерские. Один сварочный стол с верхом, облицованным кирпичом, на каждых двух человек.

Одна сварочная горелка с принадлежностями на каждого человека (горелка с наконечниками, манометрами, регулирующими кранами и четырехметровыми шлангами).

Для производства ремонта и исправлений, помимо указанного, необходимо еще следующее оборудование: одна горелка для резки и регулятор высокого давления для кислорода на каждые десять человек.

Участок пола, выложенный шлаком или кирпичом, для производства сварки больших конструкций с применением предварительного их нагрева и передвижные трехтонные цепные тали для его обслуживания.

Полсотни огнеупорных кирпичей на одного человека для подогревательных печей и пр.

Одна 100 мм керосиновая горелка для предварительного нагревания, на каждые 25 человек.

Один сверлильный станок на 50 человек.

Один большой стационарный точильный круг на 20 человек.

Одно переносное точило на каждые 100 человек.

Одни 125 мм ступовые тиски на каждые 5 человек.

Скамьи, сундуки, умывальники, уборные, помещения для ремонта инвентаря, испытательное отделение, освещение и пр.

Применяемый в механических мастерских инструмент и оборудование, как то: напильники, молоты, зубила, ножовки, клещи, наковальни, горна и пр.

Защитные очки, рукавицы и зажималки для горелок на каждого человека. Стержни для наплавки, угольные стержни и куски, листовой асбест, добавочные шланги и пр.

4. Классная комната. Классные доски, таблицы и диаграммы.

Витрина с образчиками хорошей и плохой сварки, обильно снабженная соответствующими надписями и пояснениями на ярлыках, могущая служить, как наглядное пособие.

Волшебный фонарь или эпидиаскоп с подбором картин, показывающих хорошую и плохую работу, процессы работы и пр., или же соответствующий набор увеличенных фотографий.

Стол для классных занятий на каждого человека.

Испытательная машина на 50 тонн. Сильный микроскоп.

Сварочный стол для демонстрирования сварки.

Библиотека с хорошим подбором книг по сварочному делу.

Хороший курс сварочного дела для выдачи в собственность каждому ученику.

Писчая бумага, карандаши и тетради для каждого человека.

5. Сокращение непроизводительных расходов. С самого начала обучения внимание учащегося должно быть остановлено на необходимости экономии газа. Здесь например можно указать, что регулировка пламени горелки может быть произведена столь же хорошо, если даже не лучше, если утроблять для этой цели малый наконечник вместо большого. При тщательном соблюдении этого условия расходы на обучение будут в значительной мере сокращены. При просмотре помещаемых ниже упражнений можно заметить, что начинающему сварщику вначале дается работа по сварке предметов, толщина сечения которых не велика и сварка которых требует минимальной затраты газа. В дальнейшем указывается также, что испытанию работы самим учеником, ее производим, должно уделяться значительное внимание во время практических занятий в мастерских. Навык для надлежащего расплавления основного и добавочного металлов должен приобретаться без

производства всяких излишних затрат и приобретение этого навыка составляет главную цель всего курса обучения.

6. Вводная лекция к обучению. В качестве введения к последующему курсу лекций должна быть прочитана общая лекция, касающаяся предмета сварки. Эта лекция должна послужить основанием для производства сварки хорошего качества. Разъяснить ученикам, что ацетиленокислородная сварка является в сущности процессом плавления, и потому единственный путь к успеху в этом деле состоит в овладении принципами, от которых зависит надлежащее расплавление. Различные методы сварки могут быть при этом сравнены между собой в тех целях, чтобы показать, что основой каждого из них является достижение совершенного расплавления двух или более частей, подлежащих соединению. Точно также в общих чертах может быть отмечено, что сварочные горелки и их регуляторы (редукторы) являются точными инструментами, требующими аккуратного обращения, и что в отношении безопасного пользования ими существуют известные, основанные на здравом смысле, принципы. В этой лекции крайне желательно отметить еще и ответственность дела сварщика, который во многих случаях является единственным компетентным судьей произведенной им самой работы вплоть до того момента, когда выполненный им объект начинает работать в тех условиях службы, для которой он предназначен. После этого ученикам должны быть подробно разъяснены цель и объем помещаемого ниже курса обучения так, чтобы каждый из них уяснил себе, что от него не ждут получения по окончании школы опытного и законченного сварщика, а лишь требуют тех знаний, навыков и умения, которые необходимы ему для того, чтобы он мог начать свою службу сварщиком учеником, не делая при этом постоянно основных ошибок.

После этой вводной лекции ученики должны быть зарегистрированы, проведены по школе, ознакомлены с ее правилами и т. п. с тем, чтобы при начале в ближайшее время действительного обучения не было бы уже никаких затруднений и помех.

Помещаемый ниже курс обучения разделен на 24 урока. Каждый из них содержит в себе тему, на которую может быть прочитана лекция или сделано устное сообщение, упражнения и вопросы.

Примечание. Для удобства читателей «Сварочного дела» каждый урок дополнен ссылками на те ее отделы, которые входят в содержание соответствующей лекции.

УРОК 1.

Содержание. Сборка аппарата. Зажигание и регулировка пламени горелки. Условия, необходимые для совершенного сгорания. Наугле-роживающее, окисляющее и нейтральное пламя; действие этих родов пламени на металлы.

Упражнение. Сборка аппарата. Зажигание и регулировка пламени горелки перед ее употреблением. Изучение действия различных родов пламени на металлы путем экспериментирования над обрезками листов.

Примечание. Сборку разобранного сварочного аппарата можно применять как каждодневную тренировку, до тех пор пока ученики не овладеют ею в совершенстве и не ознакомятся окончательно со всеми деталями аппарата. Для практических упражнений по зажиганию горелки и регулировке ее пламени следует употреблять малые наконечники и наблюдение над пламенем производить столь возможно быстрее, чтобы избежать таким образом непроизводительных расходов

ва. Необходимо добиваться полной уверенности в том, что ученик действительно замечает разницу в действии различных родов пламени.

Вопросы. Объясните, как производится сборка аппарата, зажигание горелки и регулировка ее пламени.

Какая предосторожность должна быть принята в отношении рычага регулятора, при сборке установки в первый раз или при присоединении регуляторов в новом баллоне перед тем, как произвести впуск газа?

Какой кран горелки открывается первым при зажигании, когда оба газа, кислород и ацетилен, находятся в шланге, соединяющем баллон с горелкой?

Какое давление должно быть в кислородном шланге при закрытых кранах горелки перед началом работы с наконечником средних размеров?

Каким образом, зажигая горелку и не смотря на манометр, можно убедиться в достаточности давления, под которым находится ацетилен в шланге? Какой вид принимает пламя горелки при сжигании излишнего количества ацетилена?

Объясните, каким образом установка выключается из действия в том случае, когда ею не предполагают пользоваться в течение нескольких часов или более.

Почему ацетилен должен пускаться раньше кислорода?

Что представляет собой нейтральное пламя? Как оно выглядит? Изобразите его рисунком.

Что происходит, когда сварка производится с избытком кислорода?

Какие кирпичи употребляются в сварочной мастерской и как они называются?

Справка для чтения. Сварочное дело. Часть I: Науглероживающее пламя. Окислительное пламя. Нейтральное пламя.

Часть II: Ацетилено-кислородная сварка (введение).

УРОК 2.

Содержание. Сварка стали. Влияние сварочного пламени на структуру стали. Способы сварки. Способы протравливания стальной сварки в целях определения ее качества.

Упражнение. Сварка стык стальных планок размером $150 \times 50 \times 1,5$ мм.

Примечание. Уложите планки поверх двух расставленных огнеупорных кирпичей, оставив под ними свободное место. Наблюдайте за тем, чтобы ученик свободно держал горелку и чтобы наконечник ее имел у него надлежащий наклон. Приучайте ученика к равномерному движению горелки и к достижению равномерной прочности и проникания. Не ожидайте в этой стадии обучения хорошей работы, но указывайте на причины получения неровных швов и пористости в них.

Вопросы. Сравните температуру плавления стали с температурами плавления других металлов.

Как влияет на температуру плавления стали разница в количестве содержащегося в ней углерода?

Что происходит со сталью, если держать ее слишком долго в нагретом состоянии?

Почему предварительный нагрев является столь необходимым при употреблении ванадиевой стали или стали каких-либо других специальных сортов?

Почему при сварке стали скосы свариваемых листов должны составлять между собой полные 90° ?

Если сварной шов лопнет, то каким образом он должен быть подготовлен к производству повторной сварки? Почему при сварке больших стальных отливок желательнее почти всегда применять предварительный их нагрев? Почему перед наплавкой раковин в стальных отливках является желательным предварительная очистка раковин и их краев от песка и окалины?

Какие меры применяются при сварке стали и чугуна в отношении расширения и сжатия?

Почему выбор надлежащего сечения стержня для наплавки является столь важным при сварке стали?

Почему при сварке стали выбор наконечника горелки имеет большое значение?

Является ли необходимым употребление флюса при сварке стали? Как регулируется пламя при сварке стали?

Как держится пламя при выполнении сварки стали?

Как держится стержень для наплавки при производстве стальной сварки?

Какие способы и признаки существуют для отличия стали от других металлов?

Как отличить литую сталь от чугуна?

Каким образом держится пламя при сварке двух металлических частей, из которых одна значительно тоньше другой, для того чтобы достигнуть одновременного расплавления обеих этих частей?

Почему сварка стали какого бы то ни было рода должна выполняться настолько возможно быстро?

Почему большинство хороших сварщиков загибают свои стержни для наплавки под прямым углом в расстоянии примерно 15 см от конца?

Что происходит со стальной конструкцией при сильном ее нагреве?

Как можно сваривать малые куски инструментальной или специальной стали? Можно ли в этом случае произвести сварку без уничтожения закалки, и если да, то насколько прочна будет такая сварка?

УРОК 3.

Содержание. Ацетилено-кислородная сварка и ацетилено-кислородные горелки. Типы ацетилено-кислородных горелок. Принципы безопасного устройства горелок. Принцип устройства горелки для резки.

Упражнения. Сварка встык стальных планок размером $150 \times 50 \times 2$ мм с употреблением прутков для наплавки.

Примечание. Пользуйтесь тем же приспособлением, что и в предыдущем упражнении. Добивайтесь, чтобы сварочный пруток сплавлялся в канавку. Добивайтесь равномерного движения горелки. Доискивайтесь причин получения неровных швов. Производите испытания на сцепление и на провар.

В то время как ученик постепенно совершенствуется в сварке, производя все более и более трудные образцы работ на пробных стальных планках, лекции должны иметь своим предметом ряд тем, охватывающих общие принципы газовой сварки.

Вопросы. Какие типы ацетилено-кислородных аппаратов для сварки являются наиболее употребительными?

Какой тип установки называется: 1) установкой низкого давления, 2) установкой среднего давления и 3) установкой высокого давления?

Каковы требования, предъявляемые к хорошей сварочной горелке?
В чем состоит принцип устройства горелки для резки (резака)?
Какое влияние на стоимость сварки имеет хорошее оборудование?
Какова температура ацетилено-кислородного пламени?
Каков расход кислорода при ацетилено-кислородной сварке?
Зачем сварщик надевает очки?
Каковы основные требования, предъявляемые к хорошему сварщику?
Почему является необходимым вначале определить причину поломки, прежде чем решить вопрос о применимости в данном случае сварки?
В каком соотношении находятся между собой прочности сваренного места и целого металла?

УРОК 4.

Содержание. Обращение с горелкой. Различные способы управления пламенем. Защита ванны. Приставание. Сцепление. Проникание.
Упражнения. Сварка стальных плашек без скосов размерами $150 \times 50 \times 1,5$ мм.

Примечание. Хороший провар узнается присутствием небольшого количества наплавленного металла с внутренней стороны. Этот образец может быть легко сломан при испытании, так как сечение шва будет ослабленное, если не применять при этом добавочного металла.

Вопросы. Какое движение должно быть придано горелке при соприкосновении ее пламени со свариваемыми металлами? Почему?
Какую цель преследует вращение горелки при сварке стали?
В каких случаях необходимо добавить присадочный металл для наплавки? В каком положении следует держать стержень для наплавки?
Почему свариваемые части должны иметь одинаковый нагрев?
Почему при производстве сварки необходимо обеспечить полный провар?
Как следует охлаждать нагретую горелку?

УРОК 5.

Содержание. Недостатки в арматуре для газовой сварки. Неплотные регулирующие краны. Неплотные наконечники. Вентили для прохода газа. Редукционные клапаны. Сменные гнезда. Контрольные манометры. Выгнутые диафрагмы. Утечка газа в новых регуляторах.
Упражнение. Сварить под прямым углом стальные планки размером $50 \times 50 \times 2$ мм с применением прутка для наплавки.

Примечание. Ученик должен приучаться к уверенному и устойчивому манипулированию горелкой и обращать большее внимание на проникание и расплавление. Продолжайте подчеркивать необходимость расплавления сварочного стержня в ванну и надлежного сплавления материала стержня с материалом листов. Если эти основы будут усвоены вначале на простейших работах, то в дальнейшем процессе обучения будут получены более хорошие результаты. Эти первоначальные упражнения настолько коротки и требуют столь небольшой затраты газа, что могут быть повторяемы в случае необходимости. Имея в виду, что при дальнейших упражнениях придется иметь дело с более толстыми листами, предупреждайте учеников от соревнования на скорость выполнения работы во время практических занятий, так как это обстоятельство неизбежно влечет за собой появление некоторого количества плохих сварок. Следите за тем, чтобы всякие соревнования между учениками имели своей целью достижение работы хорошего качества и не преследовали бы только одну скорость ее выполнения.

Вопросы. Какие предосторожности должны быть приняты в случае наличия утечки газа?

Почему расширение отверстий в наконечниках горелки считается недопустимым приемом?

В чем состоит наилучший способ обнаружения утечки газа из кислородного или ацетиленового трубопровода?

Как может быть остановлена утечка газа через главный клапан, если его гайка завернута до отказа?

Что служит причиной колебания величины рабочего давления? Каким способом производится соединение шлангов для того, чтобы оно было в состоянии выдержать действие давления?

Каким образом может быть исправлен прожженный или поврежденный кислородный или ацетиленовый шланг так, чтобы он был в состоянии выдерживать давление газа?

Является ли неплотность нового регулятора признаком его негодности?

УРОК 6.

Содержание. Устройство газовых баллонов и обращение с ними. Устройство кислородных и ацетиленовых баллонов. Правила по изготовлению сосудов под давлением. Зарядные давления. Предохранительные колпаки. Предосторожности в обращении. Опасности от влияния чрезмерно низких и высоких температур. Важность медленного открывания клапанов. Различие между кислородными и ацетиленовыми баллонами. Обнаружение утечки ацетилена по запаху. Опасность употребления пламени для обнаружения утечки газа.

Упражнение. Тавровая сварка стальных планок размером $150 \times 50 \times 2$ мм с употреблением добавочного металла.

Примечание. В этой стадии обучения надо требовать от ученика умения манипулировать горелкой на более ограниченной площади; если при этом не следить за ним тщательно, то он будет делать слишком сильный шов. Приучайте ученика перед началом сварки предварительно удостоверяться, что его работа прочно и солидно установлена. Первая проба почти во всех случаях всегда дает заметные дефекты. Прежде чем перейти к следующему упражнению, повторяйте настоящее до тех пор, пока не будут достигнуты заметные улучшения в его выполнении.

Вопросы. Под каким давлением находится кислород в баллонах? Под каким давлением находится ацетилен в баллонах?

Почему газовые баллоны необходимо содержать в тепле зимой и в прохладном месте летом?

Почему во время употребления и за несколько времени до этого ацетиленовые баллоны должны устанавливаться вертикально?

Почему с особой тщательностью надо убеждаться в том, что пустые ацетиленовые баллоны совершенно плотно закрыты?

Как определить количество газа, содержащегося в баллоне?

Чем отличаются друг от друга кислородные и ацетиленовые баллоны?

Почему необходимо вести тщательный учет пустых и полных баллонов?

Какие правила должны быть соблюдаемы при обращении с баллонами?

Содержание. Свойства газов. Ацетилен. Способы получения ацетилена. Физические и химические свойства ацетилена. Растворимость ацетилена в ацетоне. Способы получения кислорода. Употребление кислорода при сварке и резке. Блау-газ. Бутан. Водород. Светильный газ. Калорен.

Упражнения. Сварка в стык стальных планок размером $150 \times 300 \times 3$ мм с употреблением сварочного прутка.

Примечание. В этой стадии обучения с теми из учеников, которые оказали заметные успехи, можно приступить к усвоению разницы между прямой и обратной сваркой, давая им по образцу для сварки каждым способом.

В это же время у средних учеников обнаруживается обыкновенно стремление к сообщению сварке хорошего наружного вида, что должно быть поощряемо, но конечно не за счет ухудшения основных свойств прочной и хорошей сварки.

Вопросы. Что такое ацетилен?

Как он получается?

Ядовит ли он?

Какие примеси содержит в себе этот газ?

В чем состоит преимущество употребления растворенного ацетилена?

Почему медь не должна употребляться для ацетиленового трубопровода?

Что может произойти при наличии утечки ацетилена из шланга во время производства сварки внутри какой-либо цистерны?

С какой скоростью можно расходовать ацетилен из баллона?

Сколько кубических метров занимает один килограмм?

Каковы основные свойства кислорода?

Как получается кислород?

Что такое ацетон?

Сколько кубических метров занимает один килограмм кислорода?

Почему присутствие масла на кислородных баллонах, регуляторах и манометрах является опасным?

Почему на металлах образуется окалина при нагревании их до очень высокой температуры?

Что такое ржавчина?

Может ли быть восстановлен окислившийся металл?

В чем состоят преимущества и недостатки употребления водорода для сварки?

В каких случаях можно пользоваться светильным газом для сварки?

Назовите три способа контролирования расхода газа.

Содержание. Аппараты для получения ацетилена. Устройство и действие ацетиленовых генераторов. Правила и постановления Американского национального страхового общества. Хранение карбида. Безопасные способы загрузки.

Упражнения. Сделать вертикальную угловую сварку стальных планок размером $30 \times 150 \times 2$ мм с употреблением сварочного прутка.

Примечание. На первом же образце приучайте учеников поддерживать ванну надлежащих размеров. Повторяйте это упражнение до тех пор, пока не будет уверенности, что ученик усвоил, как надо манипулировать горелкой для достижения наилучших результатов при работе такого рода.

Вопросы. Почему давление в генераторе не должно превосходить одной атмосферы, тогда как в баллонах оно достигает значительно большей величины?

Какова должна быть вместимость загрузочной коробки для карбида?

Какой верный способ существует для удаления газа из генератора?

Какое главное правило должно соблюдаться при загрузке в генератор новой порции карбида?

Что следует делать перед наполнением ацетиленового генератора карбидом?

Содержится ли газ в отработавшем и спекшемся на дне и стенках генератора карбиде?

Какое освещение является наилучшим при работе с ацетиленовым генератором?

Чем обуславливается возможность утечки газа через шланги? В чем состоит опасность от утечки газа через соединения или шланги?

Почему утилизация генератора, превышающая его нормальную производительность, является недопустимой?

УРОК 9.

Содержание. Подготовка к сварке. Производство скосов. Различные способы сварки. Обозначение сварочных соединений на чертеже. Употребление асбеста и угольной пасты. Направляющие ленточки. Y-образные колодки.

Упражнения. Сварить горизонтальным швом две стальные планки размером $50 \times 150 \times 2$ мм с употреблением сварочного прутка.

Примечание. Температура обоих листов должна поддерживаться одинаковой.

Вопросы. В каких случаях является желательным производить скашивание кромок свариваемых деталей?

Когда скашивание кромок свариваемых деталей не является необходимым?

Какой угол скоса даст наилучшие результаты, если скашивание кромок необходимо?

Какое различие дает производство скосов на толстой отливке путем срезаывания их и путем выплавления их пламенем горелки?

В каком состоянии, холодном или горячем, производится правка ниже следующих металлов: сталь, бронза, алюминий, чугун, ковкий чугун?

Какие предосторожности должны быть приняты, если при сварке концами двух чугунных брусков размерами $50 \times 300 \times 12$ мм каждый, в результате работы необходимо получить брус длиной в точности равной 600 мм?

В каком отношении изменилась бы эта задача, если бы первоначальная длина каждого из брусков была равна 150 мм и в результате требовался бы брус длиной 300 см?

Зависит ли действие металла сварочного шва от длины стержня в предыдущей задаче?

Почему сварку коленчатых валов выполнить очень трудно?

УРОК 10.

Содержание. Предварительный нагрев и отжиг. Цель предварительного нагрева. Расширение. Способы предварительного нагрева и устройства для его производства. Отжиг.

Упражнения. Сварка встык стальных планок размером $50 \times 150 \times 6$ мм с употреблением сварочного прутка.

Примечание. Имея в виду, что сечения свариваемых предметов становятся толще, предупредите учеников от стремления ускорить работу путем расплавления сварочного прутка пламенем горелки.

Производите тщательное испытание таких сварок на степень полного расплавления свариваемых пластин. Учите ученика производить испытание своей собственной работы. Указывайте ему на важность получения у него уверенности в том, что его процесс работы является правильным, и отмечайте, что простые испытания такого рода могут в дальнейшей его работе служить указанием на то, что плохие качества сварки должны быть отнесены на счет неудовлетворительных свойств свариваемого металла и сварочного стержня.

Вопросы. Укажите две различные цели, преследуемые предварительным нагревом.

Почему производство сварки листового железа или стали является более трудным процессом по сравнению со сваркой деталей, имеющих большую толщину?

Почему при производстве сварки перечисленных ниже предметов необходимо применять предварительный нагрев: лопнувшие, обычно в результате замерзания в них воды, водяные рубашки цилиндров газовых двигателей и дыры и трещины в кожухах кривошипов, получающиеся в результате слабины шатуна? Почему приварка проушин к тем же цилиндрам и к тем же кожухам может быть произведена без предварительного нагрева и даже часто без разборки мотора?

Производится ли сварка водяных рубашек чугунных цилиндров в холодном состоянии или же с применением предварительного нагрева?

Какие сорта топлива могут быть с успехом применяемы для производства предварительного нагрева?

Какой способ применяется для определения потребной величины расширения предмета путем его нагревания, чтобы при сварке параллельной этому предмету части величина ее усадки имела бы то же значение?

В каком приблизительно интервале температур предварительный нагрев является действительным?

Чему равен безопасный температурный предел для предварительного нагрева алюминия?

Почему древесный уголь является наилучшим материалом для производства предварительного нагрева в общих случаях сварки?

Насколько должны быть предварительно нагреты для производства сварки чугун, бронза и алюминий?

Объясните, как устанавливается цилиндр с лопнувшей водяной рубашкой для производства предварительного нагрева; как строится печь для подогрева древесным углем; как она разжигается; как защищается кирпич во время сварки, и как по окончании работы производится охлаждение?

В каких случаях предварительный нагрев является безусловно необходимым для производства удовлетворительной сварки?

Должна ли производиться сварка в то время, когда происходит предварительный нагрев детали?

Могут ли прилегающие сечения чугунных деталей свариваться с применением местного нагрева?

Что достигается в результате отжига?

Какое влияние оказывает на температуру отжига стали количество содержащегося в ней углерода?

Почему не следует приступать к сварке частей, которые были подвергнуты тщательной термической обработке?

Почему является желательным поддерживать все свариваемое место при равномерной температуре, перед тем как дать ему возможность остынуть?

УРОК 11.

Содержание. Различные сорта чугуна. Подготовка сварки. Выбор сварочного прутка. Выбор наконечника. Регулировка пламени. Сварка чугуна. Охлаждение.

Упражнение. Сварка встык чугунных планок размером $60 \times 150 \times 12$ мм.

Примечание. Лекция должна иметь целью подготовить ученика к разнице в условиях и процессе сварки чугуна сравнительно со сталью, прежде чем он приступит к своей первой работе по сварке чугуна. К тому времени ученик должен приобрести хорошую сноровку и уверенность в обращении с пламенем горелки.

Указывайте ему на твердые места, раковины, шлаки. Приучайте его производить сварку не спеша. Подчеркивайте необходимость такого производства сварки, при котором устраняется нужда в повторном расплавлении металла. Обращайте его внимание на результаты употребления слишком большого и слишком малого количества флюсов.

Вопросы. Из каких составных частей состоит чугун?

Какой процент углерода содержится в чугуне и мягкой стали?

Каким образом можно отличить чугун от мягкой стали?

В каком отношении сварка чугуна отличается от сварки стали?

Из какого металла изготавливаются сварочные прутки, употребляемые при сварке чугуна?

Какую цель преследует употребление флюсов?

Как должно держаться пламя при сварке всех сортов чугуна?

Когда и каким образом происходит добавка металла от сварочного стержня во время сварки?

Что является причиной образования твердых мест в чугуне?

Что является причиной образования раковин в чугуне?

УРОК 12.

Содержание. Сварочные прутки. Выбор сварочных прутков для различных металлов. Свойства хороших сварочных прутков.

Упражнение. Приварка двух проушин к 12 мм чугунной пластине с употреблением кусков угля.

Примечание. Избегайте растекания расплавленного металла по твердому металлу. Производите тщательные испытания всех сварок и указывайте, как могут быть устранены несовершенства всякого рода.

Вопросы. Чем определяется размер прутка, который должен быть употреблен для сварки данного рода?

Какими свойствами обладает хороший чугунный пруток для наплавки?

Какое общее правило может быть установлено касательно соотношения между металлами прутка для наплавки и свариваемого изделия?

В чем состоит отличие прутка для наплавки от специальной и высокоуглеродистой стали?

Каким образом сварочные прутки могут быть испытаны в мастерской?

Назовите некоторые из свойств, которыми должен обладать хороший пруток для наплавки, употребляемый при сварке мягкой стали.

Можно ли с успехом использовать и почему в качестве сварочных прутков для наплавки поршневые набивочные кольца и другой мелкий лом чугуна?

Какой сорт прутков для наплавки употребляется при сварке стали?

УРОК 13.

Содержание. Редукторы (манодетандеры, регуляторы) и манометры. Устройство и принцип действия редукторов. Кислородные и ацетиленовые редукторы. Важность непроницаемости гнезд. Безопасное устройство. Злоупотребления, которых следует избегать. Устройство и принцип действия манометров. Уход за манометрами.

Упражнение. Вертикальная сварка двух чугунных планок размером $60 \times 150 \times 12$ мм.

Примечание. Никогда нельзя достигнуть сварки хорошего качества, если не сплавлять надлежащим образом поверхности V-образных скосов и не держать канавку ровной. Достаточно трех упражнений по сварке чугуна, чтобы познать ученика с воздействием пламени на чугун, с обычными дефектами, получающимися при его сварке, и с употреблением флюсов. Инструктор должен при этом следить за тем, чтобы ученик усвоил способы распознавания плохой и хорошей сварки чугуна путем производства соответствующих испытаний.

Вопросы. Опишите коротко принцип работы редуктора и иллюстрируйте это описание схематическим чертежом.

Можно ли с полной безопасностью производить замену ацетиленовых редукторов кислородными?

Почему необходимо предварительно устранить всякое натяжение в пружинах диафрагм, прежде чем впускать в регулятор газ, находящийся под высоким давлением?

Объясните, почему манометр высокого давления ацетиленового регулятора не может быть употребляем как указатель количества газа, содержащегося в присоединенном к нему баллоне, тем же самым способом, как и кислородный манометр высокого давления?

Где прежде всего надо искать неисправность в манометре, если через него происходит утечка газа?

Могут ли быть устранены такие утечки газа? Опишите способ, которым это можно сделать?

Какое затруднение может встретиться при прекращении работы сварочной установки, после того как газ будет выпущен из шланга, если при этом было принято во внимание показание одного лишь манометра высокого давления и не было отмечено показание манометра низкого давления?

Что служит причиной замерзания редукторов?

УРОК 14.

Содержание. Резка. Процесс ацетилено-кислородной реакции. Принцип действия горелки для резки. Обеспечение экономии. Наклонение горелки при резке. Сжигание кислорода. Резка баллонов и цистерн. Резка чугуна. Стоимость резки стали. Резка под водой. Механически действующая горелка для резки,

Упражнение. Вырезка простого образца в стальном листе толщиной 6 мм. Производство короткого разреза на 12 миллиметровом чугунном образце для сварки.

Примечание. Экономия газа является важным свойством производства эффективной резки. Ученик должен понять, что резка является скорее химическим, чем механическим процессом и что чрезмерно сильное дутье кислорода не дает никакой помощи. Признаками хорошо сделанной работы являются: быстрое начало резки и ровный узкий разрез с отсутствием шлака на нижних краях.

Вопросы. На каком принципе работает газовый резак?

Чем отличается газовый резак от горелки для сварки?

Какие металлы можно резать газовым резаком?

Какие другие газы могут употребляться для газовой резки?

Какой газ является самым дешевым? Какой газ является наилучшим для производства резки толстых предметов?

Возможно ли производить сварку, пользуясь газовым резаком?

Объясните, каким образом в случае необходимости резка может быть выполнена газовой горелкой.

Почему окалина или шлак не могут быть разрезаны?

Как определяется размер наконечника для резки?

Чем производится разрезание при ацетилено-кислородной резке: струей кислорода или же нейтральным пламенем?

С какого места начинается резка тонких предметов и с какого — толстых?

Какое действие на металл оказывает струя кислорода?

Какую роль играет нейтральное пламя в процессе резки? Можно ли при достаточном давлении производить резку одним ацетиленом или одним кислородом? Объясните почему.

Как держится горелка относительно разрезаемого металла?

Возможно ли производить удовлетворительную резку чугуна?

Какое добавочное оборудование обычно употребляется при резке под водой?

УРОК 15.

Содержание. Паяние. Подготовка. Употребление флюсов. Предосторожности, которые должны быть приняты. Приложения.

Упражнение. Спайка небольшой ковкой отливки. Спайка двух чугунных пластин толщиной 12 мм с производством скосов. Спайка 12 миллиметрового скошенного чугунного соединения.

Примечание. Тщательно проверяйте способность ученика распознавать ковкий чугун. Надлежащим образом отложенная на чугуне бронза не может быть с него снята без удаления при этом частиц самого чугуна вместе с нею. Избегайте сжигания бронзы. Демонстрируйте действие нагрева до красного каления на ковкий чугун.

Вопросы. Почему ковкий чугун не может быть свариваем?

Какой способ является наиболее удовлетворительным для соединения двух частей из ковкого чугуна?

Какие три способа существуют для распознавания ковкого чугуна?

Какой стержень для наплавки употребляется при работах с ковким чугуном?

Какой сорт флюса употребляется при работах с ковким чугуном?

Как готовится для сварки отливка из ковкого чугуна?

До какой температуры должен быть нагрет идущий в работу предмет, перед тем как начать пользоваться сварочным прутом для наплавки?

Что произойдет при нагревании до слишком высокой температуры?

Чем отличается регулировка пламени при работе с ковким чугуном от таковой же при работе с обыкновенным чугуном и сталью?

Какая часть пламени горелки приходит в непосредственное соприкосновение со сварочным прутом и основным металлом?

Как должен охлаждаться ковкий чугун?

В каких частях механизмов сварщик может вообще ожидать присутствие отливок из ковкого чугуна?

Опишите коротко, как изготавливается ковкий чугун и чем он отличается от литейного чугуна в холодном состоянии и во время действия на него ацетилено-кислородного пламени.

УРОК 16

Содержание. Сварка меди, латуни и бронзы. Свойства сварочных прутков. Употребление флюсов. Проковка и отжиг. Техника сварки.

Упражнение. Сварка встык медных листов 50×100 мм. Сварка встык латунных листов 50×75 мм. Нанесение бронзовой поверхности толщиной в 3 мм.

Примечание. Здесь желательно иметь достаточное количество практических работ, для того чтобы ученик хорошо ознакомился со сварочными свойствами меди и медных сплавов. Существенным является то, чтобы он ознакомился с действиями, которых следует избегать. Укажите разницу между пайкой и сваркой.

Вопросы. Можно ли избежать получения раковины при сварке или спайке меди?

Можно ли с успехом употреблять сварочный пруток, обладающий большой твердостью или более высокой температурой плавления, чем основной металл, при работах с медью или латунью?

Требуется ли флюс при сварке меди?

Сколько раз сваренное или спаянное сечение может быть расплавлено при работах с медью или латунью?

Какое действие на сварку оказывает окись меди?

Какое действие на свариваемый металл оказывает употребляемый в сварочном пруток фосфор?

Почему при сварке меди предварительный нагрев является необходимым?

Является ли употребление нейтрального пламени при сварке меди наилучшим?

Какой металл расплавляется первым при сварке меди со сталью?

Из каких главных составных частей состоит латунь? Бронза? Объясните насколько возможно полнее главные свойства, которыми должен обладать хороший сварочный пруток, употребляемый при сварке латуни.

Употребляется ли флюс при сварке латуни?

Какого рода пламя употребляется при сварке латуни?

В каком положении держится пламя при сварке латуни? Как должен держаться стержень для наплавки?

Чем определяется температура, при которой добавочный металл должен поступать к месту сварки? Что указывает на чрезмерно сильный нагрев?

Какое следствие имеет проковка или прокатка меди или латуни после сварки?

Является ли желательным скашивание или выжигание кромок у латунного изделия, подлежащего сварке?

Что является причиной пористости латунной сварки?

Почему при работе с латуной, нагретой до состояния красного каления, работа не должна прерываться?

Что является наиболее трудной частью всего процесса латунной сварки в целом?

Почему латунная сварка тотчас же по окончании процесса расплавления обычно охлаждается водой?

Каким образом обычно соединяются между собой части различных металлов?

Какова прочность сварки в таком случае?

УРОК 17.

Содержание. Сварка алюминия. Свойства алюминия. Различные способы сварки алюминия.

Упражнение. Сварка алюминиевых листов размером 50×150 мм с употреблением и без употребления сварочных прутков.

Примечание. Следите за тем, чтобы ученики достигали надлежащего проникания без перегрева. Хорошая, ровная сварка требует быстрой работы.

Вопросы. Назовите два способа производства алюминиевой сварки. Могут ли они комбинироваться?

Как должно быть отрегулировано пламя для производства сварки алюминия? Как должно держаться пламя относительно производимой сварки? Как производится подача добавочного металла?

В чем состоит здесь различие по сравнению со всеми прочими металлами?

Какой сорт прутков для наплавки идет в работу при сварке алюминия?

Что дает большие преимущества, употребление литого или тянутого прутка для наплавки?

Какой сорт флюса употребляется при сварке алюминия?

Какой флюс употребляется в случае работ с литым алюминием?

Объясните преимущества употребления тянутых или литых сварочных прутков при производстве сварки тянутого или литого алюминия?

Назовите главные свойства алюминия, находящиеся в связи с его нагревом.

Является ли необходимым скашивание кромок при сварке алюминия по тем же соображениям, что и для других металлов?

В чем состоит преимущество такого способа сварки алюминия, при котором сварка производится вначале на коротком расстоянии с одной стороны и затем с другой, в случае наличия работы, требующей сварки с обеих сторон?

В чем состоит различие в производстве сварки литого и листового алюминия?

Является ли желательным производство сварки алюминия с одной только стороны или же с обеих?

Какие предосторожности должны быть приняты во время подготовки к нагреву, при производстве предварительного подогрева алюминия

древесным углем? Какие предосторожности должны быть приняты в этом случае при начале предварительного подогрева, во время сварки и при охлаждении водой законченной работы?

Пользуются ли зажимами в целях удержания частей на месте при сварке подвергнутого предварительному нагреву алюминия?

Какие материалы употребляются для подготовки алюминия к предварительному нагреву?

Объясните, почему сварку алюминия необходимо производить с большей скоростью, чем сварку каких-либо других металлов?

Какой способ сварки применяется при нанесении вертикального алюминиевого шва?

Может ли производиться потолочная сварка алюминия?

Как по воздействию пламени можно узнать присутствие цинка в сплаве?

Какая особенность окиси алюминия делает столь легкой возможность попадания ее в сварочный шов?

Объясните способ, при помощи которого определяется количество тепла, необходимого для предварительного нагрева.

Как устанавливается для сварки листовой алюминий?

Какой механической обработке может быть подвергнута покоробившаяся сварка?

УРОК 18.

Содержание. Сварка в автомобилестроении. Разнообразие автомобилестроительных работ. Употребление бронзы. Науглероживание. Сварка крышек моторов. Ремонт радиаторов. Сварка шасси и цилиндров.

Упражнение. Сварка встык алюминиевых планок размером 60 × 150 × 6 мм. Приварка проушины к 6-миллиметровой алюминиевой планке.

Примечание. Для получения хорошей сварки металл должен быть расплавлен и перемешан. При приварке пользуйтесь кусками угля в качестве форм.

Вопросы. Какой прием является необходимым при приварке сломанного зубца в чугунных передачах, в том случае, когда не представляется возможным воспользоваться углем в качестве формы?

Какое очень важное обстоятельство надо иметь прежде всего в виду при производстве работ с зубьями передач?

Укажите на предосторожности, принимающиеся в процессе охлаждения работ такого рода.

Имея в виду, что в большинстве сварок, производимых малоопытным сварщиком, получаются твердые места, а также зная причину их появления и способ их устранения, можно ли воспользоваться этим процессом для усиления твердости тех частей, которые, не требуя большой прочности, подвержены сильному износу?

Опишите подробно, каким образом может быть сварена и подкреплена сломанная автомобильная рама так, чтобы прочность ее стала бы больше первоначальной?

При поломке валов автомобильного двигателя и задних осей автомобиля иалом обычно происходит близко к их четырехгранной оконечности; рекомендуется ли в таких случаях производить приварку этих коротких частей?

Что делают после сварки с цементированной кольцевой передачей, требующей сварки поломанных зубцов или приварки нескольких новых зубцов?

Объясните, что понимается под науглероживанием?

Какие предосторожности необходимо принять, прежде чем приступить к науглероживанию?

Возможна ли опасность коробления клапанов и перегрева цилиндра и поршня при науглероживании?

Какие причины ограничивают возможность применения снайки к автомобильным цилиндрам?

Почему необходим предварительный перед сваркой контроль износа в цилиндре?

Что вызывает коробления цилиндров при сварке?

Как удерживается линия подшипников картера во время сварки?

Что употребляется в качестве формы при наварке приливов к алюминиевым отливкам?

Каким способом пользуются при наварке приливов в целях избежания появления трещин?

УРОК 19.

Содержание. Сварка монель-металла. Свойства монель-металла. Выбор наконечника. Употребление флюса. Производство сварки. Сварка стержней, листов и отливок из монель-металла.

Упражнение. Сварка встык листов из монель-металла размером $60 \times 150 \times 1,5$ мм. Сварки встык листов из монель-металла размером $60 \times 150 \times 6$ мм.

Примечание. Указывайте, что прочная сварка монель-металла не может быть произведена слоями. Употребляйте слегка обуглероживающее пламя. Следите за тем, чтобы стержень не вынимался из ванны во время производства сварки, и объясните, почему этого не следует делать. При употреблении флюса пользуйтесь раствором 200 грамм шелака в 4 литрах спирта и смачивайте им как прут, так и свариваемые части.

Вопросы. Что такое монель-металл? Как его можно узнать?

Почему сварка монель-металла должна производиться сразу в один прием, а не слоями?

Должны ли усиливаться сварочные швы на монель-металле?

Какой способ установки листов из монель-металла для сварки является наилучшим?

Является ли необходимым предварительный нагрев?

Как регулируется пламя?

Какого размера употребляются наконечники?

Как держится прут для наплавки?

Как направляется пламя горелки?

Каким образом пользуются флюсом в случае его употребления?

УРОК 20.

Содержание. Сварка свинца. Соображения об употреблении слабого нагревания. Подготовка поверхностей. Процесс сварки. Вертикальная сварка. Работа с аккумуляторами.

Упражнение. Сварка встык свинцовых пластин размером $60 \times$

× 150 × 3 мм. Заплавка 19 мм дыры в свинцовом листе толщиной 12 мм.

Примечание: Удостоверяйтесь, что свариваемые поверхности чисто соскоблены. Ученик должен хорошо освоиться и привыкнуть к предосторожностям, вызываемым низкой температурой плавления металла. Вполне возможно достигнуть совершенного расплавления и сплавления металла без образования дыр в свариваемом предмете. Слишком долгое держание пламени на листах действует разрушительным образом.

Вопросы. Почему термин «угар свинца» является неправильным?
В чем состоит отличие сварки свинца от сварки других металлов?
Требуется ли скашивание кромок при сварке свинца?
Что употребляется в качестве материала для наплавки?
Опишите процесс сварки свинца.
Как избегается чрезмерный нагрев?
Что является причиной образования отверстий при сварке свинца?
Как выполняются вертикальные швы?
Как пользуются сваркой при работах с аккумуляторами?
Почему достижение полного расплавления является необходимым при работах с батареями?

УРОК 21.

Содержание. Паяние. Мягкие и твердые припои. Смешивание. Выбор флюсов. Пайка серебром. Пайка алюминия. Пайка электричеством.
Упражнение. Запайка течи в сотах радиатора. Спайка треснувшего алюминиевого стержня алюминиевым припоем.

Примечание: Ученик должен уяснить себе разницу между сваркой и паянием. Следите за тщательной натиркой припоем для получения хорошей полуды. Показывайте, как надо ее сглаживать, пока она еще горячая.

Вопросы. Что такое паяние и когда его рекомендуется употреблять?
Почему припой должен иметь более низкую температуру плавления, чем соединяемые при помощи него металлы?
В чем состоит разница между твердым и мягким припоем?
Зачем употребляется флюс?
Что такое спайка серебром и когда она употребляется?
Когда является желательной пайка алюминия?
Опишите способ спайки алюминиевого кожуха для передачи.
Каким путем работа может быть обделана, для того чтобы она получила чистый наружный вид?
В чем состоит цель натирания при лужении?

УРОК 22.

Содержание. Сварка труб. Преимущества сварки соединений трубопровода. Процесс производства сварки труб. Трубы, подверженные давлению. Газопровод. Сварные трубы в нефтепромышленности. Экономия, даваемая сваркой.

Упражнение. Сварка встык двух 35-мм труб, длиной 75 мм каждая. Тавровая сварка 30-мм труб.

Примечание. Принципы, положенные в основу предыдущих упражнений по сварке стали, в связи с этим и следующими двумя упражнениями должны быть тщательно повторены. Основы здесь те же самые, но процесс сварки немного

сложнее. Расплавление и проникание должны быть здесь обеспечены при всякой сварке вне зависимости от характера соединения.

Вопросы. В чем состоят преимущества соединения труб при помощи сварки?

Какого рода трубы употребляются для нефтепровода, подающего нефть из одной местности в другую, для газовых магистралей; для опреснителей и для рефрижираторных машин?

В чем состоят причины неплотности сварки труб?

Как готовится труба для сварки?

Опишите, каким образом могут быть сварены две трубы разного диаметра концом к концу.

Какие предосторожности необходимо принять при производстве сварки такого рода?

Каким путем длинные коллектора предохраняются от искривления при наварке на них нескольких патрубков?

Какую квалификацию должен иметь хороший сварщик труб?

Какой металл идет на стержни для наплавки, употребляемые при сварке труб?

УРОК 23.

Содержание. Сварка цистерн. Цистерны для хранения. Цистерны, подверженные давлению. Подготовка к сварке. Приварка крышек и днищ у больших и малых цистерн. Жесткая и нежесткая системы сварки. Контроль сжатия. Приварка труб к цистернам.

Упражнение. Сварка продольным швом трубы, имеющей диаметр 125 мм и толщину стенок 3 мм; длина шва 375 мм. Приварка выпуклой крышки. Сварка 6-мм планок швом длиной 600 мм.

Примечание. Инструктор как можно чаще должен давать ученикам возможность производства длинных сварочных швов на стальных листах, знакомя их при этом с влиянием расширения и сжатия и обращая их внимание на качество работы, которое не должно приноситься в жертву скорости.

Вопросы. В чем состоит разница между правой (вправо — вперед) и левой (влево — назад) сваркой?

Опишите способы, предупреждающие появление напряжений и перекашивания во время процесса сварки и по окончании его.

Можно ли употреблять жесткую систему закрепления для удержания частей работы на месте, требуемом сваркой? Почему?

Можно ли с выгодой применять термическую обработку? Каким образом?

Почему при сварке стальных листов их кромки перекрываются, в то время как при работах такого же рода с чугуном они разводятся?

Каковы должны быть приблизительные размеры заплаты, необходимой для заваривания в стальном листе квадратной дыры со стороны в 150 мм без применения предварительного нагревания и каким образом эта работа должна быть подготовлена для сварки, чтобы избежать появления напряжений от усадки и расширения?

Что является причиной коробления? Как оно может быть устранено при работах с предметами малых размеров?

На какое расстояние в процентах от их длины должны раздвигаться длинные предметы в целях учета влияния усадки?

При каких толщинах свариваемых предметов допускается пользование поперечным клином между их кромками?

При каком типе соединения возникают наименьшие напряжения?

Уменьшает ли усадочные напряжения применение выпуклых крышек?

Какую форму стремится принять крышка цистерны под влиянием давления?

В чем состоит значение проковки сварки в горячем состоянии?

Почему при сварке встык на планках между листами оставляется зазор?

УРОК 24.

Содержание. Сварка котлов. Преимущества сварки перед клепкой. Меры предосторожности. Выбор сварочных прутков. Подготовка работы. Расширение и усадка.

Упражнение. Сварка встык стальных планок размером $75 \times 150 \times 12$ мм.

Примечание. Ученик должен приобрести навыки и умение сваривать швом материалы требуемой толщины. В этой стадии обучения правильный процесс производства сварки является более важным, чем знание устройства котлов. Лекция должна подчеркивать необходимость насколько возможно больше инструктирования ученика, прежде чем он может впоследствии приступить к действительной сварке котлов.

Вопросы. Какая прочность может быть достигнута по отношению к целому листу при сварке двух листов плоским швом встык?

Как повлияет на прочность предыдущего шва употребление в качестве добавочного металла материала большей прочности и лучшего качества?

Какой способ употребляется для уменьшения температурных напряжений после заварки трещины во шве?

Почему при потолочной сварке столь важным является предварительное, перед введением добавочного металла, расплавление свариваемых поверхностей?

Почему при потолочной сварке расплавленный металл не падает вниз?

Почему при производстве сварки в небольшом расстоянии от заклепочного шва, заклепки, расположенные вблизи места сварки, предварительно удаляются? На каком расстоянии от места сварки должны удаляться заклепки? Объясните, что понимается под «выпуклой» заплатой для котла?

Как готовится заплата такого рода?

Что понимается под «гофрированной» заплатой для котла?

Какие преимущества имеет «гофрированная» заплата перед «выпуклой»?

Если заваривать одну из трещин, что происходит с остальными трещинами?

Какими правилами необходимо руководствоваться при сварке котлов?

Добавочные упражнения. В тех случаях, когда для практических занятий в мастерских может быть использовано большее количество времени, чем это необходимо для выполнения перечисленных выше упражнений, то такой избыток времени может быть с выгодой употреблен на испытание металлов, подлежащих сварке, на распознавание

металлов различного рода, на установку приспособлений для предварительного нагрева и т. д.

Все эти упражнения весьма полезны для ученика, так как в совершенстве знакомят его с обычным оборудованием и инструментами сварочной мастерской.

ГЛАВА ВТОРАЯ.

КУРС ОБУЧЕНИЯ ДЛЯ ЭЛЕКТРОСВАРЩИКОВ.

УРОК 1.

Содержание. Электрический ток. Вольтова дуга. Постоянный и переменный ток. Меры предосторожности для безопасности.

УРОК 2.

Содержание. Электрическая дуговая сварка. Исторический очерк. Типы сварочных машин. Сварочный ток.

УРОК 3.

Содержание. Сварочная машина и аппараты. Явление вольтовой дуги. Выгодность вольтовой дуги для целей сварки. Разница между угольными и металлическими электродами. Включение аппарата. Обнаружение неисправности.

УРОК 4.

Содержание. Процесс сварки. Величины силы тока для электродов различного диаметра. Зажигание дуги. Поддержание дуги. Положение электрода. Манипулирование дугой. Наплавление валика. Производство прерывистой сварки. Волнообразное движение электрода. Наплавление уширенного валика.

УРОК 5.

Содержание. Подготовка к сварке. Скашивание кромок.

УРОК 6.

Содержание. Выбор электродов.

УРОК 7.

Содержание. Сварка прокатанной стали и ковального железа.

УРОК 8.

Содержание. Сварка литой стали.

УРОК 9.

Содержание. Сварка ковкого чугуна.

УРОК 10.

Содержание. Сварка чугуна. Постановка шпилек. Выемка пазов. Выбор материала для электрода. Применения.

УРОК 11.

Содержание. Сварка марганцевой стали. Материал для электродов. Полярность. Манипулирование дугой. Охлаждение водой. Проковка. Процесс сварки. Обработка

Содержание. Резка электрической дугой.

Содержание. Сварка угольными электродами.

Содержание. Сварка цветных металлов. Алюминий. Латунь. Бронза. Медь. Монель-металл.

Содержание. Сварка котлов. Заварка трещин, наплавка разъедин, сварка заплат.

Содержание. Сварка труб. Преимущества сварного соединения труб. Газовые трубы. Паровые трубы. Малые трубы.

Содержание. Автоматическая дуговая сварка

Содержание. Термическая и механическая обработка. Отжиг. Проковка. Предварительный подогрев.

Содержание. Сварка цистерн. Цистерны для хранения. Цистерны, подверженные давлению. Большие цистерны для хранения. Цистерны прямоугольного сечения.

Содержание. Сварка стыков рельс. Уновский процесс сварки. Индианаполисский процесс сварки.

Процесс сварки с помощью металлического электрода.

Упражнение I. Включение аппарата. Зажигание и поддержание дуги.

Цель упражнения. Произвести надлежащую установку аппарата для сварки. Зажечь дугу. Удерживать дугу достаточное время для того, чтобы наплавить некоторое количество металла.

Примечание. Сварочные машины обычно доставляются с пометками на всех контактах. Схемы наружного присоединения прилагаются к машине, как ее часть. Ученики должны выучить название каждой части и каждого зажима. Убеждайте учеников в необходимости пользоваться перчатками, щитами и т. д. при всяком зажигании дуги. Обращайте их внимание на важность получения хорошего контакта во всех соединениях, чтобы в противном случае не произошло перегревания держателя электрода. Наилучшая длина дуги с металлическим электродом составляет около 3 мм. Указывайте, как надо прекращать дугу, чтобы после этой операции не оставить глубокий, пористый и окислившийся кратер. Ученики должны уметь читать показания измерительных приборов.

Упражнение II. Наплавка прямого валика параллельно меловой линии, отбитой на листе. Наплавка валика, покрывающего первоначально проведенную на листе меловую линию. Наплавка прямых валиков без помощи направляющих меловых линий.

Цель упражнения. Управление дугой и передвижение ее в заранее определенном направлении. Получение валика однообразной ширины и высоты, не содержащего в себе шлаковых включений.

Примечание. Поддержание слишком длинной дуги имеет своим результатом сжигание или окисление металла, азотирование и плохой провар. Поддержание слишком короткой дуги имеет своим результатом примерзание электрода. Электрод должен подаваться вниз по мере передвижения дуги.

Упражнение III. Наплавка между рядами параллельных валиков новых параллельных валиков с обеспечением их сплавления с ранее наплавленными валиками и металлом листа.

Примечание. Заставляйте учеников производить тщательную очистку валиков, между которыми наплавляется новый валик. Особая тщательность должна быть проявлена в отношении удаления всех окислов и шлака на краях валиков.

Упражнение IV. Нанесение уширенного валика на плоскую поверхность.

Цель упражнения. Нанесение на плоскую поверхность более широкой наплавки, чем та, которая может быть получена путем продвижения электрода в одном направлении.

Примечание. Предостерегайте учеников от слишком быстрого передвижения электрода, при котором невозможно образовать кратер надлежащим образом и отложить в нем полностью весь материал электрода. В случае употребления электрода, покрытого флюсом, для обеспечения проникания держите короткую дугу. Если необходимо произвести наплавку второго слоя, то первый слой должен быть очищен от окислов.

Упражнение V. Производство наплавки на плоскую поверхность.

Цель упражнения. Нанести слой наплавки на плоскую поверхность.

Примечание. Каждый слой перед наплавлением к нему соседнего слоя должен начинаться. При хорошем выполнении работы затрата времени на очистку слоя, поверхности около 60 см² должна составлять не менее трех минут. Нанесение валиков второго слоя в направлении, перпендикулярном к валикам первого слоя, называется «сшиванием» или «приделением» и представляет собой наиболее рекомендуемый способ производства двуслойной наплавки. Для очистки окислов в промежутках между слоями вместо простого употребления щетки лучше пользоваться молотком и зубилом. Если имеется в виду получить сколько-нибудь удовлетворительный результат, то расплавление между поверхностями наплавляемых слоев и листа должно быть совершенным. Здесь должно быть объяснено также отрицающее влияние различных слоев.

Упражнение VI. Соединение тонких листов сварными швами встык с тавровыми (Т-образными).

Цель упражнения. Научиться сваривать тонкие листы, не прожигая их при этом.

Примечание. Перед тем как приступить к сварке, необходимо счищать окислы с листов зубилом или пескоструйным аппаратом. Сварка получается более удачной, если в качестве подкладки под свариваемое место пользоваться медным листом для поглощения избытка теплоты. Большая скорость работы уменьшает шансы на прожигание листов, но тем не менее скорость не должна увеличиваться за счет ухудшения проникания.

Упражнение VII. Сварка двух толстых пластин без скапывания кромок. Сварка углового железа.

Цель упражнения. Научиться выполнять разнообразные сварочные работы.

Примечание. Выполнение при помощи сварки работ ремонтного характера требует от сварщика наличия большой изобретательности и хорошей природной

ловкости. Тщательная предварительная подготовка и очистка подлежащих сварке предметов и выбор электрода имеют очень важное значение.

Упражнение VIII. Сварка под прямым углом двух кусков углового железа. Сварка фермы из углового железа. Приварка корыччатого железа к листу для усиления его жесткости.

Цель упражнения. Научиться производить сварку листовой и фасонной стали.

Примечание. Обращайте внимание на достижение равномерного проникания сварки во всех частях. Многие из сварочных работ такого рода могут быть произведены только с одной стороны. Во многих случаях необходимо делать прочные швы. Сварщик должен ознакомиться с чертежами и научиться читать их.

Упражнение IX. Приварка крышки к небольшой цистерне. Сварка внахлестку и встык пазов 6-мм листов длиной 2000 мм. Приварка угольника к листу толщиной 6 мм. Приварка патрубка к небольшой цистерне. Производство сварки прямоугольной цистерны.

Цель упражнения. Ознакомиться в совершенстве со всеми типами сварки, употребляемой в производстве сварных цистерн. Научиться приваривать арматуру к цистерне. Ознакомиться с различными типами соединений деталей цистерн и научиться выбирать наиболее подходящий тип соединения в каждом частном случае.

Примечание. Употребление во время работы направляющих лекал для установки материала облегчает сварку и уменьшает время постройки. В тех случаях, когда требуется сделать соединение встык листов толще 6 мм, то они должны доставляться к месту сварки со скошенными кромками. В зависимости от рода напряжений в каждом случае требуется соответствующий тип сварки. В случае соединения длинных пазов встык должны быть сделаны допуски на усадку (см. часть III «Сварка цистерн» и «Таблицы»).

Упражнение X. Сварка балки вагонной рамы. Сварка паровозной рамы. Сварка встык стальных листов толщиной 12 мм и более. Стыковые планки.

Цель упражнения. Заполнение скошенной V-образной канавки, требующее наплавления нескольких валиков.

Примечание. Обращайте внимание на необходимость достижения проникания до самого дна V-образной канавки и на оставление допусков на усадку и растяжение, при работах с крупными деталями. Наилучшие результаты достигаются при производстве сварки по определенному образчику.

Упражнение XI. Сварка двух котельных листов толщиной 12 мм со скошенными под углом в 45° кромками.

Цель упражнения. Производство хорошей сварки котельных листов.

Примечание. Обращайте внимание на достижение хорошего проникания. Держание электрода в направлении (проявара), перпендикулярном к поверхности, облегчает поддержание короткой дуги. Длинная дуга может быть узана по производимому ей разбрызгиванию и свисту. Когда дуга имеет надлежащую длину, то она издает хрустящий звук. Сварщик должен концентрировать свое внимание на передней кромке кратера. Производство хорошей дуговой сварки возможно только тогда, когда расплавленный металл электрода стекает прямо в расплавленный кратер.

Упражнение XII. Сварка встык трубы небольшого диаметра. Сварка встык трубы большого диаметра. Тавровая и угловая сварка труб малого и большого диаметров. Сделать тройник сваркой труб малого и большого диаметра.

Цель упражнения. Научиться производить стыковую, тавровую и угловую сварку труб малого и большого диаметров.

Примечание. Обращайте внимание на тщательный выбор материала для электрода, в особенности в тех случаях, когда конструкция предназначена работать под давлением. Сварочные швы в трубах должны иметь достаточное усиление. Поверхность, подлежащая сварке, должна быть очищена и сварщик должен держать короткую дугу. Все сварные швы трубопровода при всякой возможности должны испытываться на непроницаемость. Сварка труб представляет собой самую трудную сварочную операцию.

Упражнение XIII. Сварка цистерны сепаратора. Сварка водяных коллекторов и тройников. Сварка конденсаторов для опреснителя, работающего под давлением. Изготовление баллона, работающего под давлением, путем приварки крышек и ниппелей к 600 мм трубе.

Цель упражнения. Выучиться производить удовлетворительную сварку деталей, работающих под давлением.

Примечание. Обращайте внимание на достижение полного расплавления и провара и на то, чтобы работа всегда производилась после предварительной очистки металла. Сварщик должен хорошо ознакомиться с правилами сварки котлов, а также с постановлениями, касающимися сварки цистерн и сосудов, работающих под давлением. Обращайте внимание на удаление из труб во время сварки всякого масла.

Упражнение XIV. Заварка трещин и наплавка разъедин в котельных частях, вварка заплат. Потолочная сварка в котлах.

Цель упражнения. Научиться производить ремонт котлов с помощью сварки.

Примечание. Сварщики должны быть хорошо знакомы с правилами, перечисленными в предыдущем упражнении. При котельной работе материал для электродов должен тщательно выбираться. В целях получения хороших результатов необходимо затрачивать значительное количество времени на очистку металла до тех пор, пока он не станет блестящим. Швы котельных листов усиливать на 15—20% со стороны, подверженной действию огня, и на 10% со стороны, обращенной к воде. На боковых листах сварку рекомендуется производить в направлении снизу вверх. Нанесение слишком большого количества металла вызывает вследствие перегрева появления трещин. Кромки трещин перед заваркой должны сглаживаться.

Упражнение XV. Заварка раковины в стальной отливке металлической дугой. Починка лопнувшей стальной отливки металлической дугой.

Цель упражнения. Употребление металлической дуги для исправления плохих отливок и починки лопнувших или сломанных отливок.

Примечание. Неглубокие раковины могут завариваться металлической дугой. Сварка должна выполняться с наименьшим расходом металла между треснувшими кромками. Для достижения этого сглаживание кромок должно производиться не более того, чем это требуется для обеспечения хорошего проникания и надлежащего манипулирования дугой.

При работе с большими отливками сглаживание кромок, если только это возможно, должно производиться с обеих сторон соединения. При работе со сложными и тонкими отливками сварка может выполняться с перерывами в целях получения надлежащего распределения тепла. Где только это возможно, сварка должна быть усиленной.

Упражнение XVI. Сварка чугунной котельной секции металлической дугой. Сварка чугунного махового колеса металлической дугой. Сварка чугунной станины строгального станка металлической дугой. Сварка паровозного цилиндра металлической дугой.

Цель упражнения. Научиться производить сварку чугуна металлической дугой.

Примечание. Обращайте внимание на тщательное изучение требований, предъявляемых в отношении размера и расположения шпилек при их употреблении. При употреблении чугунного электрода можно не пользоваться шпильками, если применять предварительный нагрев свариваемых частей.

Упражнение XVII. Резка толстого листа угольной дугой. Резка чугуна угольной дугой. Вырубка заклепок и заклепочных швов. Срезка прибылей.

Цель упражнения. Научиться производить резку угольной дугой.

Примечание. При прямой резке пределом экономичной работы является толщина около 125 мм. Угольной дугой можно производить резку чугуна и цветных металлов. Тяжелые части могут подрезаться для последующей разломки.

Упражнение XVIII. Сварка небольшой стальной отливки угольной дугой.

Цель упражнения. Употребление угольной дуги и стержня для наплавки при работах с небольшими стальными отливками.

Примечание. При небольших работах, берущих около 300 ампер, дуга должна поддерживаться около 6 мм длиной. Угольный электрод должен быть заострен. Темп работы должен быть быстрым, для того чтобы металл не разрушался от чрезмерно высокой температуры. В случае прекращения дуги во время работы она должна снова зажигаться на целом металле и затем быстро переноситься на место сварки. Это предупреждает появление твердых мест. Предостерегайте от удерживания дуги на расплавленном металле, после того как отверстие будет заплавлено. Предварительное подогревание места сварки предотвращает слишком быстрое охлаждение.

Упражнение XIX. Заварка неисправной стальной отливки с помощью угольной дуги. Починка сломанной стальной отливки угольной дугой.

Цель упражнения. Научиться, как можно пользоваться угольной дугой при работах со стальными отливками и как можно избежать появления твердых мест.

Примечание. Глубокие раковины и трещины могут быть лучше заварены при помощи угольной дуги. Все посторонние вещества должны быть выплавлены на поверхность, чтобы их можно было удалить, перед тем как производить наплавку нового металла. В тех случаях, где имеется опасение возникновения усадочных напряжений, отливка должна быть подвергнута предварительному нагреву. Предварительный нагрев кроме того предохраняет отливку от слишком быстрого охлаждения.

Если дуга прекратится, то зажигание ее не должно производиться на расплавленном металле. Для удаления оставшихся в отливке напряжений рекомендуется производить ее отжиг. При починке отливок угольную дугу следует употреблять только в тех случаях, когда по каким-либо причинам желательно очень быстро наплавить добавочный металл. Имейте электрод всегда заостренным надлежащим образом.

Упражнение XX. Сварка чугунной котельной секции угольной дугой. Сварка чугунного маховика угольной дугой. Сварка чугунной станины строгального станка угольной дугой. Сварка паровозного цилиндра угольной дугой.

Цель упражнения. Научиться производить сварку чугуна угольной дугой.

Примечание. Необходимо применять предварительный нагрев перед сваркой чугуна угольной дугой. Чугунной сварке должна быть предоставлена возможность медленного охлаждения. Не следует удерживать дугу на месте более долгое время, чем это требуется для полного расплавления.

Упражнение XXI. Наплавка износившегося сердечника крестовины из марганцевой стали. Наплавка износившейся крестовины из марганцевой стали. Наплавка износившегося резака конвейерного ковша. Наплавка износившегося зубца землечерпательного ковша.

Цель упражнения. Научиться производить наплавку на износившиеся поверхности марганцевой и высокоуглеродистой стали.

Примечание. Наплавка должна наноситься медленно для того, чтобы основной металл не был бы перегрет. Сварщик должен научиться избегать получения острых бугров или впадин. Дуга должна быть защищена от сквозняков. См. часть I: «Марганцевая сталь».

Упражнение XXII. Приварка медной связи к стыку трамвайных рельсов. Сварка бронзовой рубашки гребного вала. Сварка цистерны из монель-металла.

Цель упражнения. Производство сварки цветных металлов.

Примечание. Бронза, содержащая в себе даже относительно небольшое количество цинка, очень трудно поддается сварке. Бронза не может быть удовлетворительно сварена при помощи металлической дуги. См. «Монель-металл».

ГЛАВА ТРЕТЬЯ

ВОПРОСНИК ДЛЯ СВАРЩИКОВ ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ ДУГОЙ.

Употребление образцового вопросника, приведенного ниже, рекомендуется для всех учреждений, имеющих дело со сваркой. Всякий кандидат на место сварщика должен ответить на помещенные ниже 15 вопросов, и его ответы должны быть оставлены, как материал для постоянного хранения. Другие вопросы даны в целях испытания знаний сварщика касательно процесса сварки и необходимого для сварки оборудования и снабжения. В том случае, когда имеется в виду работа специального характера, даны указания на вопросы, касающиеся специальных работ. Тщательное прочтение этих вопросов весьма рекомендуется самим сварщикам. Они дают им хороший материал для проверки своих способностей и своих знаний в деле, являющемся их профессией.

А. Анкета.

1. Фамилия, имя, отчество.
2. Адрес.
3. Телефон.
4. Является ли местожительство постоянным?
5. Женат или холост?
6. Национальность?
7. Состоите ли на службе в настоящее время и если нет, то почему?
8. Где Вы выучились сварке? Когда?
9. Какой практический опыт по сварке Вы имели?
10. Какие читаете книги или журналы по сварке?
11. Какими сварочными машинами и аппаратами пользовались при работе?
12. Какого рода была наибольшая работа по сварке, сделанная Вами? Какого рода — наименьшая? Какие затруднения Вы испытали при сварке?
13. Какой металл предпочитаете сваривать? Почему?
14. Какого рода сварку считаете своей специальностью?
15. Какое вознаграждение ожидаете получить за работу?

Б. Общие сведения по сварке.

1. Объясните процесс установки сварочного аппарата, его включения и зажигания дуги.
2. Как относится прочность сварки к прочности целого места?

3. Когда следует применять предварительное нагревание при дуговой сварке?
4. Почему употребление ручных щитов и головных шлемов является необходимым?
5. Для какой цели покрывают электроды флюсами?
6. В чем состоит разница между электродом, покрытым флюсом, и электродом, покрытым шлаком?
7. Можно ли с помощью угольной дуги достигнуть столь же хорошей сварки, как и с помощью металлической?
8. Как производится скашивание кромок для сварки?
9. По каким признакам могут быть опознаны обычные металлы?
10. Каковы температуры плавления обыкновенных металлов?
11. С какой целью производится отжиг сварки?
12. Как исчисляется стоимость сварочной работы?
13. Как определяется размер электрода и сила тока в зависимости от характера сварочной работы?

В. Оборудование.

1. В чем состоит разница между сваркой переменным и постоянным током?
2. Передается ли при сварке угольной дугой свариваемому телу большее количество теплоты, чем при сварке металлической дугой?
3. Опасен ли сварочный ток? Почему?
4. Какова температура вольтовой дуги?
5. Какое действие оказывает большая переменная нагрузка на силовую сеть?
6. Как пользуются электрической дугой для целей резки металла? В каких пределах?
7. Что понимается под «обратной полярностью». В каких случаях она применяется?

Г. Электричество.

1. Что такое замкнутая цепь?
2. Почему заземляющий контакт должен содержаться в чистоте?
3. Почему уменьшают силу тока при перемене большого электрода на малый?
4. Какое влияние оказывает загрязненный коммутатор на сварочный ток?
5. Что такое трансформатор?
6. Что такое индуктивный ток?

Д. Листовая сталь.

1. Как производится подготовка к сварке и как наносится продольный шов при сварке цилиндрической цистерны из листовой стали?
2. Какой ток и какой электрод применяются при этом?
3. Как манипулируют дугой?
4. Как избегается коробление?
5. В чем состоит разница между жесткой и нежесткой системой сварки?
6. До какой степени производится усиление шва? Почему?
7. Как испытываются швы такого рода на пористость?

Е. Сварка крупных стальных изделий.

1. До какой степени является необходимым производство скашивания кромок?
2. Как производится скашивание кромок?
3. До какой степени производится усиление шва?
4. Какой прочности можно достигнуть в швах такого рода?
5. Является ли полезным производство предварительного нагревания? Отжига?
6. Какой процесс употребляется при сварке специальных сортов стали?
7. Как может быть улучшено качество сварных швов в этом случае?

Ж. Чугун.

1. С какой целью употребляются шпильки?
2. С какой целью делаются канавки?

3. Имеется ли какой-либо другой способ дуговой сварки чугуна помимо способа с применением шпалек?
4. Как устраняются влияния усадки?
5. Что является причиной образования твердых мест при дуговой сварке чугуна?
6. Что является причиной образования раковин?

3. Цветные металлы.

1. Опишите способ дуговой сварки меди.
2. Опишите способ дуговой сварки бронзы.
3. Опишите способ дуговой сварки монель-металла.

Испытание.

1. Дайте экзаменуемому собрать и включить разобрannую установку для сварки электрической дугой, отрегулировать ток и начать сварку.
2. Дайте экзаменуемому сделать тавровую сварку листов и испытать ее на разрушение.
3. Перемените полярность и заметьте, сколько времени пройдет, прежде чем экзаменуемый заметит это.
4. Дайте экзаменуемому произвести сварку пары образчиков той работы, на которую его предполагается поставить, и отметьте разницу в скорости и в качестве обеих сварок.

Разбор вопросов и испытаний. Как можно будет убедиться в этом впоследствии, полезно ответы на вопросы группы А оставить как материал справочного характера на предмет постоянного хранения.

Первые семь вопросов этой группы понятны сами собой. Вопросы, касающиеся учебной подготовки и опыта по сварке, являются по всей вероятности самыми жизненными, и в случае устного испытания они должны сопровождаться более глубокими вопросами, характер которых всецело зависит от соответствующих обстоятельств. Так например было указано, что человек, который обучался сварочному делу в специальной школе, выходит обычно с большими познаниями по теории, чем обучавшийся в мастерских; в отношении же практических познаний дело обстоит наоборот. Точная характеристика работы, выполнявшейся раньше сварщиком, также является очень важной. Так например указание сварщика на то, что ранее он работал по сварке труб, является недостаточным; в самом деле, согласно с заявлением одного надсмотрщика, человек, привыкший к сварке труб большего диаметра, например больших нефтяных труб, испортит работу при первой же сварке труб малого диаметра, подобных, например, трубам, встречающимся в холодильных установках. Рекомендуется также полное выяснение специальных наклонностей сварщика, потому что часто он склонен употреблять способ манипулирования дугой, являющийся весьма хорошим для работ одного рода, и не столь удовлетворительным для работ другого рода. Вопросник подобного рода, надлежащим образом использованный, даст возможность получить от новых сварщиков более удовлетворительные результаты с самого начала их работы.

Вопросы, включенные во вторую группу под заглавием «общие сведения о сварке», представляют собой типичные вопросы, которые могут быть предложены лицам, предполагающим занять места мастеров и инструкторов, или же лицам, на которых предполагается возложить производство сварочных работ полностью без надзора. Здесь не ука-

ывається, что все эти вопросы должны полностью предлагаться в форме регулярного испытания, и некоторое их количество приведено выше с той лишь целью, чтобы предприятие смогло выбрать из них наиболее подходящие к его задачам. Те же самые соображения относятся и к вопросам, касающимся оборудования, кислорода, ацетилена и т. д.

Другие разделы вопросов, касающиеся листовой стали, стальных отливок, чугуна и т. д., включены на тот случай, если данное место требует от лица, предполагающего его занять, специальных познаний.

Из приведенных здесь испытаний самым полезным повидимому является задание нанимающемуся приготовить установку к сварке и начать работу. В процессе выполнения этого задания нанимающийся всегда очень хорошо покажет, насколько свободно и умело он обращается с установкой. Если человек нанимается на какую-либо весьма сложную работу, то в таком случае конечно является желательным дать ему произвести пробную сварку. В таких случаях в качестве испытания лучше давать действительно образцы той работы, на которую данное лицо намеревается поступить. Произведенная работа может быть испытана и самая сварка может быть подвергнута тщательному исследованию на проникание и т. д.



II. ПРАВИЛА АМЕРИКАНСКОГО ОБЩЕСТВА ИНЖЕНЕР-МЕХАНИКОВ ДЛЯ ИЗГОТОВЛЕНИЯ НЕОТАПЛИВАЕМЫХ СОСУДОВ ПОД ДАВЛЕНИЕМ¹.

(Утвержден января 15, 1925 г.)

Эти правила не имеют никакого отношения: а) к сосудам под давлением, которые являются предметом федеральной инспекции и контроля; б) к паровозам всех типов; в) к сосудам, которые содержат под давлением только воду для домашних надобностей; г) к сосудам, составляющим часть аппаратуры, подверженной действию температур, превосходящих 315° Ц.

§ 1. Правила в этой части предназначаются для неотапливаемых сосудов под давлением диаметров свыше 150 мм, имеющих объем более 0,042 м³, подвергающихся давлению выше 2,1 кг/см² и изготовленных из нижеуказанного материала.

§ 20. Для внутреннего давления. Максимально допускаемое рабочее давление для корпуса сосуда под давлением должно быть установлено, исходя из прочности наиболее слабого звена, определенной из толщины листа, прочности продольного шва, внутреннего диаметра звена и максимально допустимого напряжения. Наибольшее допускаемое рабочее давление

$$P = \frac{S \times t \times E}{R}$$

где S = наибольшему допускаемому рабочему напряжению в кг/см².

В частности: $S = 773$ кг/см² для стальных листов с временным сопротивлением в 3865 кг/см², $S = 700$ кг/см² для стальных листов с временным сопротивлением менее 3865 кг/см², S = одной пятой временного сопротивления для материала цельнотянутых корпусов. t = минимальной толщине листа корпуса в наиболее слабом звене в мм. E — процент прочности продольного заклепочного шва. R — внутренний радиус наиболее слабого звена корпуса в мм, если только толщина корпуса не превышает 10% радиуса. Если толщина больше 10% внутреннего радиуса, должен быть взят наружный радиус.

¹ Американские правила автогенной сварки сосудов высокого давления изменены и утверждены Комитетом Американского сварочного общества 7 июня 1931 г. и опубликованы в журнале American Welding Society № 1, 1932 г. Ввиду позднего получения оригинала Правил, последние не могли быть включены в III часть Справочника, уже находившегося в наборе.

При определении безопасного рабочего давления для сварных или паянных сосудов E должно быть исключено из формулы, и должны быть подставлены значения для S из §§ 68, 69, 70 и 94 взамен значений, указанных выше. Для цельнотянутых корпусов $E = 100\%$.

§ 22. Сосуды под давлением могут быть изготовлены посредством автогенной или горновой сварки или пайки крепким припоем, при условии, что правила, относящиеся к принятому способу, соблюдены, что все требования, изложенные в §§ 67 по 96, выполнены.

§ 23. Сосуды под давлением должны изготавливаться посредством автогенной или горновой сварки с соблюдением правил, данных в §§ 67 по 96, за исключением:

а) воздушных сосудов (компрессоров), имеющих диаметр не более 500 мм, длину не более тройного диаметра и рабочее давление не свыше 7 кг/см^2 ,

б) других, не подчиняющихся этим правилам сосудов, у которых только поперечные (бортовые) швы могут быть сварными при условии, что внутренний диаметр не превосходит 1 220 мм и по крайней мере 75% нагрузки на плоское днище поддержано посредством связанных труб или связей.

ПРАВИЛА ДЛЯ ПАЙКИ.

§ 91. Материал. Листы для корпусов паянных сосудов должны быть из Сименс-мартеновской стали и по толщине не должны превосходить 9,5 мм. Листы толщиной в 6 мм и выше должны быть того же качества, что и стальные котельные листы, идущие для огневых коробок и подвергающиеся фланцеванию. Листы тоньше 6 мм должны иметь свойства, предусмотренные в спецификации для стальных листов, подлежащих пайке, как указано в §§ 126 — 131.

§ 92. Когда безопасность конструкции не зависит от заклепочных соединений, заклепочные отверстия могут пробиваться до полной величины диаметра.

§ 93. Если толщина материала сосуда под давлением не достаточна для вмещения числа швов, обусловленных правилами, то нарезные отверстия могут быть усилены посредством листовой накладки, припаянной к корпусу, или откованного наклепшпа, припаянного или приваренного к бочке или днищу, или может быть применен любой из способов, указанных на рис. 101.

§ 94. При надлежащей пайке прочность соединения может быть рассчитана на максимальное рабочее напряжение в 600 кг/см^2 (см. § 20).

§ 95. Продольные швы должны иметь накрой кромок листов на расстоянии не менее восьмикратной толщины металла. Кромки должны быть плотно прижаты друг к другу и удерживаться в этом положении вспомогательными заклепками или иным надлежащим способом. Пайка должна быть выполнена путем помещения припоя и плавня с одной стороны соединения и применения нагрева до тех пор, пока припой не пройдет сквозь нахлестку и появится равномерно вдоль другой стороны шва. Для того чтобы заставить припой показаться с другой стороны сразу по достижении температуры плавления, необходимо применять надлежащий пламень. Материал припоя должен быть таким, чтобы дать соединению прочность на срез по крайней мере в 700 кг/см^2 .

§ 96. Днищевые швы. Днища должны быть пригнаны к бочкам плотной посадкой и тщательно спаяны тем же приблизительно способом, как и продольные швы, на глубине или расстоянии от конца бочки равном по крайней мере четырехкратной толщине металла.

ЭМАЛИРОВАННЫЕ СОСУДЫ.

§ 97. Материал. Все сосуды под давлением, подлежащие покрытию глазурью или другой эмалировкой, должны быть изготовлены из стали или железа толщиной не менее 5 мм и не более 16 мм и могут быть сварены автогенным, электрическим или горновым способом. Если применена горновая сварка, то должны быть соблюдены требования §§ 80 — 90. Все листы должны соответствовать спецификациям стали для горновой сварки (§§ 110 — 125) и любой лист, не удовлетворяющий указанным требованиям, может быть забракован.

§ 98. Наибольшее допускаемое рабочее давление для одностенных сосудов должно быть определено из следующей формулы:

$$P = \frac{350 \cdot t}{R},$$

где t = толщине листа в мм и R = внутреннему радиусу в мм.

§ 100. Отношение диаметра сосуда к толщине листа ни в коем случае не должно превышать 320.

§ 101. Можно применить любую марку сварочной проволоки, дающую хороший результат, подтвержденный практикой. Проволока может быть голой или покрытой.

§ 102. Сосуды этого класса должны разделяться на два типа, а именно на одностенные сосуды и двустенные или рубашечные сосуды.

§ 103. Продольные швы одностенных сосудов, сваренные кислородо-ацетиленовым или электрическим способом, должны быть двусторонними х-образными.

Сварка на всех поверхностях, подлежащих эмалировке, может быть зашлифована заподлицо с поверхностью листа.

§ 104. Двусторонние или рубашечные сосуды могут быть двух типов: первый, в котором одно из днищ внутреннего сосуда образует горловину для рубашки, и второй, в котором передняя крышка соединена с корпусом внутреннего сосуда в каком-нибудь месте между днищами, образуя частично рубашечный сосуд.

§ 105. Внутренний корпус рубашечного сосуда, когда он не связан с наружным корпусом, должен быть такой конструкции, чтобы он мог безопасно выдерживать как наружное давление в рубашке, которое стремится сжать его, так и внутреннее давление, которое стремится разорвать его, предполагая, что каждое из них действует порознь.

§ 106. Продольный сварной шов рубашки должен быть двусторонним, Х-образным. Поперечный шов рубашки, соединяющий днище с корпусом, может быть односторонним V-образным.

§ 107. В двустенных сосудах с рубашками, где передняя крышка приварена к корпусу внутреннего сосуда, а также, где передняя крышка приварена к корпусу рубашки, сварка должна быть сделана лишь снаружи, при условии, что толщина наплавленного металла равна или более толщины крышки или листа.

§ 108. В рубашечных (двустенных) сосудах, где верхнее днище внутреннего корпуса образует переднюю крышку, днище может быть приварено к корпусу внутреннего сосуда только изнутри, при условии, чтобы толщина сварки после зачистки шва равнялась или превосходила толщину корпуса.

§ 109. Все цилиндры должны быть выравнены после сварки.

СПЕЦИФИКАЦИЯ ДЛЯ СТАЛЬНЫХ ЛИСТОВ, ПОДВЕРГАЮЩИХСЯ ФЛАНЦЕВАНИЮ И ГОРНОВОЙ СВАРКЕ.

§ 110. Материал. Эта спецификация охватывает стальные листы, годные для фланцевания и горновой сварки без добавления припоя.

§ 111. Процесс изготовления. Сталь должна быть изготовлена Сименс-мартеновским способом.

§ 112. Химический состав. а) Химический состав стали должен удовлетворять нижеследующим требованиям:

Углерода для листов толщиной 19 мм и тоньше . . .	не более 0,15%
Углерода для листов больше 19 мм толщиной . . .	» 0,17%
Марганца	от 0,35% до 0,60%
Азгидрид-фосфорной кислоты	не более 0,06 »
Фосфора	не более 0,04 »
Серы	не более 0,05 »

б) Состав стали предпочтительно должен быть свободным от кремния, никеля и хрома. Когда эти элементы присутствуют, то максимальное количество любого из них не должно превышать 0,05%.

§ 113. Анализ литья. Анализ каждой плавки стали должен быть сделан для определения процентного содержания углерода, марганца, фосфора и серы. Этот анализ должен быть произведен на пробной болванке, отлитой одновременно с литьем. Химический состав, определенный анализом, должен быть сообщен заказчику или его представителю и должен удовлетворять обусловленным требованиям.

§ 114. Контрольный химический анализ. Для такого анализа заказчик может использовать один из испытанных пробных разрывных образцов, взятых от каждого прокатного листа. Определенный при этом химический состав должен соответствовать требованиям спецификаций.

§ 115. Испытания на растяжение. Материал должен удовлетворять нижеследующим минимальным требованиям в отношении механических свойств:

а) Временное сопротивление на разрыв 31,5 кг/мм².

Предел текучести 0,5 временного сопротивления, но ни в коем случае не менее, чем 17 кг/мм².

б) Предел текучести определяется опусканием коромысла разрывного пресса.

в) Удлинение при расчетной длине в 200 мм — 30%.

§ 116. Наменение удлинений. а) Для материалов толщиной 19 мм и выше на каждое увеличение толщины в 0,8 мм сверх 19 мм должна быть сделана скидка процента удлинения в 0,125% против приведенных в § 115-а.

б) Для материалов толщиной 8 мм и ниже на каждое уменьшение толщины в 0,8 мм должна быть сделана скидка в 1,25% удлинения против приведенного в § 115-а.

§ 117. **Проба на загиб.** Пробный образец должен выдерживать холодный загиб на 180° без трещин на наружной части сгиба для материалов толщиной в 25 мм и менее вокруг оправки, диаметр которой равен толщине образца, и для материалов толщиной свыше 25 мм вокруг оправки, диаметр которой равен двойной толщине образца.

§ 118. **Пробные образцы.** а) Разрывные пробные образцы должны быть взяты вдоль из нижней части прокатного материала, а загибные образцы поперек из середины верхней части прокатного материала. Продольные пробные образцы должны быть взяты вдоль продольной оси болванки, а поперечные пробные образцы под прямым углом к этой оси.

б) Разрывные и загибные пробные образцы должны быть той же толщины, как и прокатный материал, и обработаны по форме и размерам, указанным на рис. 98, с тем исключением, что загибные образцы могут быть изготовлены с параллельными кромками.

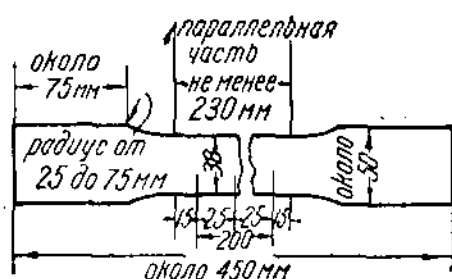


Рис. 98. Стандартная форма образца для испытания на разрыв стальных листов, подлежащих горновой сварке или фланцеванию.

в) Пробные образцы для листов толщиной свыше 38 мм могут быть изготовлены толщиной или диаметром по крайней мере в 19 мм и длиной в 230 мм.

г) Кромки простроганных параллельных сторон загибных образцов могут быть закруглены радиусом не свыше 1,5 мм.

§ 119. **Количество испытаний.** а) Одно испытание на разрыв и на загиб должно быть сделано от каждого прокатного листа.

б) Если какой-либо пробный образец неправильно обработан

или имеет трещины, он должен быть изъят и заменен новым.

в) Если относительное удлинение какого-либо образца получится меньше, чем указано в § 115-а, и если разрыв произошел вне средней трети расчетной длины, нанесенной на образце до испытания, то должно быть назначено переиспытание.

§ 120. **Допускаемые отклонения.** Толщина каждого листа не должна отличаться от заданной больше, чем на 0,25 мм.

§ 121. **Изготовление.** Готовый материал должен быть свободен от вредных пороков и иметь надлежащую обработку.

§ 122. **Клеймение.** а) Наименование или фабричное клеймо завода-изготовителя, номер плавки и нижний предел временных сопротивлений, указанных в § 115-а, должны быть отчетливо выбиты на каждом листе. Номер плавки должен быть отчетливо выбит и на каждом пробном образце.

б) Когда в заказе оговорено специальное клеймение прокатных листов, подлежащих потом разрезке на полосы, то на них ставится клеймо идентичности, как указано в пункте в) этого параграфа.

в) Каждое специальное клеймо идентичности должно состоять из двух пересекающихся на линии реза окружностей диаметром не менее 38 мм, нанесенных отдельными отисками стального штампера с одинарным кругом.

б) Заклейменные отрезанные от листов полосы должны соответствовать предъявленным листам, и только те, которые удовлетворяют этому нужным образом, могут быть приняты.

§ 123. Наблюдение. Инспектор, являющийся представителем заказчика, должен иметь свободный доступ во время выполнения работы по заказу ко всем частям производства, которые имеют отношение к изготовлению заказанного материала. Изготовитель должен предоставить всемерно облегчать инспектору возможность контролировать изготовление материалов в соответствии с техническими условиями заказа. Все пробные испытания (за исключением контрольных химических анализов) должны быть выполнены на месте изготовления до отправки изделий, если не оговорено особо, и должны проводиться так, чтобы без необходимости не мешать ходу работ.

§ 124. Браковка материала. О всякой браковке вследствие неудовлетворительных результатов испытаний, произведенных в соответствии с § 114, должно быть послано специальное извещение в течение пяти дней с момента получения образцов.

Если в принятом на заводе материале впоследствии обнаружатся вредные пороки, то он должен быть забракован, а изготовитель своевременно извещен об этом.

§ 125. Пересмотр испытаний. Образцы, испытанные в соответствии с § 114 и представляющие забракованный материал, должны сохраняться в течение двух недель со дня извещения результатов испытания. В случае недовольства результатами испытания изготовитель может предъявить требования о пересмотре результатов испытания в течение этого времени.

ТЕХНИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ ДЛЯ СТАЛЬНЫХ ЛИСТОВ, УПОТРЕБЛЯЕМЫХ ДЛЯ ИЗГОТОВЛЕНИЯ ПАЯННЫХ СОСУДОВ.

§ 126. Сталь должна удовлетворять следующим требованиям в отношении химического состава.

Углерода	не более 0,24%	Фосфора	не более 0,01%
Марганца	» » 0,60 »	Серы	» » 0,05 »

§ 127. Анализ литья. а) Завод должен делать химический анализ каждой плавки стали от пробной, одновременно отлитой болванки для определения процентного содержания углерода, марганца, фосфора и серы. Результат анализа должен удовлетворять требованиям технических условий и сообщен заказчику или лицу, его заменяющему.

Заказчик может произвести контрольный анализ изготовленного материала от каждой плавки. Полученный при этом химический состав должен удовлетворять требованиям технических условий.

§ 128. Испытание на разрыв. Материал должен удовлетворять ниже-следующим требованиям в отношении механических свойств:

Наибольшее временное сопротивление на разрыв не свыше . .	50 кг/мм ²
Предел текучести (минимальный)	20 »

Удлинение должно измеряться на расчетной длине, равной 24-кратной толщине образца с тем исключением, что оно может быть снижаемо в 2½% на каждое изменение толщины в 1,5 мм ниже 8 мм.

§ 129. **Проба на загиб.** Пробный загибной образец должен быть согнут в холодном состоянии вокруг оправки диаметром, равным толщине образца, на 180° без образования трещин и надрывов на внешней стороне загиба.

§ 130. **Количество испытаний.** От каждой плавки; но разных листов, должны быть отобраны два комплекта образцов (два на разрыв, два на загиб).

§ 131. Листы тоньше 6 мм могут не клеймиться на заводе, вследствие их малых размеров и веса. Завод должен заклеить каждый сосуд определенным и неизменным способом, достаточным для установления плавки, из которой был прокатан корпус каждого сосуда.

II. ТЕХНИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ МЕЖДУНАРОДНОЙ ТОРГОВОЙ КОМИССИИ НА ИЗГОТОВЛЕНИЕ СОСУДОВ ДЛЯ ТРАНСПОРТИРОВКИ СЖАТЫХ ГАЗОВ.

БАЛЛОНЫ ДЛЯ ПЕРЕВОЗКИ АЦЕТИЛЕНА.

(Введены в действие с 1 января 1923 г.)

§ 1. **Материал.** Баллоны должны быть изготовлены из Сименс-мартеновской стали.

Баллоны, изготовленные в других странах, не должны употребляться во внутреннем транспорте САСШ, пока химический анализ материала и испытания, предусмотренные § 1, 4, 13 и 14, не будут выполнены в пределах границ САСШ под наблюдением компетентного и незаинтересованного инспектора, одобренного Бюро по взрывчатым веществам.

Химический анализ:

Углерода	от 0,06 до 0,20%
Фосфора не более	0,04%
Серы < <	0,05%

Химический анализ должен быть проверен контрольным анализом, произведенным на образцах, взятых от каждого заказа или партии в 200 шт. или менее листов, цилиндров или труб, из которых должны быть изготовлены баллоны, причем один анализ от каждой плавки стали достаточен.

§ 2. **Освидетельствование материала.** Все листы, барабаны или трубы, из которых изготавливаются баллоны, должны быть тщательно осмотрены до изготовления баллонов, и те, которые имеют трещины, прослойки или другие пороки, должны быть забракованы.

§ 3. **Отжиг.** Все цельнотянутые цилиндры должны быть равномерно и надлежаще отожжены.

Вся сталь, из которой изготавливаются цельнотянутые баллоны, должна быть равномерно и тщательно отожжена после каждого горячего или холодного процесса протяжки или каждой холодной прокатки. Если сталь не подвергалась протяжке или холодной прокатке, то она должна выдерживать холодный загиб без трещин.

Баллоны, забракованные вследствие неудовлетворительных результатов испытаний на сплющивание, механические и гидравлические свойства, могут быть подвергнуты вторичному отжигу. Для того чтобы

быть принятыми после этого повторного отжига, баллоны должны вновь пройти все вышеупомянутые испытания и удовлетворительно выдержать их. Если отрезанные концы или кольца были использованы для отдельной пробы на сплющивание, последующие испытания подобного рода должны быть произведены на одном из баллонов от каждой партии в 200 или менее штук.

§ 4. Механические испытания материалов. Материал, из которого изготавливаются цилиндры, должен иметь предел упругости не более 32 кг/мм². Это должно быть проверено контрольными испытаниями образцов, вырезанных из одного от каждой заявки или партии в 200 шт. или менее листов, труб, барабанов или готовых баллонов. Если материал подвергался холодной протяжке или прокатке, эти испытания должны быть выполнены после окончательного отжига, требуемого § 3.

§ 5. Отверстия для соединений (арматуры). Длина нарезки для присоединения арматуры, как то: вентилей, предохранительных пробок, манометров, измерительных приспособлений и т. п. должны равняться стандартным длинам, установленным для разных размеров нарезок труб.

Стандартная резьба, установленная для труб, должна употребляться для всех нарезных отверстий баллонов и должна быть чисто и точно нарезанной для обеспечения плотности соединений.

§ 6. Предохранение арматуры. Если баллон, содержащий горючий газ, не установлен в ящик или плетеную корзину для транспортирования, то предохранительный и запорный клапана и прочая арматура должны быть защищены от повреждений во время перевозки:

а) Путем помещения ее в углублении на цилиндре таким образом, чтобы при падении цилиндра на плоскую поверхность она не могла бы удариться.

б) Посредством колпака с отверстиями для вентиляции или кольца, привернутого к баллону (но не к клапану или арматуре). Этот колпак или кольцо должны выдерживать удары любого направления от падения груза весом в 13,5 кг с высоты 1,2 м и так сконструированы, чтобы удары не могли бы передаваться клапану или арматуре.

в) Посредством такой конструкции клапанов или арматуры, что они могли бы сами противостоять четырем последовательным ударам груза весом в 13,5 кг, нанесенным бросанием с высоты 1,2 м перпендикулярно к оси клапанов или арматуры и на расстоянии 90° друг от друга, причем никаких признаков течи не должно обнаружиться. Если имеется какое нибудь место у клапана или арматуры, внушающее подозрение в смысле плотности присоединения, то один из вышеупомянутых ударов должен быть нанесен в это место без появления течи. Во время этого испытания, указанного в разделе 3, баллон должен быть наполнен сжатым воздухом или газом под давлением по крайней мере в 3,5 кг/см². Удар груза должен наноситься возможно ближе к концу клапана или арматуры; в отсутствии течи после испытания следует убедиться мыльной водой или другим подходящим способом.

§ 7. Пористая масса. Баллоны должны быть совершенно заполнены пористой массой, испытанной бюро по взрывчатым веществам. Пористая масса должна быть тщательно высушена до помещения ее в баллоны и набита, так, чтобы не оставалось пустот внутри цилиндра. Влажная пористая масса может быть допущена для наполнения баллонов при

условии, что она будет высушена до начала эксплуатации баллона. Пористая масса должна быть однородной по составу, и пористость ее не должна превышать 80%. Для испытания пористой массы отбирается один баллон от каждой партии в 200 шт. или менее. Если выбранный баллон не выдержит испытания, то производится повторное испытание над двойным количеством баллонов, причем оба эти баллона должны выдерживать испытание для того, чтобы партия была принята.

Если повторное испытание окажется неудовлетворительным, то изготовителю предоставляется право подвергнуть каждый цилиндр из забракованной партии отдельному испытанию (вышеупомянутым способом), и те баллоны, которые выдержат испытание, могут быть приняты.

В том случае, когда пористая масса подготовлена и высушена до постановки в баллоны, испытание на пористость может быть выполнено над пробным куском пористой массы, предназначенной для наполнения партии баллонов.

Если пробный образец не выдержит испытания, два следующих, взятые наугад от партии, должны подвергнуться повторному испытанию и выдерживать его для того, чтобы партия была принята.

Состав пористой массы должен быть таким, чтобы при смачивании растворителем она не разлагалась и не оседала.

Пористая масса должна надежно предохранять от взрывов в случае применения местного нагрева.

§ 8. Определение чистого веса (тары). Чистый вес (тара) ацетиленового баллона определяется как суммарный вес самого цилиндра, клапана (без колпачка), пористой массы и необходимого количества растворителя (ацетона).

При определении веса растворителя расчет должен базироваться на растворителе с удельным весом, равным 0,796 при 15,5° Ц. Максимальное количество растворителя должно быть определено согласно нижеследующему:

а) Когда пористость массы равна 75 — 80% при 21° Ц, то количество растворителя по объему не должно превосходить 40% емкости цилиндра.

б) Когда пористость массы колеблется от 70 до 75%, количество растворителя по объему при 21° Ц не должно превышать 37,5% емкости цилиндра.

в) Когда пористость массы лежит в пределах 60 — 70%, количество растворителя по объему при 21° Ц не должно превосходить 35% емкости цилиндра.

Применяемый растворитель ни в коем случае не должен иметь удельный вес менее 0,796 при 15,5° Ц.

§ 9. Максимально допускаемое рабочее давление. Максимально допускаемое рабочее давление не должно превышать 17,5 кг/см² при 21 — 22° Ц.

§ 11. Конструкция. Баллоны должны быть изготовлены из цельнотянутого корпуса с одним или двумя приваренными днищами. Боковые швы виакрой, сваренные горновым способом, допускаются. Припайка днищ крепким припоем также допускается.

Изготовление баллонов должно производиться с использованием новейшего оборудования и в соответствии с новейшими техническими ме-

годами. Поверхность изготовленных баллонов должна быть равномерной и достаточно гладкой. Освидетельствование внутренней поверхности баллонов должно производиться до приварки днищ. Резьба на горловине должна быть ровной и без надрывов. Готовые баллоны ни по обработке ни по материалу не должны иметь дефектов, которые могли бы причинить заметное ослабление. Самое тщательное освидетельствование каждого баллона должно быть произведено перед принятием в эксплуатацию для обнаружения возможных дефектов.

§ 12. Клеймение. Каждый готовый баллон должен быть отчетливо и определенным манером заклеимен, причем для баллонов диаметром менее 100 мм должны употребляться буквы и цифры высотой не менее 3 мм, для баллонов же больше чем 100 мм диаметром — клейма высотой не менее 6 мм. Нижеследующие обозначения должны быть выбиты вблизи верхнего днища:

а) Текущий номер баллона.
б) Дата официального испытания давлением, согласно требованиям § 14 этой спецификации (месяц и год, например, 4 — 21 означают апрель 1921 г.).

в) Чистый вес (тара) баллона в килограммах. Он должен включать вес самого баллона с пористой массой и растворителем и вес клапана, но без колпака.

г) Инициалы фирмы, для которой баллон изготовлен, но только не торговая марка фирмы. Эти инициалы должны быть одобрены и зарегистрированы в бюро по взрывчатым веществам.

д) Обозначение «J C C — 8»,¹ причем оно должно быть вытравлено на цилиндре или пластинке, припаянной к цилиндру.

Обозначение «J C C — 8» должно пониматься как удостоверение, что упаковка соответствует требованиям этой спецификации. Когда предполагается транспортировка морем, упаковка должна иметь другое обозначение, какое предписано правилами в соответствующих параграфах.

Если заготовка корпусов и днищ производится на одном заводе, а обработка и сборка баллонов на другом, то первый завод может ставить на изделиях лишь клейма идентичности, облегчающие другому заводу заканчивать изготовление баллонов.

§ 13. Стандартное гидравлическое испытание. От каждой партии в 200 штук или менее готовых баллонов выбирается один баллон и подвергается официальному гидравлическому испытанию в водяной рубашке или другом подходящей формы аппарате давлением не менее 53 кг/см². Остаточное объемное расширение не должно превосходить 10% от полного объемного расширения при этом давлении.

До этого испытания баллоны не должны подвергаться никакому давлению свыше 45 кг/см².

При гидравлическом испытании водомерный указатель должен быть такого внутреннего диаметра, чтобы полное расширение могло поднять воду по крайней мере на 45 см, за исключением случая, когда внутренний диаметр менее 4 мм. Пробное давление должно поддерживаться не менее 30 сек. и во всяком случае столько времени, сколько это

¹ Начальные буквы Interstate Commerce Commission (международная торговая комиссия).

понадобится для обеспечения полного расширения баллона. Расширение должно отмечаться в кубических сантиметрах.

Если отобранный баллон не выдержит гидравлической пробы, выбираются два других баллона из этой же партии, которые должны выдерживать испытание, для того чтобы партия была принята. Если после этого повторного испытания партия будет забракована, то изготовителю предоставляется право испытать каждый из оставшихся баллонов вышеуказанным способом, и те баллоны, которые выдержат пробу, могут быть приняты.

§ 14. Эксплуатационное испытание давлением. Каждый изготовленный баллон до начала эксплуатации должен быть подвергнут гидравлическому давлению не менее 35 кг/см^2 , которое он должен выдержать без обнаружения каких-либо дефектов.

§ 15. Наблюдение. Заказчик должен пригласить опытного инспектора для наблюдения за материалами и испытаниями, и все донесения, указанные в § 16, должны быть посланы главному инспектору бюро по взрывчатым веществам.

§ 16. Формы донесений. Рапорт, требуемый § 15, должен быть следующей формы:

Акт химического анализа стали для баллонов.

(Дата)
(Место)
Рапорт о наблюдении за баллонами
Наружный диаметр мм.
высота мм.
Порядковые номера от до включительно.
изготовлен заводом
наблюдения велась для завода.

Эти баллоны были изготовлены, согласно нижеуказанному.¹

Сталь, из которой эти баллоны были изготовлены, удовлетворяет требованиям § 1 и 4 технических условий № 8 как в отношении химического анализа, так и механических свойств, что можно видеть из прилагаемого сертификата завода, изготавливающего сталь.²

Пробный образец был выбран от каждой партии стали на 200 или менее баллонов и подвергнут контрольному химическому анализу.

Рапорт об этом прилагается.

Контрольные механические испытания были произведены на образцах, отобранных от каждой партии в 200 шт. или менее листов — труб — барабанов — готовых баллонов. Рапорт об этом прилагается. Листы — трубы — цилиндры,³ из которых баллоны изготовлены, были освидетельствованы инспектором и те, которые были приняты, не имеют в швах трещин, прослоек или других дефектов, влияющих на прочность баллона. От каждой партии в 200 или менее баллонов был выбран один пробный и подвергнут в присутствии инспектора гидравлическому давлению в кг/см^2 . Окружение давления в кг/см^2 было — не было³ применено. Акт гидравлического испытания при сем прилагается. Каждый баллон был испытан гидравлическим давлением в кг/см^2 , причем никаких дефектов не обнаружено. Каждый баллон был полностью заполнен пористой массой в форме При-

¹ Отметить, что баллоны цельнотянутые или с цельнотянутыми корпусами и припаянными днищами или полностью паянные или сварные и т. п.

² Этот сертификат может быть любой формы, но должен содержать все данные в отношении требований, которым должна удовлетворять сталь.

³ Ненужное зачеркнуть.

стость массы находится между % и %, что определено пробным испытанием. На каждом баллоне набиты дата испытания и вес тары, согласно записи, при сем приложенной.

Каждый баллон был отчетливо и однообразно заклеен нижеследующим образом.¹

Данные набиты пуансоном на корпусе или верхнем днище баллона.

Данные выгравированы на ярлыке завода, прикрепленном к баллону или вытравленном на корпусе.

Настоящим я удостоверяю, что эти баллоны выдержали все предписанные испытания и соответствуют требованиям правил междутатной торговой комиссии

Акт химического анализа стали для баллонов.

(Дата)
 (Место)
 Порядковые номера от до включительно.
 Размеры: наружный диаметр мм.
 длина мм.
 изготовлен заводом
 для завода

№ пробы	№ плавки	Порядковые № предъявленных баллонов	Результаты химического анализа						Примечание
			C	Mn	Si	P	S		

(Подпись)

Запись механического испытания материала баллонов.

(Место)
 (Дата)
 Порядковые номера от до включительно.
 Размеры: наружный диаметр мм
 высота мм
 изготовлен заводом
 для завода

№ пробы	Порядковые № баллонов, предъявленных к испытанию	Предел упругости в кг/см ²	Временное сопротивление, на разрыв в кг/мм ²	Удлинение при 200 мм в %	Поперечное сжатие в %	Испытание на сплющивание	

(Подпись)

¹ Вставить данные клеймения. Порядковые номера и другие данные, которые меняются для каждого цилиндра, могут быть указаны словами, например: «Порядковые №№ от 100 до 300» или «Вес тары различный» и т. п.

Порядковые номера от до включительно.
 (Место)
 (Дата)
 Размер: наружный диаметр мм.
 длина мм.
 Изготовлен заводом
 Для

Порядковые № баллонов предъявленных к испытанию	Пробное давление в кг/см ²	Полное расш- рение в см ³ ¹	Остающееся расширение:	Процентное отношение остающегося расширения к полному ¹	Вес тары (кг) ²	Дата испытания (месяц и год)

(Подпись)

..... Инспектор

Два последние столбца, указанные в донесении о гидравлическом испытании при желании могут быть сообщены отдельно.

III. ТЕХНИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ (СПЕЦИФИКАЦИЯ) № 3 НА ИЗГОТОВЛЕНИЕ СОСУДОВ ДЛЯ ТРАНСПОРТИРОВАНИЯ СЖАТЫХ И СЖИЖЕННЫХ ГАЗОВ.

Имеются в виду баллоны для наполнения углекислого газа, веселящего газа, блаугаза и других сжиженных газов, рабочее давление которых при 22° Ц превышает 21 кг/см².

Примечание. Эти баллоны могут употребляться и для несжиженных газов, когда рабочее давление при 22° Ц не превышает 126 кг/см², хотя для таких баллонов специально предназначена спецификация № 3 А.

(Исправлены и введены в действие с 1 января 1923 г.)

§ 1. Баллоны должны быть изготовлены цельнотянутыми из стали однородного качества.

Цилиндры иностранного изготовления не должны допускаться к употреблению в пределах границ САСШ, пока анализ материала и испытания, предписанные § 2, 4, 5, 6, 7, 8, 9, не будут выполнены под наблю-

¹ Если гидравлическое испытание выполнено способом, включающим измерение количества жидкости, напеченной в цилиндр при пробном давлении, тогда те данные, на основании которых производилось вычисление, как то: данные насоса, температура жидкости, коэффициент сжимаемости жидкости и т. п., должны быть также указаны.

² Включая клапан, но без колпака; также, в случае ацетиленовых баллонов, включая пористую массу и растворитель (ацетон).

нением компетентного и незаинтересованного инспектора, одобренного Бюро по взрывчатым веществам.

§ 2. Химический анализ.

C не более	0,55%
P » »	0,04 »
S » »	0,05 »

§ 3. Отжиг. а) Все цилиндры после изготовления должны быть равномерно и тщательно отожжены. Вся грязь и окалина должны быть удалены как изнутри, так и снаружи цилиндров.

в) Баллоны, не выдержавшие испытания на расплющивание, а также испытаний механических или гидравлического, могут быть допущены к повторному отжигу. После этого вторичного отжига баллоны, для того чтобы быть принятыми, должны подвергнуться и выдержать все требования испытаний: механических на сплющивание и гидравлической пробы. Если отрезанные концы или кольца подвергаются отдельной пробе на сплющивание, последующие испытания подобного рода должны быть выполнены на одном из баллонов от каждой партии в 200 штук или менее.

§ 4. Проба на расплющивание. От каждой партии в 200 штук или менее баллонов после отжига и гидравлической пробы должен быть выбран наугад один пробный баллон и подвергнут сплющиванию между закругленными ножками пресса до толщины, равной шестикратной толщине стенки цилиндра, без образования трещин. Обмер должен производиться между наружными поверхностями стенок цилиндра.

В случае малого количества баллонов в партии или заказе, когда не рационально производить правильное испытание на расплющивание, здесь предписанное, испытание материала и проба на расплющивание, в случае партий не свыше 30 цилиндров каждая, могут быть сделаны на кольцах длиной не менее 200 мм, отрезанных от каждого цилиндра, и подвергшихся тому же отжигу и той же термической обработке, как и сами цилиндры.

§ 5. Кромки ножа должны быть клиновой формы с углом скоса в 60° , острие должно быть закруглено радиусом в 12 мм.

§ 6. Если пробный цилиндр от партии не выдержит испытания, то должны быть выбраны два следующих из нее, и эти два должны выдерживать испытание для того, чтобы партия была принята.

§ 7. Испытание материалов. От каждой партии изготовленных и отожженных цилиндров в 200 или менее штук отбирается один цилиндр и из него отрезаются вдоль прокатки пробные образцы для механических испытаний материала. Эти пробные образцы по возможности должны отбираться из тех же цилиндров, которые подвергались пробе на сплющивание. Удлинение должно быть не менее 10% при расчетной длине в 200 мм. Предел упругости не должен превосходить 70% от временного сопротивления.

§ 8. Гидравлическая проба. Каждый изготовленный и отожженный цилиндр должен быть испытан гидравлическим давлением не менее, чем в 210 кг/см^2 в водяной рубашке или другом подходящей формы аппарате для получения надежных данных. Остаточное объемное расширение не должно превышать 10% от полного объемного расширения при этом давлении. До этой пробы цилиндр не должен подвергаться какому-либо внутреннему давлению более чем 70 кг/см^2 .

§ 9. При гидравлическом испытании водомерный указатель расширения должен иметь такой внутренний диаметр, чтобы полное расширение могло поднять воду в нем по крайней мере на 45 см, исключая случая, когда он сделан с внутренним диаметром меньше 4 мм. Пробное давление должно поддерживаться не менее 30 сек. и настолько долее, насколько может понадобиться для обеспечения полного расширения цилиндра; расширение должно записываться в см³.

§ 10. Маркировка. На каждом цилиндре, по изготовлении, должны быть отчетливо выбиты пуансонами на верхней сферической части нижеследующие обозначения.

а) Порядковый номер.

б) Обозначение J C C — 3. Это клеймо должно быть помещено сразу над порядковым номером.

в) Наименование или инициалы заказчика, для которого эти цилиндры изготовлялись.

г) Дата изготовления (месяц и год), например: 4 — 21 для апреля 1921 г. Эта дата должна быть набита в таком месте, чтобы даты последующих испытаний легко могли бы быть нанесены там же.

е) Для нанесения всех вышеупомянутых обозначений должны употребляться буквы и цифры высотой по меньшей мере в 6 мм.

§ 11. Основная конструкция. Все болванки, листы или трубы, из которых изготавливаются баллоны, не должны иметь волосовин, расслойки, трещин или других пороков, которые могли бы оказаться опасными для изготовленного цилиндра.

§ 12. Баллоны должны изготавливаться на лучших станках и в соответствии с новейшими методами обработки. Поверхность изготовленных баллонов должна быть равномерной и достаточно гладкой. Освидетельствование внутренней поверхности баллонов должно производиться до операции образования верхней сферической части горловины цилиндра; резьба на горловине должна быть ровной и без трещин; баллоны ни в обработке, ни в материале не должны иметь дефектов, которые могли бы причинить заметное ослабление цилиндра. Самое тщательное освидетельствование каждого изготовленного баллона должно быть произведено перед принятием в эксплуатацию, чтобы обнаружить возможные дефекты.

§ 13. Наблюдение. Заказчик должен пригласить опытного и лично незаинтересованного инспектора для наблюдения за испытанием материалов и проведением всех проб.

§ 14. Инспектор должен вести полную запись всех плавок стали, взятых для изготовления баллонов. Заверенный химический анализ этих плавок должен быть доставлен инспектору заготовителем. Если пожелает заказчик, он должен представить образцы каждой плавки, на которых мог бы быть произведен добавочный химический анализ. Номер плавки должен быть выбит на листах и болванках заводом; на каждом принятом листе или болванке инспектор должен также набить свои инициалы или личное клеймо; ни одна болванка, ни один лист не должны быть допущены к работе без инспекторского клейма. В случае, когда баллоны изготовлены из цельнотянутых труб и затруднительно выявить различные номера плавок на изготовленных цилиндрах, вполне достаточным можно считать удостоверение от поставщика труб (смотри примечание в конце рапорта § 19 для форм удостоверений) сов-

стно с контрольным анализом образцов, взятых по одному из каждой партии в 200 или менее цилиндров.

§ 15. Инспектор должен вести наблюдение таким образом, чтобы легко можно было проверить, что требования § 11 и 12 выполнены и что цилиндры должным образом отожжены, и должен засвидетельствовать все гидравлические и технологические (на сплющивание) испытания. Гидравлические и технологические (на сплющивание) испытания должны производиться под руководством и наблюдением инспектора; они могут выполняться и поставщиком, но при обязательном присутствии представителя от заказчика.

§ 16. Инспектор должен выбить свои инициалы или личное клеймо сразу над порядковым номером на каждом принятом им баллоне и написать соответствующее донесение (см. § 19) поставщику, заказчику и главному инспектору бюро по взрывчатым веществам с указанием порядковых номеров принятых цилиндров и приложением копий всех данных, относящихся к материалам и испытаниям.

§ 17. **Исключения для баллонов небольших размеров.** Баллоны и прочие сосуды, имеющие наружный диаметр менее 50 мм и высоту менее 610 мм, могут приниматься без выполнения требований § 4 — 10, 13 — 16 и 19 спецификации № 3, но при соблюдении нижеследующих условий (требования спецификации не распространяются на цилиндры с наружным диаметром менее 22 мм и емкостью не более 113 см³):

а) Все малые сосуды, независимо от формы и размера, должны рассматриваться и значиться, как баллоны.

б) От каждой партии в 500 или менее изготовленных баллонов должен быть выбран один и подвергнут равномерно увеличивающемуся гидравлическому давлению, до тех пор, пока не лопнет. Это максимальное давление не может быть менее 422 кг/см² и должно быть отмечено в рапорте, согласно § 17.

в) Каждый баллон должен выдерживать гидравлическое давление в 241 кг/см² без всяких последствий.

г) Каждый баллон должен быть отчетливо и определенным способом заклеен, например:

5 — 21 — J C C — 3. —

(5.21 указывает Май 1921 г.)

О всех допущенных к работе баллонах должен быть отправлен главному инспектору бюро по взрывчатым веществам рапорт с исчерпывающими данными, свидетельствующий, что все требования правил выполнены. Если инспектор не состоит членом бюро по взрывчатым веществам, этот рапорт может быть написан фабрикантом-изготовителем.

IV. СПЕЦИФИКАЦИЯ № 3-А НА ИЗГОТОВЛЕНИЕ СОСУДОВ ДЛЯ ПОГРУЗКИ И ПЕРЕВОЗКИ НЕСЖИЖАЕМЫХ ГАЗОВ.

СТАЛЬНЫЕ БАЛЛОНЫ ДЛЯ ПОГРУЗКИ НЕСЖИЖЕННЫХ ГАЗОВ, РАБОЧЕЕ ДАВЛЕНИЕ КОТОРЫХ ПРИ 21° Ц НЕ ПРЕВОСХОДИТ 21 кг/см².

(Исправлены и введены в действие с 1 января 1932 г.)

§ 1. Баллоны должны быть сделаны без швов, из стали однородного качества. Баллоны, изготовленные за границей, не должны употреб-

лятся во внутренней торговле САСШ, пока химический анализ и испытание, как указано в § 2 и 4—9, не будут выполнены в пределах САСШ под наблюдением компетентного и незаинтересованного инспектора, одобренного Бюро по взрывчатым веществам.

§ 2. Химический анализ.

C	не должно превосходит		0,55%
P	»	»	0,04%
S	»	»	0,05%

§ 3. Отжиг. а) Все баллоны после изготовления должны быть равномерно и надлежаще отожжены. Вся грязь и окалина должны быть удалены с внутренней и наружной сторон цилиндров.

б) Цилиндры, забракованные вследствие неудачи при пробах на сплющивание, при испытании материала и гидравлической пробе, могут быть вновь отожжены. Цилиндры после этого повторного отжига должны быть подвергнуты и пройдти все испытания на сплющивание, также испытания механических свойств и гидравлической пробы, чтобы быть принятыми. Когда отрезанные концы или кольца были допущены к самостоятельной пробе на сплющивание, последующие пробы такого рода должны быть выполнены на одном из цилиндров от каждой партии в 200 или менее штук.

§ 4. Проба на сплющивание. От каждой партии в 200 штук или менее один пробный готовый цилиндр после отжига и после гидравлического испытания должен быть взят наугад и должен выдержать без появления трещин сжатие между закругленными ножками пресса до толщины, равной шестикратной толщине стенок цилиндра. Это измерение должно быть сделано между наружными поверхностями стенок цилиндра.

Когда вследствие малого количества цилиндров в какой-либо партии или заказе непрактично делать правильную пробу на сплющивание, здесь предписанную, испытание материала и проба на сплющивание в случае когда партия не превосходит 30 цилиндров каждая, могут быть сделаны на кольце длиной не менее 200 мм, отрезанном от каждого цилиндра и подвергнутом тому же отжигу и той же термической обработке, как и готовые цилиндры.

§ 5. Ножи должны быть клиновой формы, сходящиеся под углом в 60°, вершина должна быть закруглена радиусом в 12 мм.

§ 6. Если пробный цилиндр от какой-нибудь партии не выдержит испытания, должны быть взяты два других от той же партии, и они должны выдержать пробу, для того чтобы вся партия была принята.

§ 7. Испытание материала. Один от каждой партии в 200 или менее готовых цилиндров после отжига должен быть выбран наугад, и испытание должно быть сделано на образцах, вырезанных вдоль прокатки, чтобы определить предел упругости, временное сопротивление и удлинение материала. Эти пробные образцы по возможности должны быть взяты от тех же цилиндров, которые были употреблены для испытания на сплющивание. Удлинение должно быть не менее 10% при расчетной длине в 200 мм; предел упругости не должен быть более 70% от временного сопротивления.

§ 8. Гидравлическая проба. Каждый готовый и отожженный цилиндр должен быть подвергнут гидравлической пробе в водяной рубашке или другом аппарате подходящей формы, чтобы получить надежные

данные. Пробное давление должно быть равным $1\frac{2}{3}$ рабочего давления (отнесенного к температуре в 21°C), на которое баллон спроектирован, но не менее 42 кг/см^2 .

Остающееся объемное расширение не должно превышать 10% от полного объемного расширения при этом давлении. Эта проба должна быть сделана без подвержения цилиндра какому-либо предшествующему внутреннему давлению свыше $\frac{1}{3}$ испытательного давления.

§ 9. При гидравлическом испытании водомерный указатель расширения должен быть такого внутреннего диаметра, чтобы полное расширение могло поднять воду по крайней мере на 45 см в указателе, за исключением тех случаев, когда внутренний диаметр менее 4 мм; давление должно быть приложено в продолжение не менее 30 сек. и настолько дольше, насколько необходимо, чтобы обеспечить полное расширение цилиндра. Расширение должно быть отмечено в см^3 .

§ 10. Клеймение. На верхней сферической части каждого баллона должны быть отчетливо набиты пуансонами нижеследующие обозначения:

а) Порядковый номер.

б) Клеймо J C C — 3 A-*.**.

Звездочки должны быть замещены данными, указывающими рабочее давление, на которое баллон спроектирован и которое не должно быть более $\frac{2}{3}$ пробного давления при гидравлическом испытании, описанном в § 8. Это клеймо должно быть помещено сразу над порядковым номером.

в) Наименование или инициалы завода или лица, для которых баллоны изготовлялись.

г) Дата изготовления (месяц и год), например 4—21, что обозначает: апрель 1921 г.; она должна быть набита так, чтобы даты последующих испытаний могли быть легко нанесены там же.

д) Для нанесения вышеупомянутых обозначений должны применяться буквы и цифры высотой в 6 мм.

§ 11. Конструкция. Все болванки, листы или трубы, из которых изготавлиются баллоны, не должны иметь волосовин, расслойки, трещин или других пороков, которые могли бы оказаться опасными для изготовления цилиндра.

§ 12. Баллоны должны изготавливаться на лучших станках и в соответствии с новейшими методами обработки. Поверхность изготовленных баллонов должна быть равномерной и достаточно гладкой. Освидетельствование внутренней поверхности баллонов должно производиться до операции образования верхней сферической части горловины цилиндра; резьба на горловине должна быть ровной и без трещин; баллоны ни в обработке, ни в материале не должны иметь дефектов, которые могли бы причинить заметное ослабление цилиндра. Самое тщательное освидетельствование каждого изготовленного баллона должно быть произведено перед принятием в эксплуатацию, чтобы обнаружить возможные дефекты.

§ 13. Наблюдение. Заказчик должен пригласить опытного и лично незаинтересованного инспектора для наблюдения за испытанием материалов и проведением всех проб.

§ 14. Инспектор должен вести полную запись всех плавок стали, взятых для изготовления баллонов; заверенный химический анализ

этих плавок должен быть доставлен инспектору изготовителем. Если пожелает заказчик, он должен представить образцы каждой плавки для возможности производства добавочного химического анализа. Номер плавки должен быть набит на листах и болванках заводом; на каждом принятом листе или болванке инспектор должен также набить свои инициалы или личное клеймо; ни одна болванка, ни один лист не должны быть допущены к работе без инспекторского клейма. В случае, когда баллоны изготовлены из цельнотянутых труб и затруднительно выявить различные номера плавок на изготовленных цилиндрах, можно считать вполне достаточным удостоверение от поставщика труб совместно с контрольным анализом образцов, взятых по одному от каждой партии в 200 шт. или менее цилиндров.

§ 15. Инспектор должен вести наблюдение таким образом, чтобы легко можно было проверить, что требования § 11 и 12 выполнены и что цилиндры должным образом отожжены, и должен засвидетельствовать все гидравлические и технологические (на сплющивание) испытания.

Гидравлические и технологические (на сплющивание) испытания должны проводиться под руководством и наблюдением инспектора; они могут выполняться и изготовителем по при обязательном присутствии представителя от заказчика.

§ 16. Инспектор должен выбить свои инициалы или личное клеймо сразу над порядковым номером на каждом принятом им баллоне и написать соответствующее донесение изготовителю, заказчику и главному инспектору бюро по взрывчатым веществам, с указанием порядковых номеров принятых цилиндров и приложением копий всех данных, относящихся к материалам и испытаниям.

V. ПРАВИЛА ДЛЯ БЕЗОПАСНОГО ОБРАЩЕНИЯ С БАЛЛОНАМИ.

КИСЛОРОД.

§ 1. Не употребляй масла — можешь быть убитым. Сжатый кислород плюс масло — взрывчатый. Никким образом не допускай соединения масла или сала с клапаном, редуктором или иной частью баллона или аппаратуры.

§ 2. При возврате пустых баллонов нижняя часть желтого наконечника-указателя, прикрепленного к цилиндру, должна быть сдвинута до надевленной риски. Всякий зеленый ярлык, наклеенный на баллон, должен быть удален. Накладная для погрузки должна удостоверить, что баллоны пусты, и отмечать порядковые номера баллонов.

§ 3. Кислородные баллоны, за исключением тех, которые рассчитаны на однодневный запас, потребный для нужд какого-либо учреждения или мастерской, должны храниться в таком месте, где они не могли бы быть смешаны каким-либо посторонним не уполномоченным лицом.

§ 4. Кислородные баллоны должны храниться в безопасном сухом месте, где они не должны подвергаться действию тепла печей, радиаторов, разного рода топок или прямых лучей солнца. Теплота увеличивает давление и может расплавить предохранительную пробку и вызвать истечение кислорода. Улетучивающийся кислород обладает свойством влиять на горение так, что малейшей искры достаточно для возникновения быстрого пожара.

§ 5. Кислородные баллоны никогда не должны храниться совместно с карбидом кальция, баллонами с растворенным ацетиленом или другими горючими газами или ацетиленовыми генераторами.

§ 6. Всякого рода открытое пламя не должно употребляться в помещениях, предназначенных для хранения кислородных баллонов.

§ 7. В случае хранения баллонов на земле или открытых платформах надо избегать соседства с местами, где имеется большое количество горючего материала.

Примечание. Хотя кислород сам и не горит, но его свойство — способствовать и поддерживать горение от малейшей вспышки делает его весьма опасным. Поэтому необходимо, чтобы правила, изложенные в §§ с 4 — 7, тщательно соблюдались.

АЦЕТИЛЕН, ВОДОРОД И Т. П.

§ 8. Во время бездействия баллонов со сжатым или сжиженными газами или парами запорные вентили должны быть плотно закрыты, и предохранительные колпаки поставлены на место, даже если бы баллоны были пустыми.

Баллоны должны храниться в безопасном сухом, хорошо вентилируемом помещении, где они не должны подвергаться постороннему действию тепла печей, радиаторов, топок или прямых лучей солнца. Температура увеличивает давление и может расплавить предохранительную пробку, которой снабжено большинство баллонов и которая плавится при температуре приблизительно в 100 — 105° Ц.

§ 9. Всякое открытое пламя, шлифовочное оборудование или искро-распространяющие механизмы и аппараты не должны допускаться в пределах помещения склада, и все искусственное освещение должно быть электрическим и оборудовано в соответствии с «Национальными электрическими правилами для помещений, в которых могут быть воспламеняющиеся пары».

Выключатели, телефоны и другие аппараты, которые могут образовывать искру, должны быть помещены с наружной стороны склада. Все лампы должны быть заключены в непроницаемые для паров и газов колпаки морского образца.

§ 10. Баллоны с растворенным ацетиленом всегда должны храниться вертикально стоя, клапанами вверх.

§ 11. Когда погружают пустые ацетиленовые или из-под других горючих газов баллоны для отправки их на завод для наполнения, то нижняя часть красного загрузочного указателя должна быть сдвинута до надверленной риски. Всякий красный ярлык, наклеенный на стенку баллона, должен быть удален. Накладная для погрузки должна удостоверять, что баллоны пусты, и отмечать тип и номера баллоном.

Ни при каких обстоятельствах не пытайтесь переводить ацетилен из одного баллона в другой и никогда ни при каких условиях не пробуйте нагнетать ацетилен в баллон. Эта работа должна выполняться только на ацетиленово-зарядной станции, при строгом соблюдении правил междугластной торговой комиссии.

ОБЩИЕ ПРАВИЛА.

§ 14. Кислородные баллоны, ацетиленовые, водородные или других горючих газов баллоны не должны переноситься и подниматься кранами

или стрелами, за исключением когда, они помещены в корзину или иную надежную упаковку; баллоны никогда не должны переноситься электромагнитами, тросами или цепями.

§ 15. Баллоны должны переноситься осторожно, не должны роняться и должны устанавливаться так, чтобы они не могли падать или ударяться другими предметами. Удары, падения или небрежная переноска баллонов способны повредить баллоны, клапана или предохранительные пробки, вызвать истечение газа и даже взрыв.

§ 16. Все пустые баллоны должны быть немедленно возвращены в склад и оттуда на завод для наполнения. Пустые баллоны должны иметь отметку «пустой» и должны храниться отдельно от наполненных баллонов во избежание путаницы. Предохранительные колпаки клапанов должны быть поставлены на место.

VI. СВОД ПРАВИЛ АМЕРИКАНСКОЙ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОЙ АССОЦИАЦИИ МАСТЕРОВ ВАГОНОСТРОИТЕЛЕЙ И МЕХАНИКОВ.

АВТОГЕННАЯ СВАРКА (НОРМЫ И ПРАВИЛА).

(Введены в действие в 1919 г.)

§ 1. При газовой или электрической сварке хорошие знания процесса сварки для сварщиков являются первостепенной важностью. Знания и квалификация сварщика должны быть удостоверены мастером по сварке или опытным инструктором после соответствующего испытания применяемых методов.

Наплавляемый металл имеет склонность быть пористым и относительно хрупким. Теплота процесса сварки, распространяясь на соседнем участке от места сварки, имеет стремление уменьшить прочность и вязкость металла.

Поэтому нижеследующие общие правила должны быть тщательно соблюдаемы при сварке:

§ 2. Сварка трещин и изломов не разрешается в следующих частях: осях, бандажах, вагонных колесах, пружинах, рессорах, коленах тормозных передач, рычагах тормозных передач, балансирах тормозных передач, листовых рамах тендерных тележек, сцепных приборах и деталях, сделанных из сплавов специальной стали и термически обработанной углеродистой стали.

§ 3. Наплавка изношенных поверхностей разрешается в следующих частях: во всех частях, работающих на сжатие, рессорных подвесках,¹ дырах в рычагах и балансирах,¹ подпятниках тележек,² стальных рамах тележек,² стальных шкворневых брусках,² буксах, сцепных приборах, выбоин на бандажах и стальных колесах, если толщина бандажей и колес превосходит не менее чем на 25 мм предельный износ выемки.

Наплавленные места должны быть тщательно обработаны и проверены по шаблону, если требуется взаимозаменяемость.

¹ Сечение изношенного места должно быть не менее, чем 80% от основного проектного размера.

² Сечение изношенного места должно быть не менее, чем 60% от основного проектного размера.

§ 4. Сварка трещин и поломок разрешается: в листах стен и крыш вагонов, в стальных литых боковых рамах тележек¹, в прессованных и клепаных боковых рамах тележек¹, в клепаных шкворневых брусках, в стальных шкворневых брусках, в коробках сцепных приборов, в стальных литых скобах сцепного прибора, в валах и триантелях тормозной передачи, в продольных и поперечных швеллерах вагонов и тендеров, в частях, подвергающихся только сжимающим усилиям, и во всех вагонных частях, не подвергающихся большому разрывным усилиям.

§ 5. Правила сварки. а) Все части, отмеченные примечанием 3) в § 4, кроме поперечных буксов тележки, не должны свариваться без разборки. Поперечные бруска тележки могут свариваться на месте при выкаченных из-под вагона тележках.

б) Свариваемые места должны быть подготовлены, как это показано на прилагаемых эскизах (рис. 99 и 100).

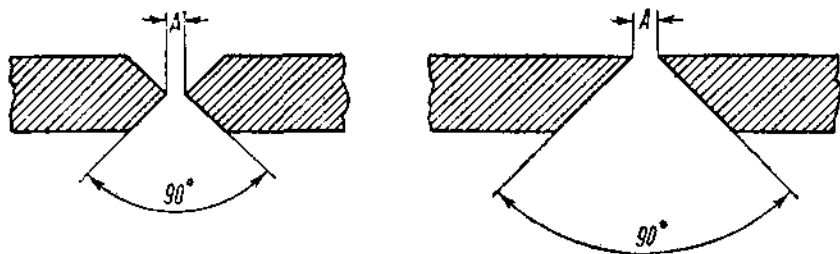


Рис. 99 и 100. Подготовка листов к сварке.

Если возможно произвести сварку с двух сторон, то трещина подготавливается к сварке, как указано на рис. 99; при сварке с одной стороны, как показано на рис. 100.

Все трещины должны быть выжжены или вырублены до полного исчезновения в металле. При неудачном выполнении этой работы трещины распространяются за свои первоначальные размеры, вследствие постоянных вибраций, даже после законченной сварки.

Следует до сварки на концах трещин засверливать дыры и затем при сварке их заваривать.

Поверхности, предназначенные для наплавки, должны быть тщательно очищены до металла и достаточно гладки; если поверхности образованы выжиганием, то они должны быть обрублены зубилом перед наплавкой.

в) Соседние с трещиной участки должны быть нагреты перед сваркой. Сварщик должен начинать работу в местах, наиболее удаленных от наружного края, и вести сварку по направлению к этому краю. Все усилия сварщика должны быть направлены, чтобы воспрепятствовать окислению, для чего работа должна начинаться с угла — это даст возможность шлаку и посторонним примесям в расплавленном металле выделиться, а также сварщик должен давать вращательное движение сварочному стержню или электроду для способствования выделению шлака.

¹ Сварка разрешается, если только площадь трещин не более $\frac{2}{3}$ или 40% от общей площади поперечного сечения и если трещина расположена не ближе, чем на 150 мм от старой сварки.

г) Новый металл должен быть наплавлен, как это показано на рис. 101 и 102, чтобы дать требуемое усиление сечения, причем толщина наплавленного металла B должна превосходить толщину целого места предмета T . Для ответственных частей (отмеченных в § 4 примечанием 3), а также для вагонных обвязок, стоек, связей, боковых и концевых листов толщина наплавленного места B должна быть в 1,5 раза больше толщины целого места T , т. е. $B = 1,5 T$.

д) Все части, отмеченные примечаниями 1) и 3) в §§ 3 и 4, кроме поперечных брусков тележек, которые свариваются без разборки, должны быть тщательно отожжены равномерным нагревом до температуры $750 - 800^\circ \text{C}$ и затем медленно охлаждены при обыкновенных атмосферных условиях.

е) Изношенные поверхности разрешается восстанавливать до нормальных поперечных размеров наплавлением нового металла на очи-

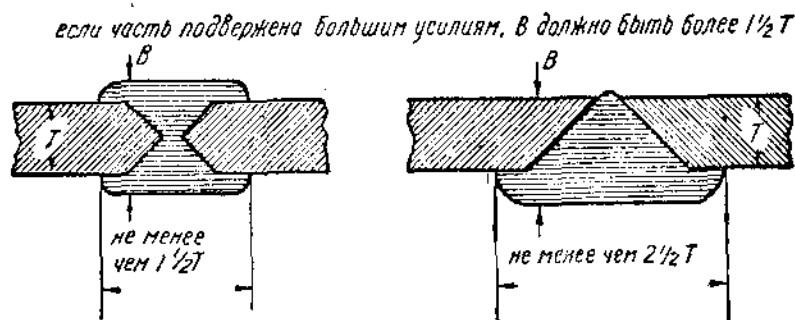


Рис. 101 и 102. Наплавка нового металла.

щенную и выравненную металлическую поверхность. После наплавки поверхность должна быть обработана до нормальных размеров.

ж) При сварке рам, тележек и шкворневых балок около сваренного места должны быть выбиты клейма высотой 10 мм следующего содержания:

Месяц — День — Год
Сокращенное название ма-
стерских.

Название дороги
Личный номер или знак свар-
щика.

VII. ПРАВИЛА САСИ ПО ПРИМЕНЕНИЮ АВТОГЕННОЙ СВАРКИ В СТРАХУЕМЫХ НОВЫХ ИЛИ ОТРЕМОНТИРОВАННЫХ КОТЛАХ.

Под автогенной сваркой подразумевается любая форма сварки расплавлением, при которой металл частей, подлежащих соединению, и добавляемый металл сплавляются и этим образуют сварку. Такая сварка может выполняться ацетилено-кислородным, водородным или другим процессом горения или электрической дугой. Различия между этими процессами сварки не делается. Общие правила, касающиеся применения этих способов сварки, предписаны котловым надзором Американского общества инженер-механиков (§ 186) в следующих выражениях: «Автогенная сварка может применяться в котлах, когда уси-

ния воспринимаются другими конструкциями (связями, распорными болтами и т. п.) и если безопасность не зависит от напряжения в сварке».

Нижеследующие пояснения служат для определения тех работ, которые могут быть допущены или отклонены:

§ 1. Всякая автогенная сварка определенной длины может быть разрешена в поверхностях, укрепленных распорными болтами или другими способами в таких условиях, что в случае повреждения сварочного шва часть котла, удерживаемая укреплениями, останется на месте. Инспектору предоставляется право назначать указанную длину, так как она может сильно изменяться в зависимости от конструкции котла. В среднем, эта длина не должна быть более 915 мм. Автогенная сварка не разрешается в неукрепленных частях котла.

§ 2. Кромки внутренних и наружных листов вертикальных котлов с огневыми коробками и котлов паровозного типа могут свариваться автогенным процессом для образования топочных отверстий, если окружающие стенки тщательно укреплены распорными болтами.

§ 3. В котлах с низким давлением, не превосходящим 1 кг/см^2 , или для неотапливаемых сосудов большого давления, подвергающихся только гидравлическому давлению, прямоугольные сборники могут свариваться, если стенки укрепляются распорными болтами.

Автогенная сварка трещин и поломок в чугунных котлах не разрешается.

§ 4. Огневые трещины в поперечных швах от кромки шва к заклепке могут завариваться при условии тщательной разделки трещины в виде буквы V, чтобы получить хорошее проникание наплавляемого металла по всей толщине листа. Такие же трещины в поперечных швах между заклепками могут завариваться, при условии, если они не переходят конец перекроя другого листа. При заварке этих трещин рекомендуется сверлить дыры диаметром не более 10 мм в конце трещины, прежде чем приступить к заварке. Заварка трещин от заклепки к заклепке в поперечном шве не допускается.

Разъединенные кромки поперечного шва могут наплавляться при следующих условиях: поперечное сечение кромки до наплавки между краем заклепочного отверстия и кромкой, которая подлежит наплавке, должно быть эквивалентно 0,25 диаметра заклепочного отверстия, длина наплавляемой кромки не должна превосходить 762 мм.

При всяких заварках и наплавках в поперечных швах заклепки должны быть удалены по меньшей мере на 150 мм с каждой стороны концов сварки. После окончания сварки заклепочные дыры должны быть проварены и затем поставлены заклепки.

5. Стенки, укрепленные распорными болтами, разъединенные на глубину не более 40% их первоначальной толщины, могут быть наплавлены. Распорные болты должны проходить через усиленное наплавкой место так, чтобы они были ясно видны инспектору.

§ 3. Выедыны или трещины в трубных досках могут исправляться заваркой и наплавкой; концы труб могут привариваться к трубным доскам. Этот способ ремонта не допускается для трубных досок, когда они образуют боковые стенки котла, например в котлах системы Стерлинга.

§ 7. Наружные разъедины вокруг отверстий могут быть наплавлены, если толщина разъединной стенки уменьшена не более, чем на 50% от

первоначальной ее величины, и если расстояние от отверстия не больше, чем 50 мм.

§ 8. Части паропровода, фланцы и другие соединения могут свариваться, если сварка производится сварочной фирмой, заслуживающей доверия, и если части эти после сварки тщательно отожжены перед постановкой их на место. Сварка на месте и без отжига не допускается.

§ 9. Постановка заплат в цилиндрической части котла автогенной приваркой не разрешается, независимо от размера заплат.

Заварка трещин в цилиндрической части котла, кроме указанных в § 4, независимо от направления трещин, не разрешается. Допускается только сварка, сделанная в обеспечение плотности, и если напряжения в сваренной части воспринимаются полностью тщательно выполненным заклепочным швом накладки, перекрывающей сварку. Для плотности накладки могут быть приварены на концах соединений при условии восприятия усилий накладками.

§ 10. Наварка концов или приварка частей труб для огнетрубных и водотрубных котлов не допускается.

VIII. ПРОГРАММА ДЛЯ ИСПЫТАНИЯ И КВАЛИФИКАЦИИ СВАРЩИКОВ, РАЗРАБОТАННАЯ АМЕРИКАНСКИМ СВАРОЧНЫМ ОБЩЕСТВОМ.

1. ЭЛЕКТРИЧЕСКАЯ ДУГОВАЯ СВАРКА.

Примечания для инспекторов. Следующие пробы, описанные ниже в главах под литерами «а», «б» и «в», рекомендованы для испытания электросварщиков, работающих «металлической дугой», т. е. вольтовой дугой с металлическими электродами. Пробу «а» можно не применять, если у инспектора имеется очевидная уверенность в опытности сварщика. Она рекомендуется для сварщиков, которые имели недостаточный опыт, или работа которых носила совершенно иной характер, чем сварка пробных образцов. Все сварщики, присланные мастерскими для испытания, должны обязательно пройти пробы «б» и «в», прежде чем они будут допущены к сварке самих пробных образцов. Каждая мастерская, принимающая участие в испытании, должна представить комплект пробных образцов, обработанных машинным способом (строжкой, долбежкой или фрезеровкой) в полном соответствии с приведенными ниже требованиями. Допускаемое отклонение угла скашивания должно быть плюс или минус 5°, т. е. весь угол должен быть в пределах от 70° до 80°. Размер уступа от вершины угла до нижней плоскости может быть с допуском в 0,8 мм (рис. 103). Сварочный электрод должен соответствовать классу E-1-A или E-1-B по спецификации американского сварочного общества для голый сварочной проволоки.

Листы во время сварки должны быть закреплены так, как указано на чертежах, чтобы была гарантия, что они останутся в том же положении и после сварки. Если для соединения сваркой указано более одного слоя наплавляемого металла, то поверхность каждого наложенного слоя должна быть очищена от окалины или посредством жесткой проволочной щетки или зубила.

Инспектор должен заполнить особую ведомость в трех экземплярах,

из которых один послать в лабораторию, другой секретарю сварочного комитета и третий оставить для мастерской.

Квалификационные испытания. а) Предварительное ориентировочное испытание.

б) Проба на сварку внахлестку или приварку вертикальной кромки одной полоски к лицевой поверхности другой полоски.

в) Проба на сварку встык.

а) *Предварительное ориентировочное испытание.* Это испытание требует сварки одного или более образцов, подобных изображенному на рис. 107. Материалом для них могут быть обрезки листовой стали, надлежаще вычищенные и приготовленные к сварке, как здесь указано. Листы свариваются в горизонтальном положении, т. е. образцы должны ровно лежать на столе или другой подходящей опоре. Описание, сопровождающее чертеж, указывает сварщику, что требуется в отношении размеров и способов сварки. Инспектор или инструктор должен следить за работой сварщика и установить моменты, свидетельствующие об опытности сварщика: 1) умение владеть короткой дугой, 2) надлежащее проникание и проварка наплавленного металла, 3) надлежащей силы ток и 4) правильное движение электрода.

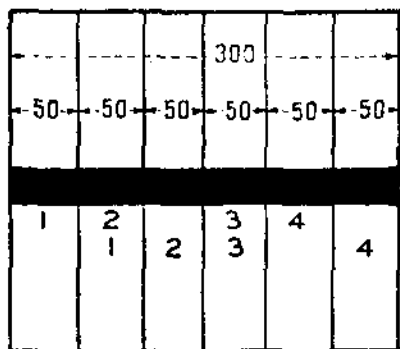


Рис. 104. Схема разрезки сваренного образца на планки.

После сварки и охлаждения образцов они должны быть разрезаны на планки шириной в 50 мм, как указано на рис. 104 (разрешается газовая резка). Каждая планка зажимается вертикально в тиски так, чтобы осевая линия сварки приходилась против верхней кромки губок, и легким ударом ручки по верхнему концу ее сгибают до тех пор, пока она не сломается по месту сварки. На рис. 104 показано, как должны быть нарезаны пробные планки для предварительного ориентировочного испытания на сгибание в тисках. В случае удовлетворительных результатов достаточно ограничиться испытанием только четырех планок, занумерованных цифрами 1, 2, 3, 4; в противном случае должны быть испытаны все планки.

Освидетельствование излома металла в районе сварки должно быть выполнено в отношении нижеследующих пунктов: 1) глубины про-

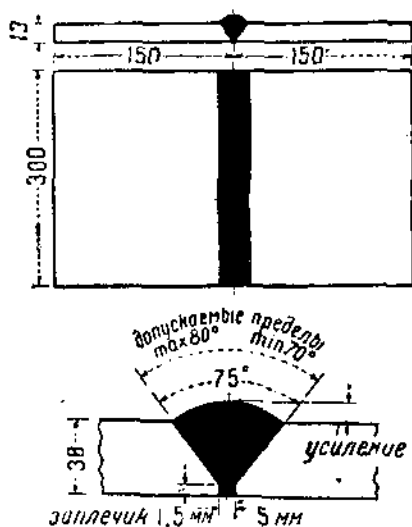


Рис. 103. Сварка встык односторонним V-образным швом.

Число наплавленных слоев — два. Средняя сила тока — 200 А. Проварка — требуется полная проварка до нижней стороны листа. Размер электрода — 5 мм.

кания наплавленного металла в соответствии с заданием, 2) усиления в соответствии с заданием и 3) вида металла в изломе (блестящий, плотный; равномерной, волокнистой или кристаллической структуры сварочный металл; неровно разорванный и свободный от раковин, шлаковых включений, радужных цветов и непровара по краям наплавки).

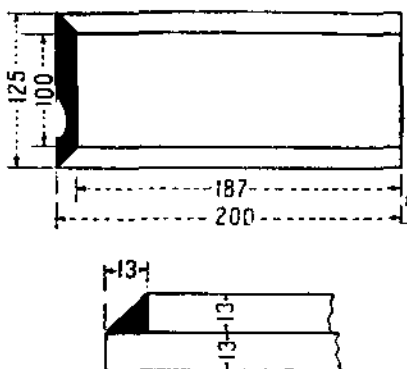


Рис. 105. Образец для испытания сварки внахлестку.

Усиления никакого, — поверхность сварки плоская, как указано. Пронарка — требуется полная заварка всей вершины угла. Число наплаваемых слоев — два. Средняя сила тока — 200 А.

разорваны посредством загона соответствующего клина между листами с незаваренного конца. Освидетельствование заварки в месте разрыва должно быть выполнено в отношении: 1) размеров сварки в соответствии с заданными в описании, 2) внешнего вида поверхности излома (блестящий, плотный; равномерной, волокнистой или кристаллической структуры сварочный металл; неровно разорванный и свободный от воздушных пузырей, раковин, шлаковых включений и радужной окраски), 3) степени провара наплавленного металла в основной металл и 4) глубины провара вершины прямого угла сварочной канавки.

в) *Испытание на сварку встык.* Это испытание требует сварки пяти пробных листов, показанных на рис. 106. Три из них должны быть сварены в горизонтальном положении, т. е. должны быть положены горизонтально на сварочный стол или иную подходящую опору. Два остальных листа должны свариваться в вертикальном положении, т. е. продольная ось соединения должна быть отвесной или вертикальной во время сварки. Материалом для этого последнего сварочного испытания

б) *Испытание на сварку внахлестку или приварку вертикальной кромки одной планки к лицевой поверхности другой планки.* Это испытание требует сварки двух или более образцов, подобно представленным на рис. 105. Материалом для этой пробы могут быть бросовые обрежки листовой стали, надлежаще вычищенные и приготовленные для сварки. Описание, сопровождающее чертеж, указывает сварщику, что требуется в отношении способа и размеров сварки. По окончании сварки и охлаждения образцов, последние должны быть

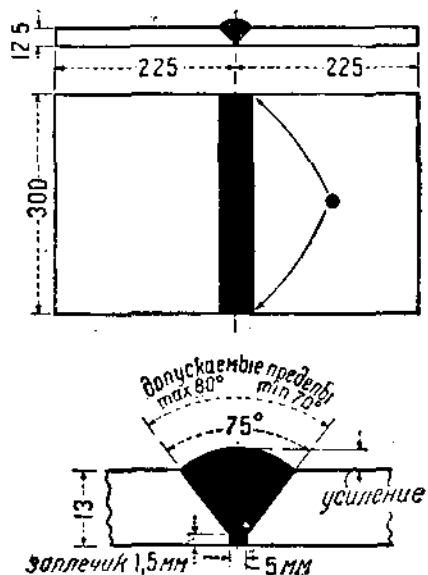


Рис. 106. Образец для испытания на сварку встык.

должны быть известного качества строительная сталь, отвечающая требованиям спецификации, установленным для пробных планок из основного металла. Описание, приложенное к чертежу, указывает сварщику способ и размеры сварки. После сварки каждый лист разрезается на четыре пробных планки стандартного образца, установленного американским сварочным обществом, как указано на рис. 107 и которые должны быть отправлены в лабораторию для испытания на разрыв.

Список с данными наблюдениями должен быть заполнен в 3 экземплярах для отсылки по одной копии в мастерскую, лабораторию и комитет.

Указание мастерской. Пробные планки длиной в 450 мм и шириной в 50 мм должны быть вырезаны из испытываемых сваренных листов посредством механической или газовой резки. Затем планки должны быть обработаны до размеров, указанных на рис. 107; всякое усиление сварочного шва

должно быть удалено строжкой или шлифовкой так, чтобы толщина планки в месте сварки не превосходила толщину основного металла.

Маркировка. Перед разрезкой испытываемых листов на пробные планки клейма, отмечающие каждый данный лист, должны быть выбиты на каждой из четырех планок по обе стороны от заварки. Клейма эти должны наноситься

так, чтобы они не могли быть повреждены зажимами разрывного пресса или причинить преждевременную порчу образцов. Расположение клейм указано на рис. 107:

А — литера для обозначения мастерской.

В — литера для обозначения сварщика.

Н — положение листа во время сварки: V — вертикальное, H — горизонтальное.

2 — номер пробного листа.

1 — номер планки, вырезанный от пробного листа.

Сварщик «В» из мастерской «А» должен иметь по крайней мере пять листов с клеймами АВН1, АВН2, АВН3, АВВ1, АВВ2. Планки, вырезанные из этих листов, должны иметь клейма: АВН21 и т. д.

Требуемое временное сопротивление на разрыв. Среднее временное сопротивление всех пробных планок должно быть не менее 31,5 кг/мм², а временное сопротивление любой отдельной планки не менее 28 кг/мм². Эти величины устанавливаются лишь для определения квалификации сварщиков при испытании и не имеют намерения создать основание для допускаемых напряжений в сварочных соединениях, как в изделиях.

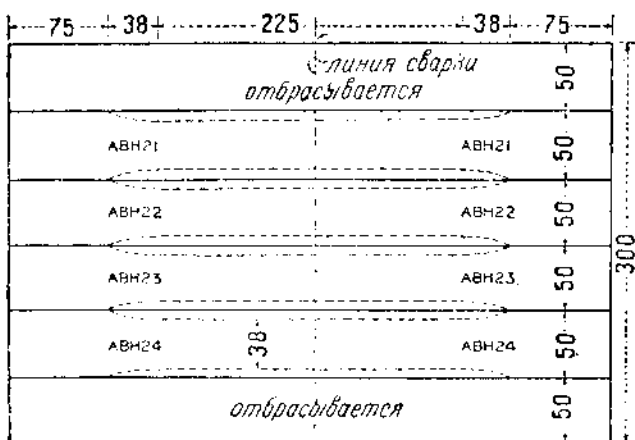


Рис. 107. Разрезка образца на планки и клеймение.

Таблица I.

Инспекторская форма для квалификационных испытаний по сварке электрической вольтовой дугой.

Данные о сварщике				
Тип квалификационной пробы		а	б	в
Положение образца во время сварки		горизонтальное		
		вертикальное		
Скорость сварки в метрах в минуту		горизонтальной		
		вертикальной		
Дата испытания				
Число взятых пробных образцов				
Сварочная проволока (электрод)		фабричная марка		
		диаметр в мм		
Сварочная машина		заводская марка		
Постоянного тока	Переменного тока	тип		
		размер		
Характеристика дуги		средняя сила тока		
Постоянный ток	Переменный ток	среднее напряжение		
Примечания				

Пробные планки должны испытываться на хорошо выверенной испытательной машине, и скорость подвижной головки не должна превышать 10 мм в минуту, пока не будет достигнут предел текучести. Временное сопротивление и вид поверхности излома образца должны записываться.

В графе: «Примечание» должны быть отмечены все неправильности, какие могут случиться во время испытания, как например дефектный основной металл, неустойчивость вольтовой дуги, колебания силы тока и напряжения, нахождение кромок листов из-за неправильного расположения, перерыв сварки и т. д.

Клеймение листов для пробных образцов пробы «в»: Каждый образец должен быть заклеен с обоих концов нижеследующим образом. Первая буква обозначает мастерскую. Вторая буква обозначает сварщика. Эти буквы, назначаемые инспектором, должны быть заглавными А, Б, В и т. д. в зависимости от количества сварщиков, присланных на испытание.

Третья буква указывает положение образца во время сварки.

Цифры в конце отмечают номер пробного листа и порядок, в котором образцы вырезались из пробного листа.

Поэтому например, в случае сварки второго листа пробы «в» в горизонтальном положении сварщиком «В» из мастерской «А», пробные образцы, вырезанные из листа, будут иметь клейма от АВН21 до АВН24.

II. ГАЗОВАЯ СВАРКА.

Примечания для инспекторов. Нижеследующие пробы, описанные в пунктах «г», «д», «е» и «ж», рекомендованы для испытания сварщиков, работающих газовым ацетилено-кислородным способом. Пробы «г» и «д» можно не применять, если инспектор уверен, что сварщик может быть допущен к пробам «е» и «ж». Они рекомендованы для сварщиков с недостаточным опытом или сварщиков, работа которых имела иной характер, чем требуется для сварки пробных образцов. Все сварщики, присланные мастерскими, должны одинаково пройти испытания «е» и «ж»; прежде чем приступить к сварке пробных образцов.

Для подготовки квалификационных проб «г», «д» и «е» из основного металла можно применять ацетилено-кислородную резку при условии, чтобы обрезанные поверхности были достаточно ровными и чтобы отклонение угла скоса от указанного в спецификации было бы в пределах $\pm$ или -10° . Для пробы «ж» кромки сварочного соединения должны быть обработаны машинным способом (строжкой или фрезеровкой). Допускаемое отклонение должно быть в размерах заплечика 0,8 мм, в угле скоса $\pm$ или -5° от указанного в спецификации.

Если по мнению инспектора сварщик, не державший испытания по сварке пробных образцов, может в непродолжительный срок (под непродолжительным сроком подразумевается время от 10 дней до 2 недель) подготовиться, то комитет рекомендует инспектору дать надлежащие инструкции сварщику или руководителю мастерской и, по прошествии упомянутого времени, подвергнуть сварщика заново повторному испытанию.

Инспектор должен заполнить особую ведомость в трех экземплярах, из которых один послать в лабораторию, один секретарю сварочного комитета и один оставить для мастерской. Сварочная проволока, употре-

бляемая для квалификационных испытаний, должна быть такого качества, чтобы при сварке встык двух кусков листовой стали получить временное сопротивление минимум в 40 кг/см^2 .

а) *Предварительное ориентировочное испытание (сварки встык).* Это испытание требует сварки одного или более образцов, подобных изображенному на рис. 112. Материалом для них могут быть бросовые обрезки листовой стали, надлежаще вычищенные и подготовленные к сварке, согласно рис. 108. Описание, сопровождающее чертеж, указывает сварщику, что требуется в отношении способов и размера сварки.

Листы должны быть крепко прижаты к сварочному столу. При установке листов для сварки

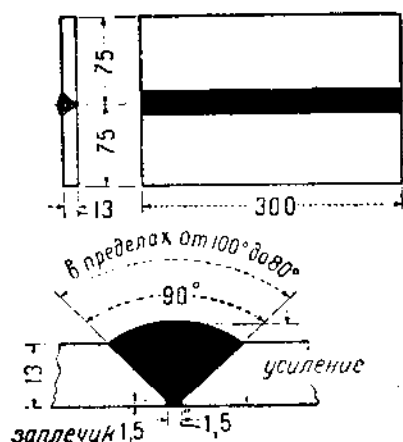


Рис. 108. Сварка встык односторонним V-образным швом.

Способ сварки — или «справа — вперед» или «слева — назад». Усиление — 20% от толщины листа. Проникание — полное (на 100%). Ширина законченного сварочного шва равна 2,5 толщине листа. Скорость — для металла толщиной 12—13 мм не менее 0,6 метра в час для горизонтальной сварки и 0,37 метра для вертикальной. Положение образца при сварке — горизонтальное или вертикальное.

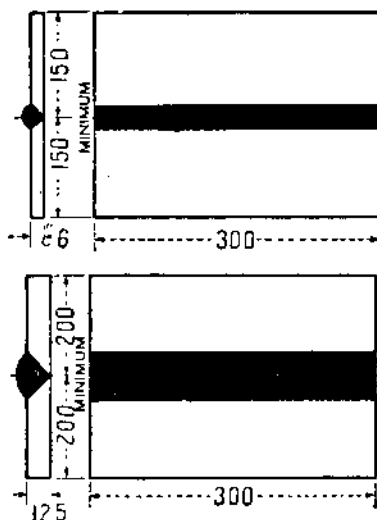


Рис. 109. Сварка встык односторонним V-образным швом.

Способ сварки «справа — вперед» или «слева — назад». Усиление — 20% от толщины листа. Ширина законченной сварки — 2,5 толщины листа. Скорость — для 6 мм материала не менее 1,2 метра в час, для горизонтальной сварки: для 12 мм материала — 0,6 м в час для горизонтальной и 0,45 м в час для вертикальной сварки. Образцы должны свариваться в горизонтальном положении.

должен быть предусмотрен зазор у противоположного от начала сварки заднего конца шва, чтобы избежать коробления, так как в противном случае соединяемые кромки могут перекрыть друг друга, раньше чем сварка окончена. Зазор этот делается от 5 до 8 мм в зависимости от размера и способа сварки.

При выполнении работ сварщиком, инспектор или инструктор должен решить, достаточно ли сварщик опытен, чтобы перейти к пробам «д» и «е» на основании нижеследующих факторов: 1) чистота наконечника сварочной горелки; 2) сварочное пламя должно быть мягким, нейтральным, непрерывным и равномерным; 3) провар; 4) всплывание шлаков; 5) хорошее сплавление добавочного металла с основным угла канавки; 6) правильное движение сварочной горелки; 7) случайная задержка нейтрального пламени регулятором и мгновенным избытком

ацетилен: 8) однородность соединения наплавляемого металла с расплавленным основным металлом; 9) поддержание расплавленного металла чистым и блестящим в месте сварки.

д) *Предварительное испытание в тисках (сварка стык).* Для этого испытания требуется сварка одного или более образцов подобных указанным на рис. 109. Материалом для них могут быть бросовые обрезки листовой стали, надлежаще вычищенные и подготовленные к сварке. Описание (спецификация), приложенное к чертежу, указывает сварщику на методы и размеры сварки.

Листы должны быть крепко прижаты к сварочному столу. При установке листов для сварки у заднего (противоположного от начала сварки) конца шва должен быть предусмотрен зазор, чтобы избежать коробления, так как в противном случае соединяемые кромки могут перекрыть друг друга, прежде чем сварка будет окончена. Добавочный зазор делается от 5 до 8 мм в зависимости

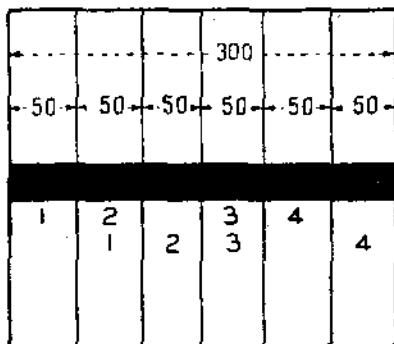


Рис. 110. Нарезка планок для пробы на разрыв.

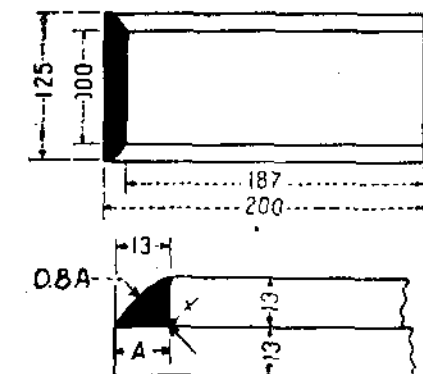


Рис. 111. Образец для испытания сварки внахлестку.

Способ сварки — сварить, имея один раз конец вблизи, другой раз — вдали от себя. Усиление — как указано.

Проварка — насколько возможно полная до вершины прямого угла. Ширина наплавленного слоя — как указано. Скорость — не имеет значения, так как образец слишком короток. Образцы свариваются в горизонтальном положении. Планки должны быть скреплены друг с другом для сварки зажимами.

гой полоски. Для этого испытания требуется сварка двух или более образцов, подобных изображенным на рис. 111. Они могут быть изготовлены из бросовых обрезков листовой стали, надлежаще вычищенных и приготовленных к сварке, как здесь указывается. Описание, сопровождающее чертеж, информирует сварщика, что требуется в отношении

После сварки и охлаждения образцов они должны быть разрезаны на полосы шириною в 50 мм (газовая резка разрешается), как указано на рис. 110. Каждая полоска зажимается вертикально в тиски так, чтобы осевая линия сварки пришлась против верхних кромок губок. Ударами ручника по верхнему концу полосы мы сгибаем ее до тех пор, пока она не сломается в месте сварки.

Исследование излома металла в месте сварки должно быть произведено в отношении нижеследующих пунктов: 1) глубины проникания наплавленного металла в соответствии с заданием, 2) усиления шва в соответствии с заданием и 3) однородности структуры.

е) *Предварительное испытание в тисках сварки внахлестку или при сварки вертикальной кромки одной полоски к лицевой поверхности дру-*

способов и размеров сварки. По окончании сварки и охлаждении образцов они должны быть разорваны посредством загонок клина с незаваренного конца до тех пор, пока не произойдет разрыв в месте сварки.

Освидетельствование поверхности излома в месте разрыва должно быть выполнено в отношении нижеследующего: 1) усиления в соответствии с заданным, 2) качества структуры (плотности, однородности), 3) сплавления добавочного металла с основным и 4) степени провара вершины прямоугольного угла сварочной канавки.

ж) Образцы для лабораторного испытания. Эта проба требует сварки пяти листов, подобно указанным на рис. 112. Три из них должны быть сварены в горизонтальном положении, т. е. положены горизонтально на стол или иную подходящую опору. Два остальных листа должны свариваться в вертикальном положении, т. е. продольная ось соединения должна быть отвесной или вертикальной во время сварки.

Материалом для этой последней пробы должна быть хорошо известная строительная сталь, соответствующая требованиям спецификаций

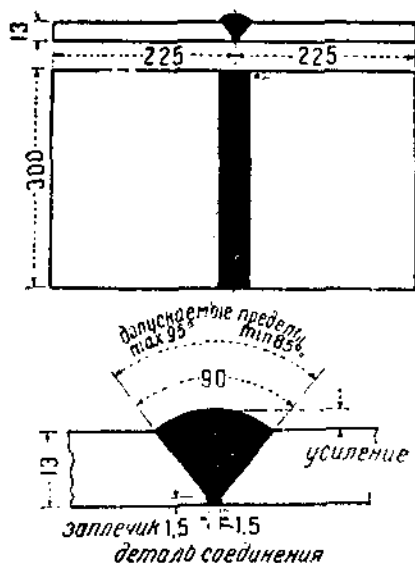


Рис. 112. Сварка встык односторонним V-образным швом.

Способ сварки — «вправо-вперед» или «влево — назад». Усиление — 200% от толщины листов. Проварка — полная на 100%. Скорость — для 12 мм металла не менее 0,6 м в час для горизонтальной сварки и 0,45 м в час для вертикальной сварки. Ширина сварки — 2,5 толщины листа.

на основной металл для пробных образцов. Описание, приложенное к чертежу, указывает сварщику способ и размеры сварки. После сварки каждый лист разрезается на четыре пробных планки стандартного образца американского сварочного общества, как указано на рис. 113, которые должны быть отправлены для испытания на разрыв в одну из лабораторий, указанную секретарем области. Список с данными наблюдения должен быть заполнен в трех

75	38	225	38	75	50
линия сварки отбрасывается					50
ABH21			ABH21		50
ABH22			ABH22		50
ABH23			ABH23		50
ABH24			ABH24		50
отбрасывается					50
					300

Рис. 113. Разрезка пробных планок на образцы для лабораторного испытания.

иземлярах для отсылки по одной копии в мастерскую, лабораторию и комитет. Листы должны быть крепко прижаты к столу. При установке листов для сварки у заднего конца сварочного шва должен быть предусмотрен добавочный зазор, чтобы избежать коробления, так как в противном случае соединяемые крошки могут перекрыть друг друга, прежде чем сварка будет окончена. Добавочный зазор делается от 5 до 8 мм в зависимости от величины и способа сварки.

Примечания для мастерской. Пробные планки длиной в 460 мм и шириной в 50 мм должны быть вырезаны из листов посредством ножовки или кислородно-ацетиленовой резки. Затем планки должны быть обработаны до размеров, указанных на рис. 113. Всякое усиление сварочного шва должно быть удалено строжкой или шлифовкой так, чтобы толщина планки вместе с сваркой не превосходила толщины основного металла.

Клеймение. Перед разрезкой сваренных листов на пробные планки на каждой из них по обе стороны от сварки должны быть выбиты клейма, отмечающие данный лист. Клейма эти должны аккуратно и отчетливо наноситься буквами и цифрами не менее 10 мм высоты и притом так, чтобы они не могли быть повреждены зажимами разрывного пресса или преждевременно испортить образец. Правильное расположение клейм указано на рис. 113: А — литера для обозначения мастерской; В — литера для обозначения сварщика; Н — положение листа во время сварки; V — вертикально, H — горизонтально; 2 — номер пробного листа; 1 — номер планки, вырезанной из листа.

Сварщик «В» из мастерской «А» должен иметь по крайней мере пять листов с клеймами АВН1, АВН2, АВН3, АВV1, АВV2. Планки, вырезанные из этих листов, должны иметь клейма АВН21 и т. д.

Требуемое временное сопротивление. Среднее временное сопротивление всех пробных планок должно быть не менее 36,5 кг/мм², а временное сопротивление любой отдельной планки не менее 35 кг/см². Эти величины служат лишь для целей квалификации сварщиков и не претендуют быть основой для оценки выполненной работы как изделия. Пробные планки должны испытываться на хорошо выверенной испытательной машине, и скорость подвижной головки не должна превышать 10 мм в минуту до появления шейки. Временное сопротивление и вид поверхности излома должны быть отмечены.

В графе «Примечания» должны быть отмечены все неправильности, какие могут случиться во время испытания, например дефектный основной металл, ненадлежащее сварочное пламя, колеблющееся давление газа, нахождение (перекрой) листов вследствие неправильной установки, перерыв сварки и т. п.

IX. ОБЯЗАТЕЛЬНОЕ ПОСТАНОВЛЕНИЕ НАРОДНОГО КОМИССАРИАТА ТРУДА СОЮЗА ССР (№ НКТ 221) И КОМИТЕТА РЕГИСТРА СССР.

ПРАВИЛА ПРИМЕНЕНИЯ ЭЛЕКТРИЧЕСКОГО, КИСЛОРОДНО-АЦЕТИЛЕНОВОГО И ДРУГИХ СВАРОЧНЫХ ПРОЦЕССОВ ПРИ РЕМОНТЕ И ПОСТРОЙКЕ СУДОВЫХ КОТЛОВ.

1. Общие положения. 1. Применение сварочных процессов при ремонте и постройке судовых котлов допускается лишь с разрешения Местных Бюро Регистра Союза ССР или их уполномоченных.

Таблица II.

Инспекторская форма для квалификационных испытаний по кислородо-ацетиленовой сварке.

Обозначение сварщика					
Тип квалификационной пробы		г	д	е	ж
Положение образца во время сварки	горизонтальное				
	вертикальное				
Метод сварки	прямой				
	обратный				
Скорость сварки в метрах в минуту	горизонтальной				
	вертикальной				
Дата испытания					
Число взятых пробных образцов					
Сварочная проволока	фабричная марка				
	диаметр в мм				
Сварочная горелка	фабричная марка				
	тип				
	размер наконечника				
Характеристика газа	кислород — среднее давление				
	ацетилен — среднее давление				
Примечания					

2. Для получения разрешения на производство сварочных работ при ремонте или постройке судовых котлов судовладелец обязан подать в подлежащее Местное Бюро Регистра СССР заявление с описанием предполагаемых сварочных работ и с приложением или эскиза ремонтируемого повреждения, или чертежа котла с отмеченными на нем местами, подлежащими сварке, заварке или обварке. В заявлении должно быть также указано, кто персонально и каким методом будет выполнять сварочные работы.

3. В случае необходимости Местное Бюро Регистра СССР до начала работ производит предварительное обследование подлежащего ремонту котла в целях выяснения на месте всех условий работы и установления возможности применения сварочного процесса.

4. Ответ на указанное в ст. 2-й заявление судовладельца дается Местным Бюро Регистра СССР в 3-дневный срок, если не требуется предварительное обследование предполагаемых сварочных работ, и в недельный срок, если требуется предварительное обследование (ст. 3). Если же требуется исследование металла, срок удлиняется до 2 недель. Копия ответа судовладельцу Местным Бюро сообщается также соответствующему интродупти.

5. При наличии разногласий между Местным Бюро Регистра Союза ССР и судовладельцем относительно допустимости сварочных работ или относительно методов и способов их выполнения — спорный вопрос в срочном порядке передается на разрешение Центрального Бюро Регистра Союза ССР, которому в этом случае пересылается также заявление судовладельца со всеми приложениями и сообщаются причины разногласий. Решение Центрального Бюро может быть обжаловано в установленном порядке.

6. Производство сварочных работ допускается лишь при наличии совокупности следующих условий: а) если работы выполняются опытными и надежными сварщиками при надлежащем техническом руководстве; б) если для работ применяются одобренные Регистром СССР методы; в) если для работ употребляются материалы надлежащего качества.

Квалификация сварщиков должна быть проверена Местным Бюро Регистра Союза ССР путем сварки опытных образцов. Если квалификация сварщиков уже известна по произведенным ими ранее работам или если будут признаны достаточными благоприятные отзывы технически-компетентных учреждений, то Местное Бюро Регистра СССР может в виде исключения не подвергать проверке квалификацию сварщиков.

Качество сварочных материалов и аппаратуры должны быть удостоверены компетентным учреждением или проверены на сварке опытных образцов.

7. Выданное Местным Бюро Регистра СССР разрешение на сварку может быть аннулировано, если в процессе производства разрешенных сварочных работ обнаружится одно из следующих обстоятельств:

- а) плохая работа сварщика;
- б) отступление от согласованного с местным Бюро Регистра способа производства сварочных работ;
- в) применение сварочных материалов не надлежащего качества;
- г) недоброкачество материалов свариваемых частей котла.

8. При всяких заварках и наплавках заклепки в прилегающих местах должны быть удалены как в месте сварки, так и во все стороны от нее на расстояние по указанию местного Бюро Регистра СССР.

По окончании сварочных работ заклепочные отверстия должны быть проверены, и взамен удаленных заклепок должны быть поставлены новые заклепки.

Примечание. При незначительных электрических заварках и наварках раскрытие шва может не требоваться.

9. Шов газовой сварки должен подвергаться в процессе производства сварки проковке при светлокрасном калении. По окончании же сварки шов должен подвергаться:

а) прогреванию с последующим медленным охлаждением — в случае сварки швов в готовых конструкциях;

б) полному отжигу в печи с изделием — в случае изготовления при посредстве сварочных процессов отдельных частей котлов, где указанный отжиг технически выполним.

10. Рекомендуется электрическую сварку вести без проковки свариваемого шва во время сварки.

Воспрещается выравнивание молотком электросварочных соединений во время и после их производства.

11. Если работы предполагается вести посредством электрической сварки, то все подготовительные работы к ее производству должны быть закончены до начала электросварочного процесса.

12. При заварке трещин в стенках котлов трещины эти должны быть ограничены круглыми сквозными отверстиями диаметром 6 — 10 мм, просверленными в конце каждой трещины, за исключением случаев, когда трещина идет от кромки до заклепки. Сама трещина должна быть растоплена в канавку сечения v , а ограничительное отверстие должно быть надлежащим образом раззенковано.

При заварке трещины ограничивающее ее отверстие должно быть заплавлено.

II. Способы сварки. 13. При соблюдении общих требований, изложенных в ст. ст. 1 — 12, сварочные работы могут быть производимы либо газовой, либо электрической сваркой, либо как той, так и другой, в зависимости от места и характера производства работ. При этом в местах, где требуется пригонка частей во время производства сварки, должна применяться газовая сварка, допускающая обработку ручным (молотком) при светлокрасном калении. В местах, где можно опасаться появления тепловых напряжений, могущих вызвать расстройство соединений или их коробление, применение электрической сварки предпочтительнее применения газовой сварки, но при условии, если электрическая сварка вообще может быть допущена в данном месте согласно настоящим правилам.

Соответственно этому указанные способы сварки применяются в следующих случаях:

А. Электрическая сварка или газовая сварка. а) Заварка трещин в гладких и волнистых жаровых трубах: 1) идущих от кромки до заклепки, 2) идущих вдоль образующих или по окружности топок, но при длине трещин, не превосходящей 500 мм;

б) заварка трещин в стенках огневых камер, трубных решеток и в днищах в районе укрепления последних распорными болтами или ка-

ким-либо иным способом: 1) идущих от кромки до заклепки; 2) переходящих за заклепку, но общей длиной не более 750 мм;

в) наварка кромок листов, разъединенных или испорченных чечанкою, при условии, что наплавляемая кромка листа отстоит от головки заклепки не менее, чем на 0,25 диаметра заклепки, а длина наплавляемой кромки не превосходит 750 мм;

г) сварка заплат в задние и боковые стенки огневых камер и в стенки топок (для последних предпочтительнее газовый способ);

д) сварка заплат в трубные решетки;

е) наплавление разъединенных мест на поверхностях листов огневых камер в районе укрепления их распорными болтами, или каким-либо другим способом — при условии, что остающаяся толщина листа в разъединенном месте составляет не менее 60% первоначальной и что площадь каждой наплавки не будет превосходить 2600 кв. см;

ж) наплавление разъединенных мест на частях котла, подвергающихся растягивающим или сгибающим усилиям (бочка котла, днище котла и т. д.), при условии, что остающаяся толщина листа в разъединенном месте составляет не менее 70% первоначальной и что площадь каждой наплавки не будет превосходить 1300 кв. см;

з) наплавка разъедин вокруг люков и лазов, при условии, что остающаяся толщина листов составляет не менее 50% первоначальной и что наплавка разъедин не будет отходить от кромки отверстий лазов и горловин далее 50 мм;

и) приварка укрепляющих колец;

к) наварка концов простых дымогарных трубок;

л) наварка разработанных гнезд дымогарных трубок в трубных досках;

м) наварка разработанных гнезд коротких связей (распорных болтов) в огневых камерах;

н) наварка буртиков у крышек горловин (лючат).

Б. Газовая сварка (кислородно — ацетиленовая и плазменная). о) Заварка трещин в потолках огневых камер;

п) сварка продольных швов при изготовлении звеньев жаровых труб.

В. Электрическая сварка. р) Вварка вокруг распорных болтов колец взамен удаленной разъединенной части листа.

с) уплотнение при ремонте заваркой текущих швов в огневых частях и поперечных швов на бочке котла — при условии, что течь происходит на протяжении не более 0,25 длины окружности поперечного сечения котла;

т) обварка при ремонте буртиков или концов дымогарных трубок в гнездах трубных досок в целях уплотнения соединения и прекращения течи;

у) заварка отдельных раковин (выедин) с максимальным линейным размером в 40 мм при всякой глубине в бочках котлов;

ф) сварка встык концов свернутых звеньев корпуса (бочки) котла до постановки стыковых накладок на протяжении до 300 мм с каждого конца.

14. Кроме указанных в ст. 13 методов, Местным Бюро Регистра СССР по согласованию с местной Инспекцией Труда Путей Сообщения, могут быть допущены и другие методы сварочного ремонта.

III. Освидетельствования и гидравлические испытания котлов после производства сварочных работ. 15. Если заварка произведена в котле на небольших участках без расклепки швов (например, в случаях заварки в одном шве не более трех трещин от кромки листа до заклепок или заварки разведенных кромок листов вблизи швов или горловин и люков, а также заправки выеда в бочке или топках и т. п.), то инспектор Регистра СССР, свидетельствующий и допускающий котел к действию после произведенных сварочных работ, имеет право, если признает это возможным, ограничиться лишь осмотром и обстукиванием ручником весом от 0,5 до 1 кг места сварки и соседних с ним мест во время нахождения котла под гидравлическим давлением, равным разрешенному рабочему давлению пара в котле. При этом срок следующего осмотра произведенных заварок назначается инспектором Регистра СССР через 1 год. Дальнейшие же осмотры заварок производятся при очередных внутренних освидетельствованиях котла, назначаемых в соответствии с действующими правилами о паровых котлах.

16. Если заварки производятся на довольно значительных участках (например, вварки в стенки котлов заплат, наварки трещин, переходящих за заклепку, или трещин в кромках с переклепкой более пяти рядом стоящих заклепок, то инспектор Регистра СССР, свидетельствующий и допускающий котел к действию после производства сварочных работ, имеет право, если признает это возможным, ограничиться тщательным осмотром отремонтированного места и производством внеочередного гидравлического испытания на прессовое или рабочее давление по своему усмотрению, с обстукиванием места сварки и соседних с ним мест ручником, весом от 0,5 до 1 кг во время нахождения котла под давлением. После такого осмотра инспектору Регистра СССР предоставляется право, в зависимости от величины и характера произведенного ремонта, потребовать предъявления котла (без паров) к следующему осмотру после работы котла в течение не менее 12 часов при непрерывном поддержании огня в топках и при полном разрешенном рабочем давлении пара в котле. Следующий осмотр заварок котла (без паров) назначается через полтора месяца службы котла. Последующие же осмотры производятся инспектором Регистра СССР не реже одного раза в год.

17. При всякой промывке и чистке котла старший механик или заменяющий его на речных судах машинист должен осматривать все места заварок и отмечать в журнале промывок результат всего осмотра. В случае обнаружения каких-либо повреждений в местах сварки или вблизи их, механик (машинист) через капитана судна должен об этом немедленно сообщить в ближайшее Бюро или инспектору Регистра Союза ССР для производства соответствующего освидетельствования котла.

IV. Заключительные положения. 18. Нарушения настоящих правил преследуются в следующем порядке:

а) нарушения, которые содержат признаки преступлений, преследуемых в судебном порядке, преследуются в уголовном порядке, согласно законодательству союзных республик;

б) прочие нарушения преследуются в административном порядке — путем наложения штрафов в размере не свыше ста рублей на основаниях, установленных постановлением ЦИК и СНК от 2 января 1929 г. о мероприятиях по борьбе с нарушителями законодательства о труде (С. 3. СССР 1929 г. № 4 ст. 31; «Известия НКТ СССР», 1929 г. № 7 — 8).

19. С введением в действие настоящих правил прекращается применение при ремонте и постройке судовых котлов правил относительно применения азотгенной кислородно-ацетиленовой сварки при ремонте паровых котлов, утвержденных ВЦСПС 29 окт. 1921 г., приложенных к руководству приказом Центрального Управления речного транспорта от 31 августа 1922 г. № 50051 («Сборник официальных распоряжений НКПС», не вошедших в «Вестник Путей Сообщений», 1922 г. № 56) и протокольным постановлением Комитета Регистра Союза ССР от 10 октября 1923 г. (протокол № 8, п. 1).

Х. ДОПОЛНЕНИЯ ГЕРМАНСКОГО ЛЛОЙДА К ПРАВИЛАМ КЛАССИФИКАЦИИ И ПОСТРОЙКИ СТАЛЬНЫХ СУДОВ МОРСКОГО И ВНУТРЕННЕГО ПЛАВАНИЯ (ЭЛЕКТРОСВАРКА.)

§ 1. Общее. Нижеследующие правила по электрической дуговой сварке относятся к судостроительной стали, предписанной § 2 А1 правил германского Ллойда о материалах.

Если электрическая сварка применена на судне по пазам или стыкам наружной обшивки, главной палубы или внутреннего дна или для соединения шпангоутов, или флоров с обшивкой, то об этом делается соответствующая отметка в регистровой книге и в сертификате.

В особых случаях, если электросварка применена для большого числа продольных или поперечных связей, германский Ллойд оставляет за собой право присоединять к классу знак «ЭКСП».

Электропроводку частей судна, указанных в правилах германского Ллойда, могут производить только те верфи, которые к этому допущены германским Ллойдом на определенных основаниях (см. § 2).

Если электросварка должна быть применена при новой постройке или перестройке судна, то своевременно должны быть представлены германскому Ллойд на одобрение соответствующие данные и чертежи.

Должно быть представлено также принципиальное согласие судовладельца на применение электросварки.

При ремонтных работах правила применяются на тех же основаниях.

Рекомендуется пользоваться обозначениями, установленными германскими стандартами; применение этих обозначений в ином смысле, чем это дано стандартами, не допускается.

§ 2. Порядок получения разрешения на производство электросварки. Если верфь или иное предприятие хочет применить электросварку в судостроении и желает быть допущенной германским Ллойдом к производству электросварки, то должно быть представлено заявление германскому Ллойд со следующими данными:

- а) среднее число занятых квалифицированных сварщиков,
- б) число лиц, ведущих наблюдение над сварщиками, и их квалификация,
- в) подробное изложение способа производства сварки с описанием имеющихся сварочных установок (германский Ллойд оставляет за собой право при необходимости потребовать более подробные сведения),
- г) сведения о произведенных на верфи за последние три года сварочных работах.

Для отдельных видов сварки должны изготовляться пробные сварные планки различной толщины S. Необходимо представить доказатель-

ство, что материал планок удовлетворяет правилам материалов германского Ллойда § 2 АІ для судостроительной стали на разрывное усилие: от 41 до 50 кг/мм². Пробные планки должны быть испытаны на растяжение. Планки одинаковых толщин должны быть взяты из листов соответствующих толщин.¹

Сварка встык. Должно быть сварено по две планки толщиной 6, 12 и 18 мм, размеров согласно рис. 114.

Сварный шов должен быть выполнен, согласно правил для сварки встык (рис. 114)

Из сваренных кусков готовится по две пробных планки формы, указанной на рис. 114 справа.

Разрывные усилия сварного шва должно получиться не менее 37 кг/мм². Если размер *b* взять не более того, который дан на стр. 185

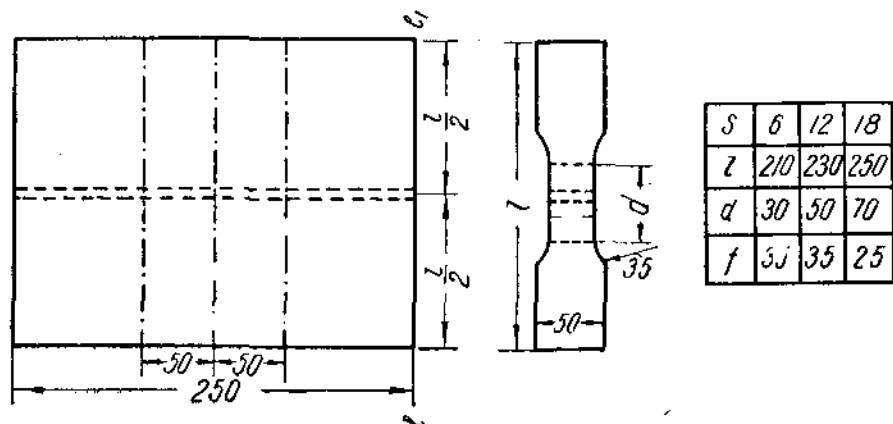


Рис. 114. Образцы для сварки встык (типа а).

в столбцах 3, 6 и 8 таблицы, то в расчет прочности шва может быть представлена толщина планки *S*.

Для сравнительного испытания из каждого листа, из которого взяты пробы на сварку, изготавливается еще одна пробная планка без сварки тех же размеров, как и для сварной планки.

Сварка боковым валиковым швом. Из каждого четырех листов изготавливается по две пробных планки согласно рис. 115 и относящейся к нему таблицы. Средние части толщиной 6 и 12 мм берутся от тех же листов, от которых брались планки для сварки встык. Испытуемые планки толщиной в 24 мм также должны удовлетворять § 2 АІ Правил германского Ллойда для судостроительной стали. Одна из пробных планок каждой толщины приваривается при горизонтальном расположении шва, а другая при вертикальном расположении шва.

Форма валиковых швов должна соответствовать графе 2 и 3 таблицы на стр. 186).

Размер *l* берется без концевых кратеров.

Наплавленный металл не должен заходить на торцы обоих средних планок.

¹ Не допускается очевидно для листов различной толщины изготовление планок одинаковой толщины (при одном и том же испытании).

В зависимости от устройства закрепления концов планки ширина концевых планок у своих концов может быть уменьшена до размера f .

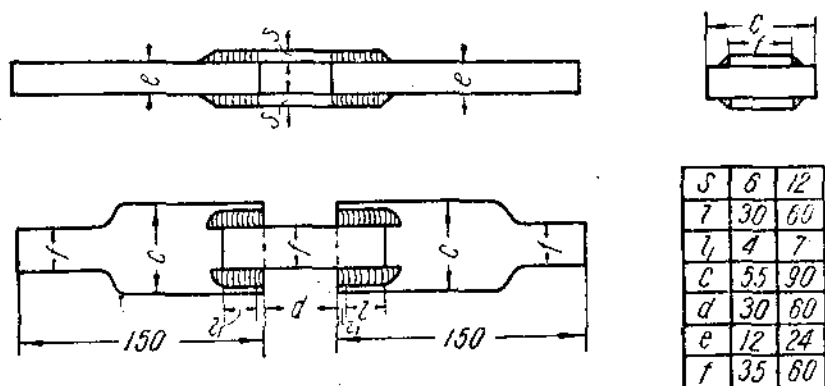


Рис. 115. Образцы для сварки боковым валиковым швом (тип б).

Сопротивление срезу валикового шва должно получиться не менее 27 кг/мм^2 ; в расчет вводится площадь сечения $4 \times l \times$ среднюю высоту валикового шва (см. таблицу на стр. 186).

Торцовая валиковая сварка. Германский Ллойд оставляет за собой право кроме пробных планок типа a и b потребовать еще представления пробной планки с торцевой сваркой по рис. 116. В таком случае он может отказаться от испытания на растяжение одной из двух пробных планок, указанных выше.

Пробные планки изготавливаются по выбору германского Ллойда из листов 6 или 12 мм толщиной так, как это было описано для пробных планок типа a встык (рис. 114 справа).

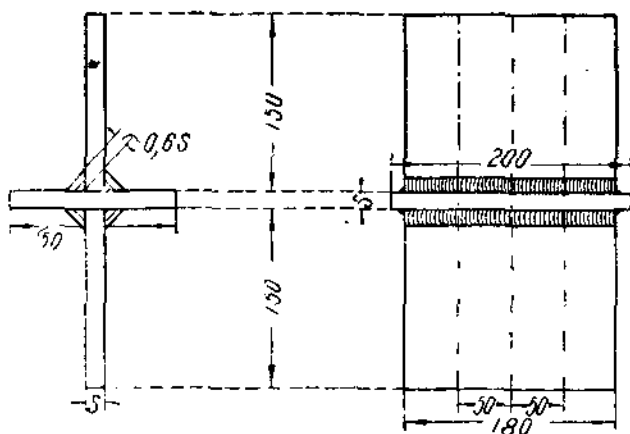


Рис. 116. Образец для валиковой торцевой сварки (тип а).

Валиковые швы провариваются в вертикальном положении.

Вообще для допущения к сварке требуется испытание только одной из двух пробных планок, представленных на рис. 116, если результаты испытания ее удовлетворительны.

При испытании должно быть достигнуто разрывное усилие.

$$P = 56 \times l \times \text{среднюю высоту валикового шва},$$

где: l — истинная ширина пробной планки.

P измеряется в кг, l и высота валикового шва — в мм.

Сварка производится принятыми на данной верфи способами при обычном напряжении и силе тока и при применении обычно употребляемых верфью сварочных приборов и электродов. Если работа ведется различными способами или с различного типа приборами, то необходимо изготовить и испытать добавочное количество образцов.

Если при постройке должна быть применена потолочная сварка, то у пробной планки по рис. 121 два шва должны быть сварены потолочным способом.

Сварщики, которых предполагается допустить к работам в судостроении, должны произвести сварку пробных планок под наблюдением скурвейера германского Ллойда. Пробные планки проверяются скурвейером и испытываются на разрыв в его присутствии.

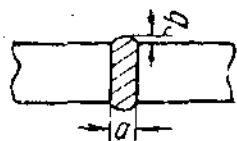


Рис. 117. Сварки встык без скосов.

В случае если проба не даст требуемых результатов, германский Ллойд оставляет за собой право потребовать представления и испытания дополнительных планок типов *a*, *b* и *c*.

О повторных пробных сварках после разрешения производства сварки см. § 4, ж.

§ 3. Выполнение сварки. 1. Общая указания. Правила постройки стальных судов сохраняют свою силу и в отношении судов, на которых применяется электрическая сварка. Следующие правила регулируют сварку швов и пазов, а также и прочих главнейших соединений. Выполнение сварных соединений, о которых указаний не дано, германский Ллойд разрешает по мере надобности.

Требующиеся моменты сопротивления шпангоутов, бимсов, стоек и т. п. определяются по предписываемым профилям с учетом обшивки и прилегающий к ней полки профиля.

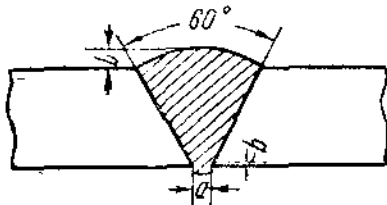


Рис. 118. V-образная сварка

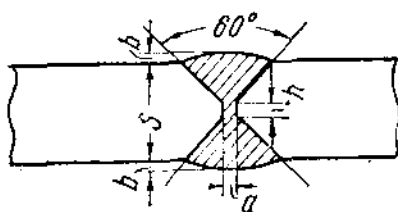


Рис. 119. X-образная сварка.

2. Сварка встык. Сварку встык при толщине в 5 мм и менее допускается делать без скосов, согласно рис. 117. При больших толщинах должна применяться V-образная сварка по рис. 118.

X-образную сварку по рис. 119 допустимо применять только для листов толщиной в 12 мм и выше; ее следует насколько возможно избегать и не должно применять, если для ее выполнения необходима потолочная сварка как например у палуб при сварке на судне. Другие виды швов требуют одобрения германского Ллойда.

Угол раскрытия свариваемых кромок для V и X-образных швов должен иметь 50°; в остальном элементы шва берутся по таблице. 1. В величине размера «*a*» для V-образного шва могут быть допущены отклонения в 0,5 мм при толщине листов от 10 до 12 мм и в 1 мм при больших толщинах,

Таблица I.

Пазы и стыки при сварке встык.

Толщина листов S	V-образная сварка		S	V-образная сварка		X-образная сварка	
	зазор a	усиление b		зазор a	усиление b	зазор a	усиление b
мм	мм	мм	мм	мм	мм	мм	мм
4	1,0	1,0	12	2,5	2,5	2,0	1,5
5	1,0	1,0	13	3,0	2,5	2,0	2,0
6	2,0	1,5	14	3,0	3,0	2,0	2,0
7	2,0	1,5	15	3,0	3,0	2,0	2,0
8	2,0	2,0	16	3,0	3,0	2,0	2,0
9	2,0	2,0	17	3,0	3,0	2,0	2,0
10	2,5	2,0	18	3,0	3,0	3,0	2,0
11	2,5	2,5	19	3,0	3,0	3,0	2,0
1	2	3	4	5	6	7	8

Размер h составляет 1 мм (рис. 119). При сварке встык без скосов листов толщиной 4 и 5 мм зазор a составляет 2 мм, усиление b — 1 мм.

При всех сварках наружной обшивки, главной палубы, второй палубы, вертикального киля, крайнего междудонного листа и настила внутреннего дна, а также водонепроницаемых переборок и палуб танков, стыков листов и профилей карлингсов и усиленных концевых бимсов люков — сварные швы должны иметь усиление, выступающее над поверхностью листа по крайней мере на величину b по таблице I (полный шов и стык).

С противоположной стороны сварка также должна несколько выступать над поверхностью листа (рис. 118 и 119).

Во всех остальных случаях усиление может не делаться (легкий сварной шов и стык), если таковое не будет специально затребовано германским Ллойдом.

3. Сварка валиковым швом. а) Общие указания. Профиля могут присоединяться к обшивке без фланца, точно так же можно, как правило, отказаться от применения крепительных и связных угольников. Если берутся крепительные или связные угольники или профили, полка которых прилегает к обшивке, то необходимо заботиться, чтобы в промежутках между налагаемыми согласно п. b проварками в прерывистом шве полка всюду плотно прилегала к обшивке. Где это необходимо, требуемая плотность прилегания должна быть осуществлена легкой приваркой между отдельными проварками.

В корму от ахтериниковой переборки, в районе $0,2 L$ в корму от форштевня, а также в районе ледяного подкрепления — отсутствие прилегающей к наружной обшивке полки шпангоута должно быть компенсировано.

Если не ставят нижних угольников вертикального киля, то толщина горизонтального киля должна быть увеличена против предписываемой правилами на 15%. Высота валикового шва на соединении вертикального киля с горизонтальным должна составлять не менее $0,8 S$.

в) Перывистая валиковая сварка. Во всех соединениях профилей и листов, для которых правилами постройки предписывается однородная клепка, допустима прерывистая сварка с проварками в шахматном порядке по рис. 120. Если правилами требуется двойная клепка, то требуется либо цепная сварка по рис. 121, либо шахматная прерывистая с шагом в $0,5 t$.

Размер ширины сварного шва, его высота а также длина проварки l и шаг t для прерывистой сварки даны в таблице II, t измеряется без

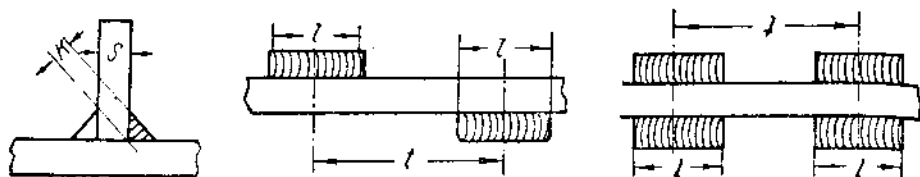


Рис. 120 и 121. Образцы для прерывистой валиковой сварки.

концевого кратера; t определяется в зависимости от предписываемого шага заклепок. Если шаг t принимается меньше, чем указано в таблице, то и длина l может быть соответственно уменьшена, однако она не должна быть меньше $0,7$ величины, данной в столбце 4.

Таблица II.

Сварка валиковым швом.

Толщина листа	Валиков й шов		Ша г t					
	Толщи- на	Высота	t	Шаг по правилам постройки				
				3d	3d	6d	7d	более 7d
мм	мм	мм	мм	мм	мм	мм	мм	мм
4	5	3,5	60	75	90	110	130	150
5	5	4	60	75	95	115	135	155
6	6	4,5	60	80	100	120	140	160
7	7	5	60	85	105	125	145	165
8	8	6	60	90	115	135	160	180
9	9	6	70	100	125	150	175	200
10	10	7	70	110	135	160	190	220
11	11	8	70	115	145	175	200	230
12	12	8	80	125	155	185	220	250
13	13	9	80	130	165	195	230	260
14	14	10	80	140	175	210	240	280
15	15	11	80	145	180	220	250	290
16	16	11	100	175	220	260	310	350
17	17	12	100	185	230	270	320	370
18	18	13	100	190	240	280	330	380
19	19	13	120	220	280	330	390	440
20	20	14	120	230	290	350	400	460
1	2	3	4	5	6	7	8	9

При применении прерывистой сварки по кромкам профилей концы таковых должны всегда привариваться цепной сваркой. Карлингсы по каждую сторону переборки и стойки на протяжении 0,2 шага привариваются к палубе и нижнему поясу цепным швом с шагом согласно столбца 5 таблицы II. В остальном районе достаточна шахматная прерывистая сварка с тем же шагом.

Длина l измеряется без концевых кратеров (рис. 125 и 126).

Сварка для крепления книц и скуловых книц должна соответствовать предписываемой клепке.

При определении требующейся сварки в основу должна быть положена таблица II.

с) **Сплошная (непрерывная) сварка валиковым швом.** Для всех водо- и нефтенепроницаемых соединений должны применяться сплошные (двухсторонние) валиковые швы. С одной стороны сплошной шов может иметь ширину в $0,7 S$ и высоту в $0,5 S$. По переборкам рубок с внутренней стороны допускается применение валикового прерывистого шва. У переборок угольных бункеров внутренних (в бункере) шов должен быть сплошным; для второй стороны достаточен прерывистый шов.

4. **Сварка внахлестку.** Применения сварки пазов и стыков листов внахлестку необходимо избегать, и в каждом случае применения такой сварки требуется одобрение германского Ллойда. Стыки и пазы наружной обшивки и главной палубы не должны свариваться внахлестку (внахлестку).

Вообще же ширина перекроя (нахлестки) считается достаточной ($1,55 + 15$ мм). Однако, если свариваются внахлестку стыки второй палубы судов с высотой борта большей 6,5 м и стыки главной палубы под длинной надстройкой у судов с высотой борта большей 4 м, то ширина перекроя должна составлять $2,5 S + 25$ мм.

Обе кромки должны иметь сплошные швы размеров, данных в табл. II. Отклонения от этого правила должны быть одобрены германским Ллойдом.

5. **Расположение швов.** Профиля могут устанавливаться на стыки или пазы, если примыкающая к обшивке их полка служит стыковой планкой. Если профили должны быть установлены на стыки или пазы без примыкающей к обшивке полки, то германский Ллойд оставляет за собой право в каждом отдельном случае потребовать добавочного усиления.

Расстояние между отдельными сварными швами должно быть выбрано по возможности больше.

Сплошные сварные швы встык без скосов должны быть удалены друг от друга не менее чем на 250 мм. Исключения из этого правила допустимы, если стыки или пазы располагаются между стойками, которые приварены к обшивке шахматным прерывистым швом.

Стыки и пазы насколько только это возможно должны располагаться параллельно к валиковым швам профилей; необходимо по возможности избегать пересечения сварных швов. В соединениях, которые не должны быть водонепроницаемыми, сплошной валиковый шов у стыков и пазов обшивки должен прерываться. Если прерывистый шов или цепной шов пересекается пазами или стыками, то проварки не должны приходиться на паз или шов, даже в том случае, если последние — клепанные.

Прерывистый шов должен быть предпочтен сплошному и должен применяться вместо последнего возможно больше.

Валиковые швы по возможности не должны быть односторонними, т. е. следует приваривать деталь с двух сторон.

Отступления от этого правила допускаются с разрешения германского Ллойда.

Если свариваются встык листы различных толщин, то необходимо заботиться, чтобы переход от одной толщины к другой был осуществлен плавно.

§ 4. Выполнение работ. а) Все наружные поверхности, подлежащие сварке, должны быть очищены от ржавчины, окалины, масла, краски и грязи. Если накладывается несколько слоев металла, то каждый из них должен быть тщательно очищен, прежде чем накладывается очередной слой. Если шлак не может быть удален металлической щеткой, он должен быть сбит молотком, чтобы оставался чистый металл. Обрезанные ацетиленом кромки должны быть тщательно очищены от шлака.

б) Необходимо заранее озаботиться, чтобы место, где производится сварка, было защищено от дождя и сквозняков, а также принять меры, чтобы окружающая температура не падала ниже минус 5°C.

в) Все части, которые должны быть соединены посредством сварки, должны быть хорошо пригнаны друг к другу. Полки профилей и связанных угольников должны плотно прилегать к обшивке. Точно так же стенки профилей, свариваемые с обшивкой валиковым швом должны быть тщательно пригнаны.

г) Отдельные части корпуса, как например: переборки, части палуб, надстроек и т. д., по возможности должны свариваться в цехе или на рабочей площадке и правиться и обрезаться в меру до установки на судно. Кницы должны насколько возможно привариваться к профилям до установки их на судно.

д) При установке и сварке отдельных деталей, соединяемых между собой сваркой, надлежит озаботиться, чтобы по возможности избежать появления стягивающих (местных) напряжений.

е) Исправление дефектных мест в сварном шве не допускается производить наплавкой. Дефектные места должны быть вырублены и снова заварены.

ж) Сюрвейеру германского Ллойда предоставлено право в период наблюдения требовать от отдельных рабочих изготовления пробных планок с торцевой валиковой сваркой по § 2 под его наблюдением. Испытания на разрыв должны производиться в его присутствии. Вместо приварки с вертикально расположенным швом он может допустить приварку в горизонтальном положении, причем целый лист должен быть расположен горизонтально. Если сварщику при постройке судна придется производить потолочную сварку, то сюрвейер может потребовать, чтобы два или все четыре шва были изготовлены потолочной сваркой.

XI. ПРАВИЛА УСТРОЙСТВА, СОДЕРЖАНИЯ И ОСВИДЕТЕЛЬСТВОВАНИЯ БАЛЛОНОВ (СОСУДОВ) ДЛЯ СЖАТЫХ И СГУЩЕННЫХ ГАЗОВ.

1. Действию настоящих правил подлежат все баллоны, служащие для наполнения их сжатыми или сгущенными газами.

Примечание 1. Сжатыми газами признаются газы, находящиеся под давлением более атмосферного; сгущенными газами признаются газы, доведенные давлением до жидкого состояния.

Примечание 2. Действие настоящих правил не распространяется на компрессоры и воздушные установки.

2. Баллоны, предназначенные для наполнения сжатыми или сгущенными газами, должны быть изготовлены из литого незакаливающегося железа или из стали. Баллоны не должны иметь продольных швов: допускаются только поперечные, автогенно сваренные швы для соединения цилиндрической части баллона с верхней сферической. Клепанные баллоны не допускаются.

3. Баллоны для сжатых и сгущенных газов должны быть снабжены запорным вентилем с железным колпачком, предохраняющим вентиль. Колпачок должен иметь одно или несколько отверстий, общей площадью не менее 75 мм². Выходное отверстие на боковом штуцере вентиля должно закрываться навинчиваемой на резьбе крышкой.

Боковые штуцера вентилей, предназначенных для баллонов, наполняемых водородом, блугазом и другими газами, дающими с кислородом взрывчатые смеси, должны быть снабжены левыми резьбами, соответствующими резьбам штуцеров заводского наполнительного прибора. Баллоны для кислорода должны иметь вентили с правыми резьбами на боковых штуцерах.

Вентили баллонов, предназначенных для аммиака и растворенного ацетилена, могут быть только железные или стальные; вентили медные или из сплавов меди для указанных баллонов не допускаются.

При расходовании из баллона содержащегося в нем газа, к вентилю баллона должен быть присоединен редукционный клапан с манометром (манодетандер) для понижения давления до нужной величины.

Арматура (включая и манодетандеры) баллонов, предназначенных для кислорода и иных, вызывающих окисление газов, не должна содержать просаленных или промасленных частей или прокладок.

4. На баллонах, предназначенных для сжатых и сгущенных газов, должны быть следующие обозначения:

- а) название газа, которым наполняется баллон;
- б) наименование завода, на котором произведено последнее испытание баллона;
- в) допущенное рабочее давление (степень наполнения) и
- е) клеймо технического инспектора, производившего испытание баллона.

Указанные обозначения выбиваются на баллоне при помощи пуансонов в том месте, где цилиндрическая часть баллона переходит в сферическую, т. е. в месте, имеющем избыточную толщину стенок.

5. Для внешнего отличия баллонов, предназначенных для наполнения различными газами, а также для предохранения их наружной поверхности от ржавления, баллоны должны быть окрашены снаружи масляной краской, причем цвет окраски устанавливается следующий:

- | | |
|----------------------------------|---|
| а) для кислорода синий | г) для блугаза зеленый |
| б) « водорода красный | д) « аммиака желтый |
| в) « ацетилена белый | е) « всех прочих газов черный |

Окраска не должна закрывать имеющихся на баллоне отличительных обозначений, указанных в ст. 4.

6. При наполнении баллонов сжатыми газами допускаются следующие рабочие давления (степень наполнения), отнесенные к температуре 15°С:

- а) для кислорода до 150 атм.
- б) « водорода до 175 «
- в) « растворенного в (ацетоне) ацетилена до 16 атм.

Примечание. Баллоны для растворенного ацетилена должны быть сплошь заполнены равномерно распределенной по всему баллону пористой массой и дозированы ацетоном так, чтобы вес баллона с массой, но без ацетилена, был не менее выбитой на баллоне тары.

7. При наполнении баллонов сгущенными газами — жидкой углекислотой, блаугазом и аммиаком — наибольшее допустимое к наполнению в баллоны количество газа должно составлять:

- а) жидкой углекислоты не более 1 кг на каждые 1,34 л емкости баллона;
- б) блаугаза » » » 2,5 » » »
- в) аммиака » » » 1,86 » » »
- г) сернистого ангидрида » » » 0,8 » » »
- д) хлора » » » 0,8 » » »

8. Перед наполнением баллонов вентили их должны быть открыты для выпуска оставшегося в них газа.

Соединение баллонов с наполнительным прибором должно быть прочным и плотным.

Для наполнения газом баллоны должны быть укреплены настолько прочно, чтобы они не могли изменять при наполнении своего положения.

9. Все баллоны, предназначенные для наполнения сжатыми и сгущенными газами, должны подвергаться не реже одного раза в три года испытаниям на их прочность и пригодность к дальнейшей работе, производимым техническим инспектором НКГ.

10. Испытание баллонов, за исключением предназначенных для наполнения растворенным ацетиленом, производится гидравлическим давлением. Пробное давление должно составлять:

Для баллонов, предназначенных для наполнения:

- 1) водородом 262,5 атм.,
- 2) кислородом 225 »
- 3) жидкой углекислотой ... 180 »
- 4) блаугазом 190 »
- 5) аммиаком 30 атм.
- 6) сернистым ангидридом 12 »
- 7) хлором 22 »

Баллоны, предназначенные для растворенного ацетилена, испытываются пробным давлением в 40 атм., причем испытание баллона производится без удаления из него пористой массы. Пробное давление получается или при помощи самого растворителя (ацетона), или при помощи погружения дозированного ацетоном баллона в водяную баню и нагреванием его до температуры, необходимой для получения в баллоне нужного давления.

Примечание. Технической инспекции предоставляется право производить проверку правильности дозировки баллонов ацетоном.

11. В случае, когда при наружном осмотре баллонов возникнут опасения относительно их прочности, техническому инспектору предоставляется право требовать предъявления баллонов к испытанию и ранее указанного в ст. 9 срока.

12. Баллоны испытываются на том заводе, на котором будут находиться для наполнения газом к моменту истечения срока испытания.

13. Баллоны, у которых при испытании оказались трещины, свищи, неплотности или иные дефекты, к дальнейшему наполнению газом не допускаются.

Примечание. Изъятие из употребления баллоны должны быть освобождены от остатков газа прежнего наполнения.

14. Клеймо технического инспектора, удостоверяющее производство испытания баллона, выбивается на последнем в присутствии технического инспектора.

15. Заводоуправления, отпускающие сжатые и сгущенные газы в баллонах, обязаны предоставить в распоряжение технического инспектора необходимые для производства испытания баллонов приборы, приспособления и принадлежности, равно как и необходимую для производства испытаний и клеймения баллонов рабочую силу.

16. Воспрещается наполнение газами баллонов, сроки испытания которых истекли.

Администрация завода, отпускающего сжатые или сгущенные газы в баллонах, обязана извещать подлежащего технического инспектора о необходимости произвести испытание баллонов, сроки испытания которых наступили, и войти в соглашение с инспектором о дне испытания, который должен быть установлен не позднее одной недели со дня получения инспектором заявления администрации завода.

Если в установленный по соглашению срок технический инспектор не прибудет для испытания баллонов или от него не последует уведомления, что испытание переносится на другое число в пределах трехдневного срока, то администрации завода предоставляется право за ее ответственностью произвести испытание баллонов своими техническими силами и о результатах испытания довести до сведения технического инспектора в письменной форме.

Учреждения и лица, получающие или приобретающие сжатые или сгущенные газы в баллонах, не должны принимать таких баллонов, которые не имеют установленных клейм об испытании или имеют клейма, указывающие на истечение срока испытания их.

Ввоз из-за границы газов под давлением допускается только в сосудах, подвергавшихся испытанию на основе требований, которые должны быть не ниже требований настоящих правил, что должно быть удостоверено надлежащим свидетельством.

17. Заводоуправление, производящее и отпускающее сжатые и сгущенные газы, обязано вести журнал наполнения баллонов, как принадлежащих самому заводууправлению, так равно и доставляемых потребителями газа.

В журнале должно отмечаться;

- а) название газа, которым наполнен баллон;
- б) время наполнения;
- в) номер и фирма, обозначенные на баллоне;
- г) емкость баллона в литрах и вес его в килограммах;
- д) дата последнего испытания баллона, и
- е) рабочее давление.

18. Кроме журнала наполнения, на заводе должна вестись шнуровая книга, в которую техническим инспектором вносятся результаты испытания баллонов. Означенная книга должна быть скреплена губернским п/отделом охраны труда, а на транспорте — инспекцией труда путей сообщения.

19. Баллоны со сжатыми и сгущенными газами должны храниться в особых сухих вентилируемых помещениях, удаленных от складов горючих материалов. В этих помещениях не допускается освещение горелками и открытым пламенем. Электроосветительная установка должна быть так выполнена, чтобы была устранена возможность образования искр внутри помещения.

Баллоны должны помещаться вдали от радиаторов и других нагревательных приборов и не должны подвергаться действию прямых лучей солнца.

20. Баллоны с кислородом не должны храниться в одном помещении с кальцием-карбидом, а также с баллонами с ацетиленом и другими горючими газами.

21. Выдача наполненных газами баллонов может производиться не иначе, как с ведома ответственного лица, назначенного администрацией предприятия.

22. При обращении с наполненными газами баллонами необходимо устранять возможность падения их или ударов их какими-либо предметами.

23. Наблюдение за исполнением настоящих правил, а равно и производство испытания баллонов возлагается на техническую инспекцию НКТ.

24. Настоящие правила вводятся в действие на территориях союзных республик постановлениями соответствующих народных комиссариатов труда.

25. Отступления от требований, изложенных в настоящих правилах, допускаются не иначе, как с разрешения губернских (областных) отделов труда.

26. Лица, виновные в нарушении требований настоящих правил, привлекаются инспекцией труда к ответственности по соответствующим статьям уголовных кодексов союзных республик.

За Нар. ком. труда СССР член коллегии — Бахутов.

Зав. отд. охраны труда НКТ — Капун.

Зав. п/отделом техники безопасности инж. Кудрявцев.

7 января 1925 г.

№ 4/302.

ХII. ПРАВИЛА ПРИМЕНЕНИЯ АВТОГЕННОЙ (ГАЗОВОЙ И ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ) СВАРКИ В ТРУБОПРОВОДАХ НА МОРСКИХ СУДАХ.

§ 1. Общие указания. Применение газовой и электрической сварки допускается для изготовления и ремонта трубопроводов на морских судах, согласно перечня §§ 13 и 14 настоящих правил.

Однако с одобрения Регистра СССР может быть допущена сварка в других трубопроводах и частях, не поименованных в §§ 13 и 14.

§ 2. Чертежи и спецификации. Если не имеется предварительно одобренных Регистром конструкций и методов работ, то для получе-

ния разрешения на производство автогенной сварки должны быть представлены на одобрение Регистра чертежи свариваемых частей трубопроводов с указанием назначения, материала, внутреннего диаметра и толщины стенки трубопровода и его частей, а также местоположение свариваемых частей на судне.

Помимо того должны быть указаны: тип сварного соединения, форма разделки шва, порядок выполнения технологического процесса, а также, какие части будут свариваться в мастерской и какие — на судне.

§ 3. Сварочные прутки. Сварочная проволока и электроды по своим качествам должны соответствовать характеру работы свариваемых частей.

§ 4. Квалификация сварщиков. К производству сварочных работ в трубопроводах допускаются сварщики, имеющие опыт по сварочным работам в этой области и прошедшие квалификацию согласно постановлению НКТ СССР, от 13 августа 1930 г. № 270.

§ 5. Автогенной сваркой могут производиться в соответствии с §§ 13 и 14 следующие работы:

- а) Сварка поперечных швов в прямых звеньях трубопроводов.
- б) Приварка донышек.
- в) Приварка патрубков, отводов, ниппелей и т. п. и сварка тройников, крестовин и других фасонных частей.
- г) Приварка фланцев.
- д) Заварка трещин, раковин и вварка заплат.

Примечание. Сварка в чугунных частях паропроводов не допускается.

§ 6. Сварка прямых звеньев. При поперечной сварке звеньев в стык надо предварительно произвести:

- а) точную обрезку свариваемых концов труб плоскостью, перпендикулярной к оси трубы;
- б) скосить кромки концов труб под углом не менее 30° — 45° в зависимости от толщины и метода сварки, причем для труб со стенками толщиной более 12 мм допускается X-образный шов (двухсторонняя сварка);
- в) закрепить звенья с зазором не менее 1,5 мм одинаковым по всей окружности;
- г) сварку звеньев надо вести по возможности так, чтобы наплавленный металл совершенно наполнил канавку шва, но в то же время на внутренних стенках трубы не оставались бы застывшие крупные капли металла;
- д) сварка труб, подверженных внутреннему давлению свыше 5 атм и указанных в перечне § 14, допускается в стык с муфтой (фиг. 1, рис. 122 или встык с приваркой электрическим способом усиливающих накладок, перекрывающих сварной шов (фиг. 2)).

§ 7. Приварка донышек. Для образования глухих концов труб допускается приварка донышек следующим способом.

а) Края донышка скашиваются на 45° и донышко помещается вовнутрь трубы таким образом, чтобы концы трубы при их загибе прилились на скошенную кромку донышка (фиг. 3).

б) Фланцованное выпуклое донышко приваривается внахлестку, причем при приварке фланца донышка сварной шов не должен располагаться на загибе (фиг. 4 и 5).

в) Фланец вогнутого дна сваривается с кромкой среза трубы (фиг. 6).

г) Фланец выпуклого доньшка приваривается к трубопроводу в стык. В зависимости от назначения, сварной шов должен быть усилен накладками, приваренными электрическим способом (фиг. 7).

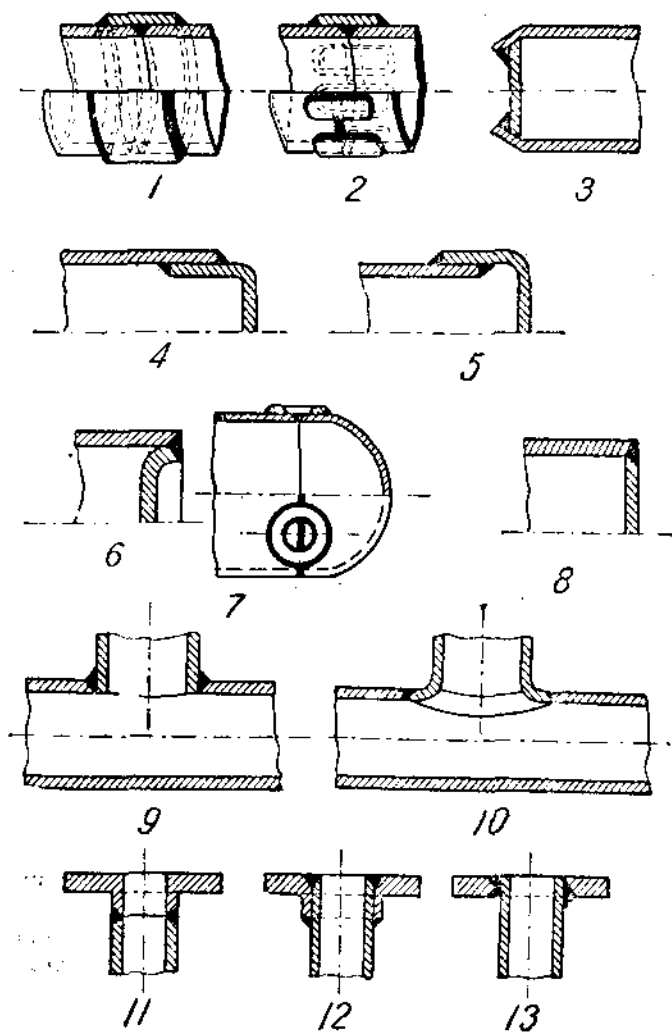


Рис. 122.

д) Для трубопроводов, подверженных внутреннему давлению в 5 атм. и менее, допускается приварка доньшка со скошенными краями, расположенными таким образом, чтобы внешняя поверхность его была в одной плоскости с обрезанными краями трубы (фиг. 8).

§ 8. Приварка патрубков, отводов, ниппелей и сварка фасонных частей. а) Приварка патрубков и ниппелей допускается в трубопроводах под любым углом.

б) Вырез в трубопроводе для постановки патрубка должен производиться до начала приварки патрубка.

Приварка патрубка под прямым углом допускается следующими способами:

а) Диаметр подготавливаемого отверстия в трубопроводе делается несколько больше наружного диаметра привариваемого патрубка. Кромки обреза трубы должны иметь скосы для удобной приварки (фиг. 9).

б) Привариваемый конец патрубка отфланцовывается и приваривается к отверстию трубопровода. Кромки обреза патрубка и отверстия трубопровода перед сваркой должны быть скошены (фиг. 10).

Примечание. Приварка ниппелей диаметром меньше 30 мм допускается без скосов.

§ 9. Приварка фланцев. Допускается приварка плоских фланцев и фланцев с прилитыми патрубками на следующих условиях:

а) Приварку фланцев с прилитыми патрубками допускается производить встык на прямых участках (фиг. 11) и внахлестку (фиг. 12).

б) К стальным или железным трубопроводам допускается приварка только стальных или железных фланцев.

в) Приварка плоского фланца допускается с односторонним и двухсторонним скосом фланца, причем при одностороннем скосе раскрытие шва должно быть в сторону давления (фиг. 13, правая часть).

§ 10. Отжиг. а) После газовой сварки необходимо произвести отжиг изделия.

б) Если нельзя произвести полного отжига сваренной части, то необходимо произвести местный отжиг.

Производство местного отжига допускается при помощи газовых горелок или на древесном угле, причем нагрев должен быть доведен до температуры светлокрасного каления.

Примечание. Отжиг для труб диаметром менее 35 мм после газовой сварки не обязателен.

в) Если применяется смешанный способ сварки (газовый и электрический), то изделие должно подвергнуться отжигу, причем газовая сварка должна производиться до отжига, а электрическая — после отжига.

§ 11. Ремонт. Всякая заварка трещин, раковин и приварка заплат допускается только с разрешения инспекции Регистра СССР.

§ 12. Гидравлическое испытание. По окончании изготовления сварки новых частей трубопровода, а также отремонтированных, производится гидравлическое испытание согласно правил Регистра СССР, с обстукиванием смежных со сваркой мест ручником, весом 0,4 — 0,5 кг.

Примечание. Если после гидравлического испытания производятся значительные зачистки, например снимается наплавленное усиление шва, то трубопровод подвергается после такой зачистки повторному гидравлическому испытанию.

Зачеканка неплотных сварных мест не допускается. В случае обнаружения течи, слез, выпотин в самом шве или в смежных с ним местах, трубопровод к установке и действию не допускается. Неплотные места сварных швов должны быть вырублены и вновь проварены.

§ 13. Перечень трубопроводов, сварка которых допускается по согласию с местной инспекцией Регистра СССР.

№№ по пор.	Назначение трубопроводов	Что сваривается	Метод сварки
1	Паропроводы отработавшего пара.	а) Сварка звеньев и колен. б) Фасонных част. в) Приварка патрубков, вппелей. г) Приварка фланцев.	Газовым и электрическим способом.
2	Водопроводные трубы низкого давления (давление не выше 5 атм.), за исключением напорных магистралей охлаждения главных двигателей.	Тоже	Тоже
3	Трубопроводы отработанных газов (выхлопные, сточные, измерительные и др.).	а) Сварка звеньев и колен. б) Фасонных част. в) Приварка патрубков, вппелей. г) Приварка фланцев.	Тоже
4	Маслопроводные трубы, работающие при естественном напоре.	Тоже	Тоже
5	Нефтепроводные, погрузочно-разгрузочные и зачистные трубы:	» кроме сварки звеньев и колен.	»

§ 14. Перечень трубопроводов, сварка которых допускается с разрешения центрального органа Регистра СССР, если не имеется ранее одобренных Регистром образцов сварных конструкций.

ММ по пор.	Назначение трубопроводов	Что сваривается	Метод сварки
1	Паропроводы свежего пара.	а) Приварка фланцев. б) Сварка фасонных частей.	а) Газовая и электрическая. б) Газовая сварка.
2	Воздухопроводы с давлением свыше 10 атм.	Тоже	
3	Водопроводы с давлением свыше 5 атм.: питательные, противопожарные и др., а также напорные магистрали охлаждения главных двигателей.	а) Сварка звеньев на прямых част. б) Сварка фасонных частей. в) Приварка патрубков, nipple-лей. г) Приварка фланцев.	Газовым способом. Газовым и электрическим способом.
4	Воздухопроводы: от баллонов к вспомогательным механизмам, к свисткам и сиренам (не свыше 10 атм.) и маслопроводы, находящиеся под давлением.	Тоже, за исключением сварки звеньев.	Тоже
5	Газопроводы: углекислотные, аммиачные и другие.	»	»

Приварка фланцев по п.п. 1—5 § 14 допускается при условии их развальцовки, разбуртовки или наличия резьбового соединения.

ПРИЛОЖЕНИЕ I.

1. ПОДГОТОВКА ЧАСТЕЙ, ПОДЛЕЖАЩИХ СВАРКЕ.

На последующих страницах даны эскизы соединений, с какими сварщиками приходится иметь дело. Из объяснений к рисункам видно, в каких случаях подготовка частей правильная, в каких неудовлетворительная.

Рис. 1. Неудовлетворительный способ сварки металлических листов. В таких швах весьма легко может образоваться слой окиси.

Рис. 2. Лучше чем по рис. 1, однако подготовка листов затруднительна.

Рис. 3 и 4. Угловые соединения по рис. 3 — 4 заслуживают предпочтение перед швами внахлестку по рис. 5 и 9.

Рис. 6, 7, 8 и 10. Дальнейшие примеры соединений не требующих подготовки частей, хотя по рис. 7 нельзя получить прочной сварки.

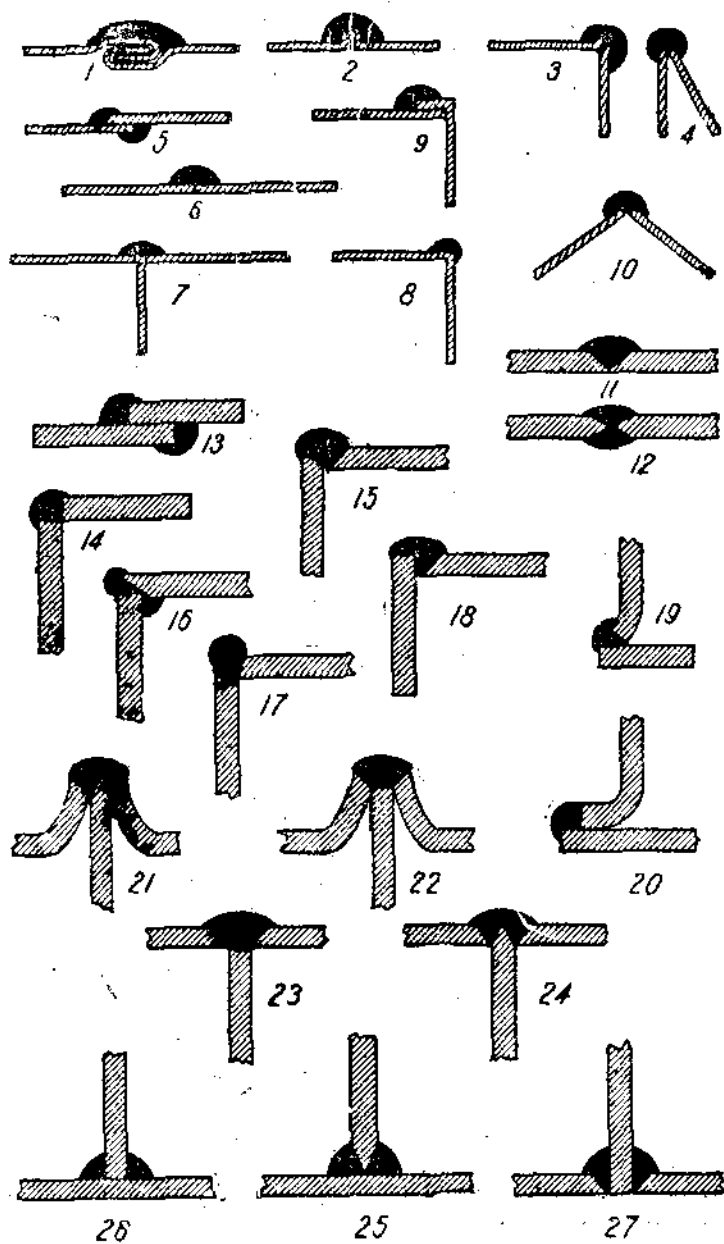
Рис. 11 и 12. Самые простые способы сварки с стык: V-образный и X-образный.

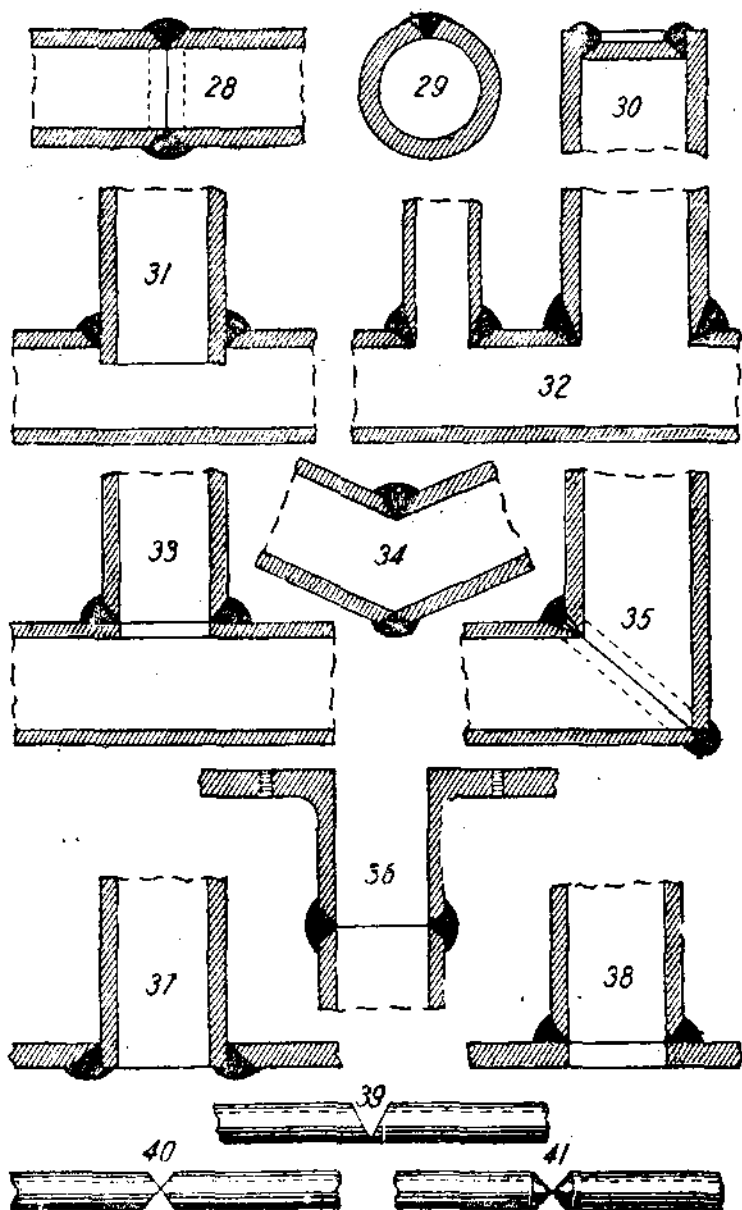
Рис. 13. Способ никогда не следует применять; этим способом нельзя достигнуть хорошей сварки.

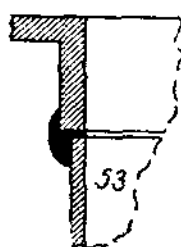
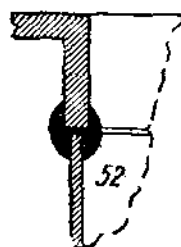
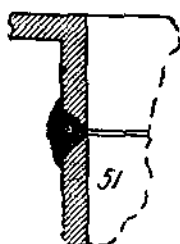
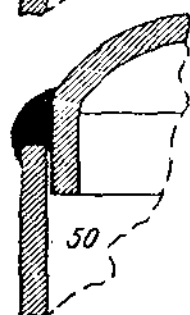
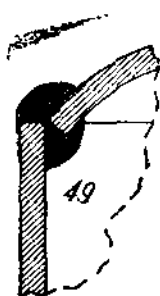
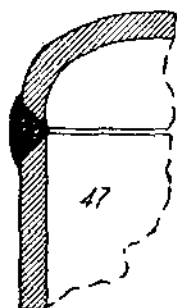
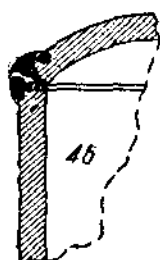
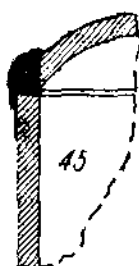
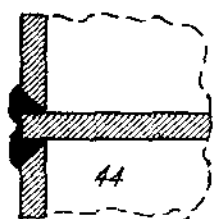
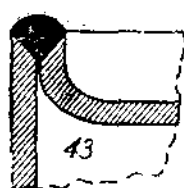
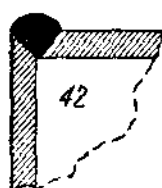
Рис. 14. При сварке толстых листов под прямым углом нужно отдать предпочтение рис. 14 перед рис. 8.

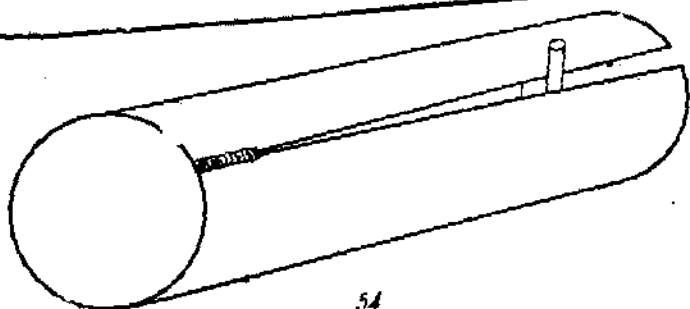
Рис. 15 и 17. Два других хороших способа соединений этого рода.

Рис. 16. Весьма неудовлетворительный способ.

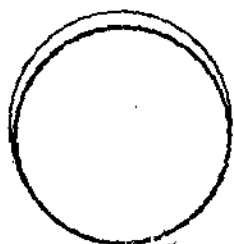




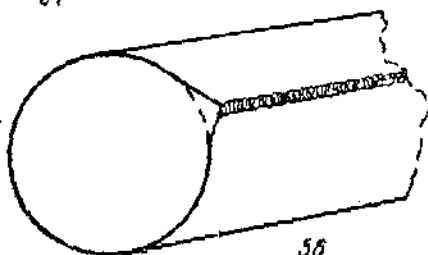




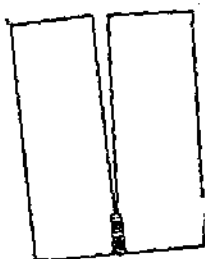
54



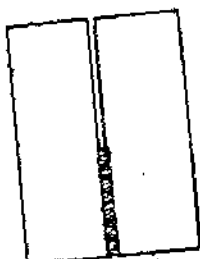
55



56



57



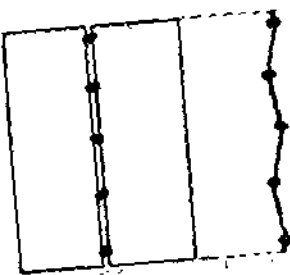
58



59



60



61



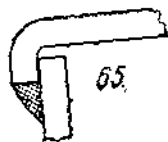
62



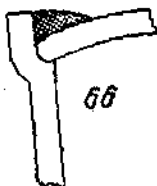
63



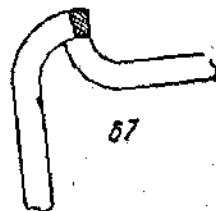
64



65



66



67

Рис. 18. Лучшее соединение, чем при любом из предыдущих четырех способов.

Рис. 19 и 20. Эти способы сварки иногда применяются, но не дают хорошей сварки.

Рис. 21. Эта подготовка дает наиболее прочное соединение трех листов.

Рис. 22, 23 и 24. Хорошие соединения, если работа исполнена тщательно; однако они требуют наплавки большого количества металла.

Рис. 26. Шов не обеспечивает непроницаемости. Эту опасность можно обойти подготовкой частей по рис. 25 и 27, однако сварку по этим способам следует поручать только очень опытным сварщикам.

Рис. 28. Скос, необходимый при сварке труб встык.

Рис. 29. Показывает, как следует делать сварку продольных швов труб.

Рис. 30. Хороший способ приварки дна цилиндрических резервуаров.

Рис. 31, 32 и 33. Сварка труб под прямым углом.

Рис. 34 и 35. Два других способа угловых соединений в трубопроводах.

Рис. 36. Применение специального фланца для сварки труб.

Рис. 37 и рис. 38. Два способа укрепления фланцев на концах труб. Способ по рис. 37 может дать хорошую сварку, но выполнение сварки труднее, чем по рис. 38.

Рис. 39. Скос небольших круглых стержней.

Рис. 40. Скос более крупных стержней.

Рис. 41. Когда приходится сваривать стержни встык, то никогда не следует обтачивать их в точку, как показано на этом рисунке.

Рис. 42. Приварку дна к цилиндрическому резервуару можно делать по этому способу, если не требуется особая прочность.

Рис. 43. Хороший способ приварки днищ в газовых баллонах.

Рис. 44. Хороший прочный способ сварки перегородок.

Рис. 45 и 46. Неудовлетворительные способы приварки дна цилиндров.

Рис. 47. Удовлетворительный способ.

Рис. 48, 49 и 50. Три наиболее желательных способа.

Рис. 51. Изображение сварки встык частей одинаковой толщины.

Рис. 52. Если приходится сваривать встык части неодинаковой толщины, то не рекомендуется применять этот способ.

Рис. 53. Способ дает экономию наплавляемого материала и лучший стык, если только сварщик осторожно обращается с горелкой, так чтобы более тонкая часть не перегревалась и обе части расплавлялись одновременно.

Рис. 54. Применение клина при сварке цилиндров чтобы кромки оставались надлежаще разведенными.

Рис. 56. Если листы соединены прерывистой сваркой до начала сварки швов, то произойдет деформация цилиндров.

Рис. 55. Показана деформация, которая легко происходит при приварке доннышка к цилиндру.

Рис. 57, 58 и 59. Показано, что происходит при сварке встык листов с параллельными в начале работы кромками. Листы сначала слегка расходятся, затем стягиваются и наконец перекрываются. Этого можно избежать, если развести листы, как показано на рис. 60, или соединить их прерывистой сваркой (прихватками) по рис. 61.

Из показанных на предыдущих страницах подготовок свариваемых частей наиболее применяются при постройке резервуаров 6, 11, 12, 14, 15, 20, 43, 47, 50, 64, 65, 66, и 67.

2. СВАРОЧНЫЕ СОЕДИНЕНИЯ ЛИСТОВОГО И УГЛОВОГО ЖЕЛЕЗА.

вертикальная сварка листов наружной обшивки

непрерывный шов в стык

легкий непрерывный шов

горизонтальная сварка листов наружной обшивки

пальцевидный шов, наружная сторона

шов, внутренняя сторона

соединение главного шпангоута с корпусом

лист наружной обшивки

приборка длиной 75 мм

шаг 150 мм

фланговый лист

соединение нижнего края

главного шпангоута

внутренняя обшивка 63 мм

шпангоут

фланговый лист

корпус

сборочный узел шов балки

у краев угловника

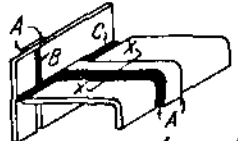
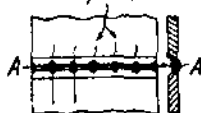
шпангоут

фланговый лист

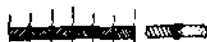
корпус

вспомогательные заваренные отверстия $\phi 16$ мм

линии разрезки



сечение X-X



один слой

(сеч. А-А)

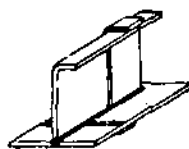
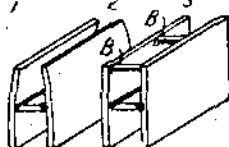
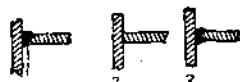
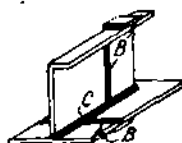


два слоя

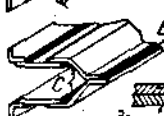
(сеч. А-А)

обратно-ступенчатый

способ сварки



сечение носа



деталь шва

без при-

менения подкладки

сеч. X-X

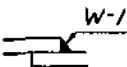
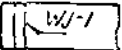
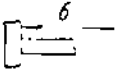
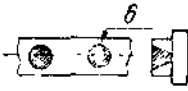
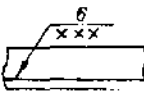
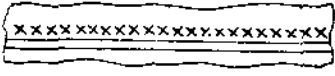
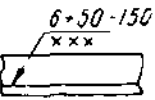
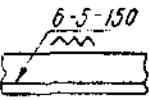
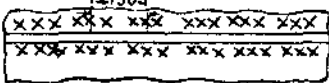
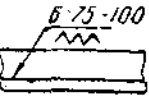
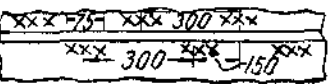
сеч. Y-Y

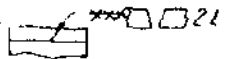
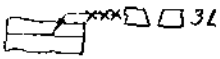
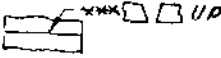
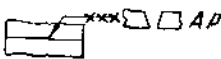
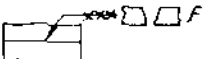
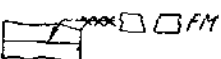
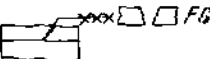
сеч. Z-Z

сеч. W-W

3. СОКРАЩЕНИЯ И СИМВОЛИЧЕСКИЕ ОБОЗНАЧЕНИЯ, ПРЕДЛОЖЕННЫЕ АМЕРИКАНСКИМ СВАРОЧНЫМ ОБЩЕСТВОМ.

А. СОКРАЩЕНИЯ.

Наименование	Сокращения	Символические обозначения	Примечания и описания
Сварка	W		
Сварочное соединение	WJ		Применять тогда, когда соединение показано увеличенным масштабе, таким образом: 
Наплавка	B		Наплавка в 6 мм высоты и 12 мм ширины 
Усиленная сварка	R		Усиленный шов в 6 мм
Пробочная сварка	P		Нижний диаметр отверстия 12 мм. Стандартная зенковка
Непрерывная сварка	C(1)		
Прерывистая сварка	INT(2)		
Цепная прерывистая сварка	CH(3)		
Шагматная прерывистая сварка	S		

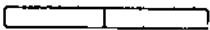
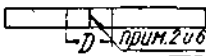
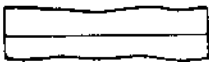
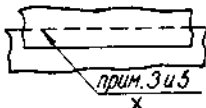
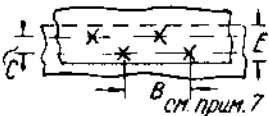
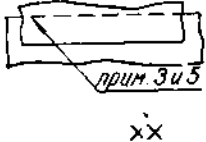
Наименование	Сокращения	Символические обозначения	Примечания и описания
Два слоя	2L		 Обычно представляется на усмотрение мастерской. Применяется лишь тогда, когда несколько слоев необходимо для ослабления напряжений или для достижения плотности
Три слоя	3L		 Обычно представляется на усмотрение мастерской. Применяется лишь тогда, когда несколько слоев необходимо для ослабления напряжений или для достижения плотности
Проковать под слоями	UP		Применять лишь тогда когда это необходимо для ослабления напряжений или для достижения плотности
Проковать все слои	AP		Применять лишь тогда когда это необходимо для ослабления напряжений или для достижения плотности
Обработанная сварка	F		Применять лишь тогда когда поверхность сварки должна быть гладкой. Способ обработки предоставляется усмотрению мастерской
Машинная обработка марки	FM		Применять лишь тогда, когда поверхность сварки должна быть гладкой и способ обработки имеет значение
Обработка сварки шлифовкой	FG		Применять лишь тогда, когда имеет значение внешний вид, ослабление напряжений или плотность.
Обработка сварки проковкой	FP		Применять лишь тогда, когда имеет значение внешний вид, ослабление напряжений или плотность.

Примечания: 1. Обычно не применяется, так как всегда предполагается непрерывная сварка, если нет других указаний

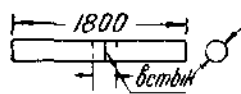
2. Обычно не применяется, так как символ ясен сам по себе.

3. Обычно не применяется, так как подразумевается «ценная» прерывистая двухсторонняя сварка, если не указана «шахматная».

В. СИМВОЛЫ ДЛЯ ОБОЗНАЧЕНИЯ СВАРКИ МЕТОДОМ СОПРОТИВЛЕНИЯ.

Процесс и символ		Деталь соединения	Применение символов
Стыковая сварка —	Оплавлением или осадкой		
			
Шовная сварка =	Встык Внахлестку С накладкой		
Точечная сварка	Однорядная ×		
	Двурядная ××		
	Шахматная × × ×		
	Сплошная ×××××		

Оплавлением

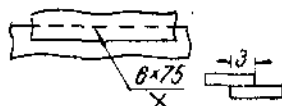


Сварка встык оплавлением. Общая длина перед сваркой 1800 мм. Припуск 25 мм на оплавление и опрессовывание.

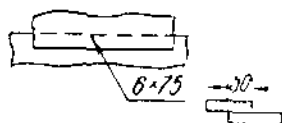
Внахлестку



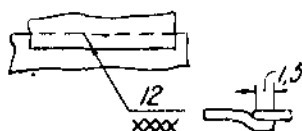
Сварка швом внахлестку. Перекрытие кромок листов 3 мм.



Однорядная точечная сварка. Перекрытие кромок листов 3 мм. Диаметр точек 6 мм, расстояние между центрами точек 75 мм.



Двухрядная точечная сварка. Перекрытие кромок листов 50 мм. Диаметр точек 6 мм, расстояние между центрами точек 75 мм, между рядами 25 мм.



Сильная точечная сварка. Диаметр точек 12 мм. Край листа изогнут, перекрытие 1,5 мм.

Примечания: 1. Здесь приведены лишь главные способы сварки сопротивлением. Для других способов следует применять соответствующие обозначения и эскизы.

2. Указать способ сварки, если он виден из чертежа.

3. Указать диаметр точки *A* расстояния *B* и *C*. При выполнении сварки выдерживать точно диаметр и расстояние между точками невозможно, поэтому такое указание должно быть приблизительным.

4. Указать приблизительно диаметр точек.

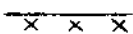
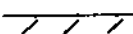
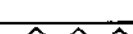
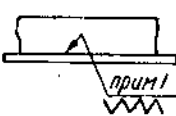
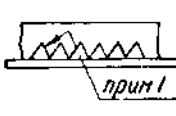
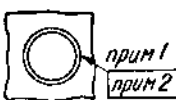
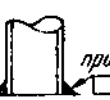
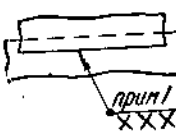
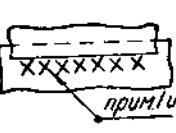
5. Сделать от руки эскиз соединения, если оно неясно из чертежа.

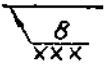
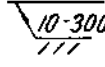
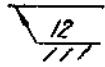
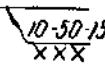
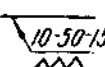
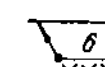
6. Указать окончательную длину плюс припуск на оплавление и опрессовывание (*D*).

7. Указать ширину перекрытия (*E*).

— — — — — Символическое обозначение сварки сопротивлением.

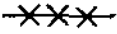
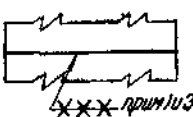
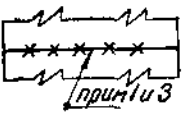
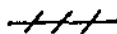
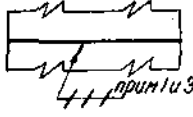
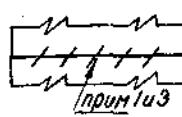
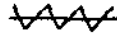
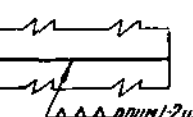
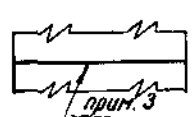
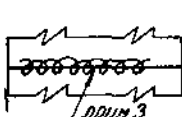
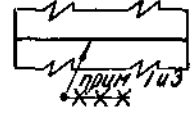
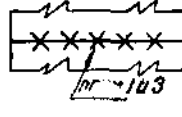
В. СИМВОЛЫ ДЛЯ ОБОЗНАЧЕНИЯ ВАЛИКОВЫХ ШВОВ.

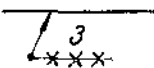
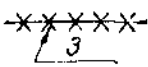
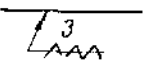
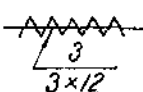
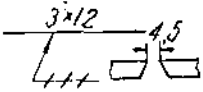
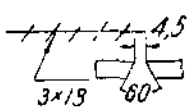
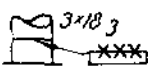
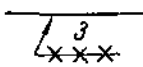
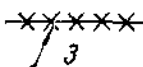
№ рис.	Символ валиковых швов	Применение символов для обозначения вида сварки сверху и вида сварки спереди в поперечном разрезе		Способ, применяемый для поперечных сечений
		Способ № 1 (применим для всех масштабов)	Способ № 2 (применим для мас- штабов в 1 1/2" и выше)	
1	 Сварка на перед- ней стороне со- единения	 прим 1	 прим 1	 прим 1
2	 Сварка на задней стороне соеди- нения	 прим 1	 прим 1	 прим 1
3	 Сварка по обеим сторонам соеди- нения	 прим 1	 прим 1	 прим 1
4	 Круговая сварка	 прим 1 прим 2	 прим 1	 прим 1
5	 Сварка, подлежа- щая выполнению на месте сборки	 прим 1	 прим 1 и 3	 прим 1

Пример	Описание
 или 	Непрерывная сварка в 5 мм на передней стороне соединения.
 или 	Непрерывная сварка в 10 мм на задней стороне соединения длиной 300 мм.
 или 	Усиленная непрерывная сварка 12 мм на задней стороне соединения.
 или 	Непрерывная сварка в 10 мм на передней стороне соединения, длина проварок 50 мм, шаг проварок 150 мм.
 или 	Шахматная сварка в 12 мм по обеим сторонам соединения, длина проварок 50 мм, шаг проварок 150 мм.
	Круговая сварка в 10 мм на передней стороне соединения.
 или 	Сварка в 6 мм на передней стороне соединения, подлежащая выполнению на месте сборки.
	Непрерывная сварка 10 мм.

Примечания: 1. Здесь указать размер и непрерывность сварки см. примеры.
2. Здесь дать символ местоположения сварки. См. примеры.

Г. СИМВОЛЫ ДЛЯ ОБОЗНАЧЕНИЯ СВАРКИ ВСТЫК.

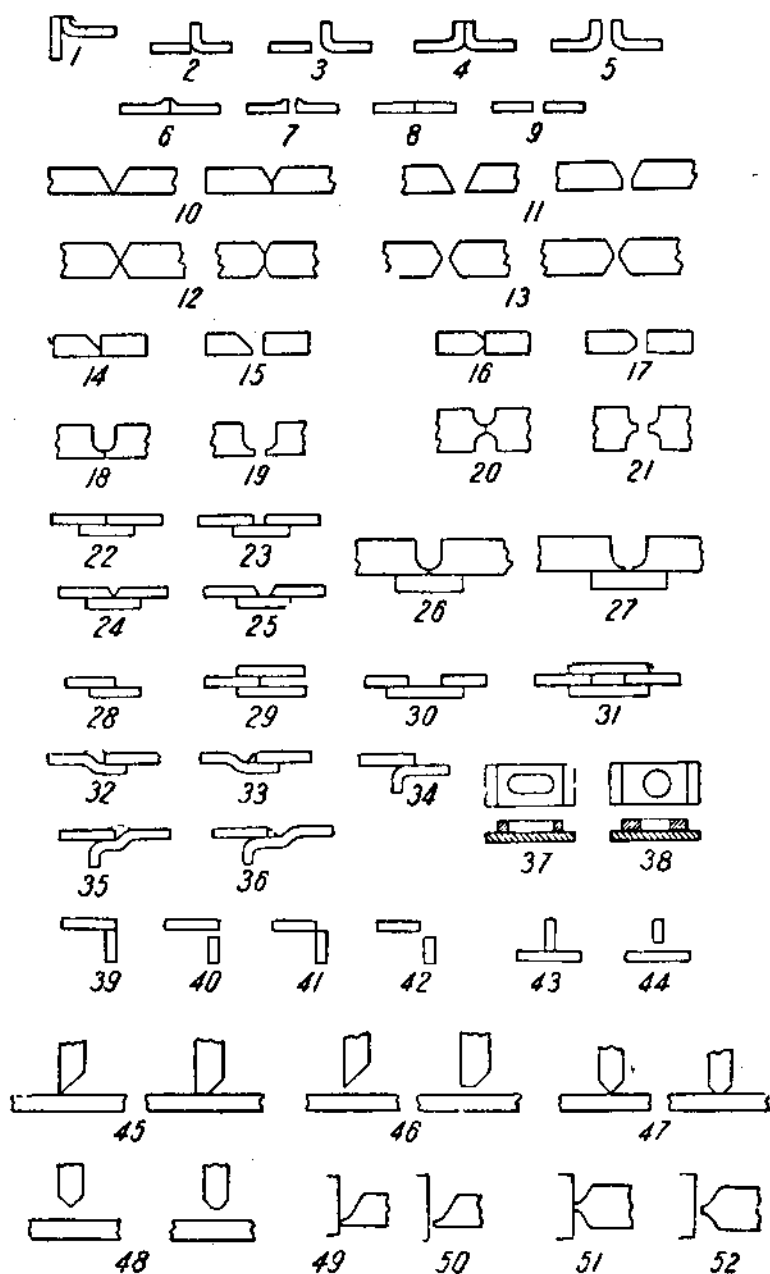
№ рис.	Символ	Применение символов для обозначения вида сварки сверху и вида спереди		Способ применения для поперечных сечений
		Способ № 1. Применяется для всех наплавов	Способ № 2. Применяется для на- плавов в 1 1/2" и выше	
1				
2				
3				
4				
5				
6				

Пример	Описание
 или 	Сварка встык с усилением высотой в 3 мм на передней стороне. Если ширина усиления имеет значение, то обозначать таким образом: 3×20 мм.
 или 	Сварка встык с усилением в 3 мм на передней стороне и усилением 8×12 мм на задней стороне.
 или 	V-образная сварка встык со скосом на задней стороне, раскрытие 60°. Зазор 5 мм, усиление 3×10 мм на задней стороне.
	Круговая сварка встык с усилением в 3 мм на передней стороне.
 или 	Сварка встык, подлежащая выполнению на месте сборки с усилением 3 мм на передней стороне.
	V-образная сварка встык с усилением в 3 мм у основания V.

Примечания: 1. Здесь указать размеры усиления: высоту или высоту и ширину.
 2. Здесь указать размеры усиления на задней стороне, если они отличаются от размеров на передней стороне.
 3. Здесь сделать от руки эскиз соединения, если подготовка кромок, зазор и место скоса не видны из чертежа. Верхняя часть эскиза соответствует передней стороне.

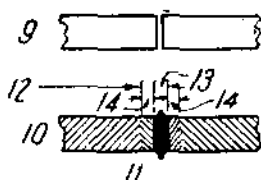
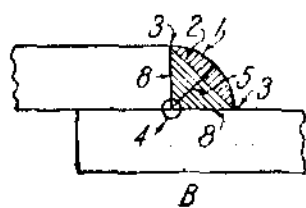
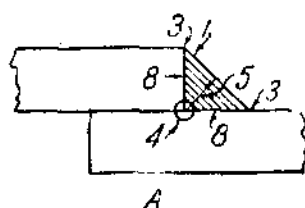
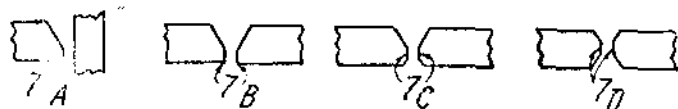
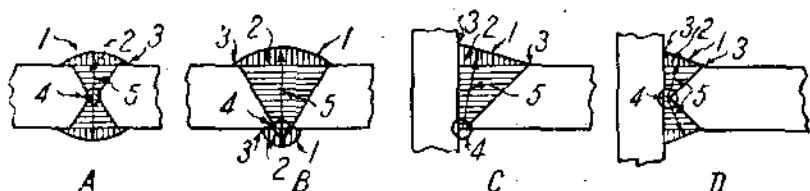
4. ФОРМЫ СВАРНЫХ СОЕДИНЕНИЙ.

Наименование	№ рис.
А. ТОРЦОВОЕ СОЕДИНЕНИЕ.	
Соединение впритык с одной фланжированной кромкой	1
В. СОЕДИНЕНИЕ ВСТЫК.	
Закрытое соединение встык с одним фланцем	2
Открытое соединение встык с одним фланцем	3
Закрытое соединение встык с двойным фланцем	4
Открытое соединение встык с двойным фланцем	5
Закрытое осаженное соединение встык	6
Открытое осаженное соединение встык	7
Закрытое соединение встык без скосов	8
Открытое соединение встык без скосов	9
Закрытое V-образное соединение встык	10
Открытое V-образное соединение встык	11
Закрытое X-образное соединение встык	12
Открытое X-образное соединение встык	13
Закрытое соединение встык с одним скосом	14
Открытое соединение встык с одним скосом	15
Закрытое соединение встык с двойным скосом	16
Открытое соединение встык с двойным скосом	17
Закрытое U-образное соединение встык	18
Открытое U-образное соединение встык	19
Закрытое двойное U-образное соединение встык	20
Открытое двойное U-образное соединение встык	21
Закрытое соединение встык без скосов с накладкой	22
Открытое соединение встык без скосов с накладкой	23
Закрытое V-образное соединение встык с накладкой	24
Открытое V-образное соединение встык с накладкой	25
Закрытое U-образное соединение встык с накладкой	26
Открытое U-образное соединение встык с накладкой	27
В. СОЕДИНЕНИЕ ВНАХЛЕСТКУ.	
Соединение одной нахлесткой	28
Соединение двумя нахлестками	29
Соединение внахлестку с одной накладкой	30
Соединение внахлестку с двумя накладками	31
Закрытое соединение внахлестку с отфланцовкой	32
Открытое соединение внахлестку с отфланцовкой	33
Фланжированное соединение внахлестку	34
Закрытое фланжированное соединение внахлестку с отфланцовкой	35
Открытое фланжированное соединение внахлестку с отфланцовкой	36
Соединение внахлестку с продолговатым отверстием или с прорезью	37
Соединение внахлестку с круглым отверстием или с электрозащелкой	38
Г. УГЛОВОЕ СОЕДИНЕНИЕ.	
Закрытое угловое соединение впритык	39
Открытое угловое соединение впритык	40
Закрытое угловое соединение	41
Открытое угловое соединение	42
Д. Т-ОБРАЗНОЕ (ТАВРОВОЕ) СОЕДИНЕНИЕ.	
Закрытое Т-образное соединение без скосов	43
Открытое Т-образное соединение без скосов	44
Закрытое Т-образное соединение с одним скосом	45
Открытое Т-образное соединение с одним скосом	46
Закрытое Т-образное соединение с двойным скосом	47
Открытое Т-образное соединение с двойным скосом	48
Закрытое Т-образное соединение с J-образным скосом	49
Открытое Т-образное соединение с J-образным скосом	50
Закрытое Т-образное соединение с двойным J-образным скосом	51
Открытое Т-образное соединение с двойным J-образным скосом	52

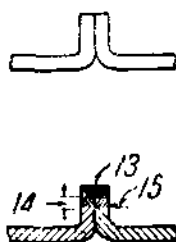


5. ТАБЛИЦА НАЗВАНИЙ ЭЛЕМЕНТОВ СВАРНОГО ШВА.

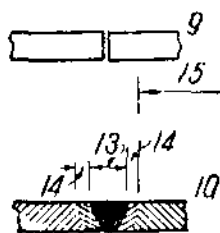
Наименование	№ рис.
Поверхность, левая сторона	1
Усиление	2
Сопражение (границы)	3
Вершина	4
Высота	5
Кромка вершины	6
Поверхность у вершины (запечник)	7
Ширина	8
До сварки	9
После сварки	10
Сварка давлением	11
Зоны, подвергавшиеся тепловому действию дуги или пламени горелки .	12
Зона плавления	13
Зона отожженного металла	14
Зона, не подвергавшаяся тепловому действию дуги или пламени горелки .	15
Зона сварочного металла	16
Зона наплавленного отожженного металла	17
Присадочный металл не применялся	18
Применялся присадочный металл	19



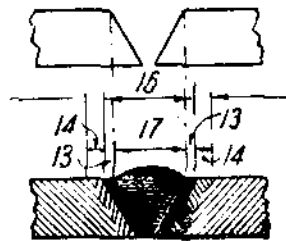
сварка сопротивлением



18



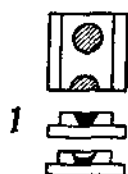
автогенная сварка



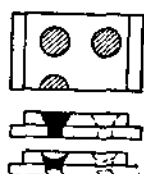
19

6. ФОРМЫ ВЫПОЛНЕННЫХ СВАРНЫХ СОЕДИНЕНИЙ.

Наименование сварных соединений.	№ рис.	Наименование сварных соединений.	№ рис.
I. Пробочное	1	Закрытое двойное V-образное встык	19
Заклепочное	2	Открытое двойное V-образное встык	20
II. Закрытое встык без скосов . . .	3	Полный или нормальный валиковый шов	21
Открытое встык без скосов . . .	4	Допускаемые отклонения в очертании поверхности нормального шва	22
Закрытое V-образное встык . . .	5	Усиленный валиковый шов . . .	23
Открытое V-образное встык . . .	6	Допускаемые отклонения в очертании поверхности усиленного шва	24
Закрытое X-образное встык . . .	7	Легкий валиковый шов	25
Открытое X-образное встык . . .	8	Легкий валиковый шов с усилением	26
Закрытое встык с одним скосом	9		
Открытое встык с одним скосом	10		
Закрытое встык с двойным скосом	11		
Открытое встык с двойным скосом	12		
Закрытое встык с J-образным скосом	13		
Открытое встык с J-образным скосом	14		
Закрытое встык с двойным J-образным скосом	15		
Открытое встык с двойным J-образным скосом	16		
Закрытое U-образное встык . . .	17		
Открытое U-образное встык . . .	18		



1



2



3



4



5



6



7



8



9



10



11



12



13



14



15



16



17



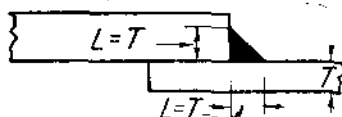
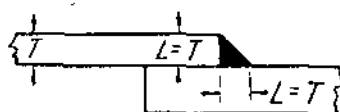
18



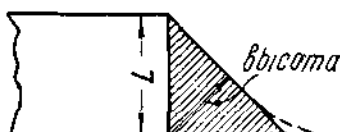
19



20

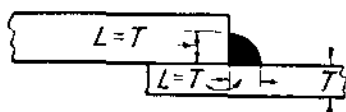
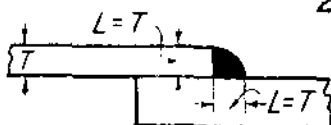


21

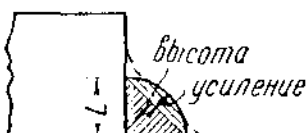


допускаемое отклонение в очертании поверхности
полного нормального шва

22

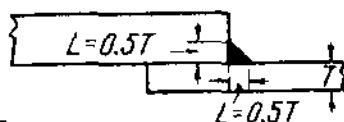
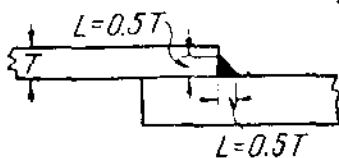


23

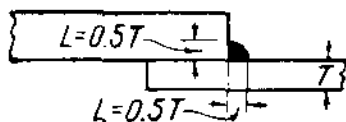
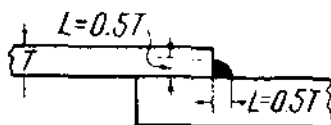


допускаемое отклонение в очертании поверхности
усиленного шва

24



25



26

СССР Совет Труда и Оборон Комитет по стандартизации	ОБЩЕСОЮЗНЫЙ СТАНДАРТ Черные прокатные металлы СОРТАМЕНТ	ГОСТ 8
---	---	--------

КРУГЛОЕ ЖЕЛЕЗО

Диаметр		Площадь попереч. сечения в мм ²	Вес погон. метра в кг	Диаметр		Площадь попереч. сечения в мм ²	Вес погон. метра в кг	Диаметр		Площадь попереч. сечения в мм ²	Вес погон. метра в кг
в мм	в дюм			в мм	в дюм			в мм	в дюм		
8	—	50	0,39	—	1	507	3,98	56	—	2 463	19,33
10	3/8	71	0,56	27	—	573	4,49	60	—	2 827	22,20
11	—	79	0,62	—	1 1/8	642	5,04	65	—	3 318	26,05
12	—	95	0,75	30	—	707	5,55	70	—	3 848	30,21
—	1 1/2	118	0,89	—	1 1/4	792	6,22	75	—	4 418	34,68
14	—	127	1,00	33	—	855	6,71	80	—	5 027	39,46
15	—	154	1,21	36	—	1 018	7,99	85	—	5 675	44,54
16	—	177	1,39	—	1 1/2	1 040	8,95	90	—	6 362	49,94
17	—	201	1,58	39	—	1 195	9,36	95	—	7 088	55,64
18	—	227	1,78	—	1 3/8	1 337	10,50	100	—	7 854	61,65
19	—	254	2,00	42	—	1 385	10,88	110	—	9 503	74,60
20	—	284	2,23	45	—	1 590	12,48	120	—	11 310	88,78
21	—	314	2,46	48	—	1 810	14,21	130	—	13 273	104,19
22	—	316	2,72	—	2	2 027	15,91	140	—	15 394	120,84
24	—	380	2,93	52	—	2 114	16,67	150	—	17 672	138,72
—	—	452	3,55	—	—	—	—	—	—	—	—

ДОПУСКИ

А. В диаметре:

I. Для железа обычной точности прокатки:

а) В разных сечениях стержня:

1. Для диаметров от 8 до 20 мм включительно $\pm 0,5$ мм
2. » » » свыше 20 мм $\pm 3\%$

б) В одном сечении (овальность):

1. Для диаметров от 8 до 20 мм включительно 0,5 мм
2. » » » свыше 20 мм 3%

II. Для железа повышенной точности прокатки:

а) В разных сечениях стержня:

1. Для диаметров от 8 до 30 мм включительно $\pm 0,3$ мм
2. » » » свыше 30 до 52 мм $\pm 0,5$ мм

б) В одном сечении (овальность):

1. Для диаметров от 8 до 30 мм включительно 0,3 мм
2. » » » свыше 30 до 52 мм 0,5 мм

Б. В длине (для I и II):

1. До 4 м включительно + 30 мм
2. » свыше 4 м + 100 мм

Примечание: Впредь до перехода на метрическую резьбу, для изготовления черных болтов дюймовой резьбы допускается в практике также круглое железо, размеры которого приведены в таблице в дюймах.

Утвержден 16 июля 1926 г. Комитетом по стандартизации при Совете Труда и Оборон как обязательный с 1 октября 1928 года.

СССР Совет Труда и Обороны — Комитет по стандартизации	ОБЩЕСОЮЗНЫЙ СТАНДАРТ Черные прокатные металлы СОРТАМЕНТ	ОСТ 9
---	---	-------

КВАДРАТНОЕ ЖЕЛЕЗО

Размер сторон квадрата в мм	Площадь поперечного сечения в мм ²	Вес одного погонного метра в кг
8	64	0,50
10	100	0,79
12	144	1,13
14	196	1,54
16	256	2,01
18	324	2,54
20	400	3,14
22	484	3,80
25	625	4,91
28	784	6,15
30	900	7,07
32	1 024	8,04
36	1 225	9,62
38	1 444	11,34
40	1 600	12,56
45	2 025	15,80
50	2 500	19,63
55	3 025	23,75
60	3 600	28,26

Утвержден Комитетом по стандартизации при Совете Труда и Обороны
16 июля 1928 г. как обязательный с 1 октября 1928 г.

СССР Совет Труда и Оборона Комитет по стандартизации	ОБЩЕСОЮЗНЫЙ СТАНДАРТ Черные прокатные металлы СОРТАМЕНТ	ОСТ 10
--	---	--------

ПРОВОЛОКА КАТАНАЯ ¹

Круглая			Квадратная		
Диаметр в мм	Площадь поперечного сечения в мм ²	Вес погонного метра в кг	Сторона квадрата в мм	Площадь поперечного сечения в мм ²	Вес погонного метра в кг
5,0	19,63	0,1541	6,0	36	0,288
5,5	23,76	0,1865	7,0	49	0,385
6,0	28,27	0,222	8,0	64	0,502
6,5	33,18	0,260	9,0	81	0,636
7,0	38,48	0,302	10,0	100	0,785
7,5	44,18	0,347	—	—	—
8,0	50,27	0,395	—	—	—
9,0	63,62	0,499	—	—	—
10,0	78,54	0,617	—	—	—
12,0	113,10	0,888	—	—	—
14,0	153,94	1,208	—	—	—

¹ Определение: Катаная проволока круглого или квадратного сечения изготавливается в кругах или мотках.

Утвержден Комитетом по стандартизации при Совете Труда и Оборона
 16 июля 1926 г. как обязательный с 1 октября 1928 г.

СССР Совет Труда и Оборонь Комитет по стандартизации	ОБЩЕСОЮЗНЫЙ СТАНДАРТ Черные прокатные металлы СОРТАМЕНТ	ОСТ 11
--	---	--------

ШИННОЕ ЖЕЛЕЗО ¹

Ширина в мм	Толщина в мм			
40	5	6	8	10
45	5	6	8	10
50	5	6	8	10
55	5	6	8	10
60	5	6	8	10
65	5	6	8	10

¹ Определение: Шинным железом называется железо прямоугольного сечения с закругленными краями, сматываемое в мотки.

Утвержден Комитетом по стандартизации при Совете Труда и Оборонь
 16 июля 1926 г. как обязательный с 1 октября 1928 г.

СССР Совет Труда и Обороны Комитет по стандартизации	ОБЩЕСОЮЗНЫЙ СТАНДАРТ Черные прокатные металлы СОРТАМЕНТ	ОСТ 12
--	---	--------

ОБРУЧНОЕ ЖЕЛЕЗО¹

Ширина в мм	мм метрического калибра									
	35	30	25	22	19	17	15	13	11	9
	Толщина в мм									
12	3,5	3,0	2,5	2,2	1,9	1,7	1,5	1,3	1,1	0,9
16	3,5	3,0	2,5	2,2	1,9	1,7	1,5	1,3	1,1	0,9
20	3,5	3,0	2,5	2,2	1,9	1,7	1,5	1,3	1,1	0,9
22	3,5	3,0	2,5	2,2	1,9	1,7	1,5	1,3	1,1	0,9
25	3,5	3,0	2,5	2,2	1,9	1,7	1,5	1,3	1,1	0,9
30	3,5	3,0	2,5	2,2	1,9	1,7	1,5	1,3	1,1	0,9
35	3,5	3,0	2,5	2,2	1,9	1,7	1,5	1,3	1,1	0,9
40	3,5	3,0	2,5	2,2	1,9	1,7	1,5	1,3	1,1	—
45	3,5	3,0	2,5	2,2	1,9	1,7	1,5	1,3	1,1	—
50	3,5	3,0	2,5	2,2	1,9	1,7	1,5	1,3	1,1	—
55	3,5	3,0	2,5	2,2	1,9	1,7	1,5	1,3	1,1	—
60	3,5	3,0	2,5	2,2	1,9	1,7	1,5	1,3	1,1	—
65	3,5	3,0	2,5	2,2	1,9	1,7	1,5	1,3	1,1	—
70	3,5	3,0	2,5	2,2	1,9	1,7	1,5	1,3	1,1	—
75	3,5	3,0	2,5	2,2	1,9	1,7	1,5	1,3	1,1	—
80	3,5	3,0	2,5	2,2	1,9	1,7	1,5	—	—	—
90	3,5	3,0	2,5	2,2	1,9	1,7	1,5	—	—	—
100	3,5	3,0	2,5	2,2	1,9	1,7	1,5	—	—	—

¹ Определение. Обручным железом называется железо прямоугольного сечения с острыми краями, толщиной не выше 3,5 мм, смотываемое в моток.

Утвержден Комитетом по стандартизации при Совете Труда и Обороны 16 июля 1926 г. как обязательный с 1 октября 1928 г.

ПРОДОЛЖЕНИЕ.

СССР Совет Труда и Обороны Комитет по стандартизации	ОБЩЕСОЮЗНЫЙ СТАНДАРТ Черные прокатные металлы СОРТАМЕНТ										ОСТ 12
Вес погонного метра оброчного железа в килограммах											
Ширина в мм	мм метрического калибра										
	33	30	25	22	19	17	15	13	11	9	
	Толщина в мм										
	3,5	3,0	2,5	2,2	1,9	1,7	1,5	1,3	1,1	0,9	
12	0,330	0,283	0,236	0,207	0,179	0,160	0,141	0,123	0,104	0,085	
16	0,440	0,377	0,314	0,276	0,239	0,214	0,188	0,163	0,138	0,113	
20	0,550	0,471	0,393	0,345	0,298	0,267	0,236	0,204	0,173	0,141	
22	0,604	0,518	0,432	0,380	0,328	0,294	0,259	0,225	0,190	0,155	
25	0,687	0,589	0,491	0,432	0,373	0,334	0,294	0,255	0,216	0,177	
30	0,824	0,707	0,589	0,518	0,447	0,400	0,353	0,306	0,259	0,212	
35	0,962	0,824	0,687	0,604	0,522	0,467	0,412	0,357	0,302	0,247	
40	1,099	0,942	0,785	0,691	0,587	0,534	0,471	0,408	0,345	—	
45	1,236	1,060	0,883	0,777	0,671	0,601	0,530	0,459	0,389	—	
50	1,374	1,178	0,981	0,864	0,746	0,667	0,589	0,500	0,432	—	
55	1,511	1,295	1,080	0,950	0,820	0,734	0,648	0,561	0,475	—	
60	1,649	1,413	1,178	1,036	0,895	0,801	0,707	0,612	0,518	—	
65	1,786	1,531	1,276	1,123	0,970	0,867	0,766	0,663	0,561	—	
70	1,923	1,649	1,374	1,209	1,044	0,934	0,824	0,714	0,604	—	
75	2,061	1,766	1,472	1,295	1,119	1,001	0,883	—	—	—	
80	2,193	1,884	1,570	1,382	1,193	1,068	0,942	—	—	—	
90	2,473	2,120	1,796	1,554	1,342	1,201	1,060	—	—	—	
100	2,748	2,355	1,963	1,727	1,492	1,335	1,178	—	—	—	
Утвержден Комитетом по стандартизации при Совете Труда и Оборон 16 июля 1926 г. как обязательный с 1 октября 1928 г.											

СССР Совет Труда и Оборонь Комитет по стандартизации	ОБЩЕСОЮЗНЫЙ СТАНДАРТ Черные прокатные металлы СОРТАМЕНТ	ОСТ 13
--	---	--------

ПОЛОСОВОЕ ЖЕЛЕЗО¹

Ширина в мм	Т о л щ и н а в мм														
12	4	5	6												
14	4	5	6	7											
16	4	5	6	7	8										
18	4	5	6	7	8										
20	4	5	6	7	8	10									
22	4	5	6	7	8	10	12								
25	4	5	6	7	8	10	12	14	16						
30	4	5	6	7	8	10	12	14	16						
35	4	5	6	7	8	10	12	14	16	18					
40	4	5	6	7	8	10	12	14	16	18	20	22	25		
45	4	5	6	7	8	10	12	14	16	18	20	22	25		
50	4	5	6	7	8	10	12	14	16	18	20	22	25	30	35
55	4	5	6	7	8	10	12	14	16	18	20	22	25	30	35
60	4	5	6	7	8	10	12	14	16	18	20	22	25	30	35
65	4	5	6	7	8	10	12	14	16	18	20	22	25	30	35
70	4	5	6	7	8	10	12	14	16	18	20	22	25	30	35 40
75	4	5	6	7	8	10	12	14	16	18	20	22	25	30	35 40
80	4	5	6	7	8	10	12	14	16	18	20	22	25	30	35 40 50
90	4	5	6	7	8	10	12	14	16	18	20	22	25	30	35 40 50
100	4	5	6	7	8	10	12	14	16	18	20	22	25	30	35 40 50 60
110	4	5	6	7	8	10	12	14	16	18	20	22	25	30	35 40 50 60
120	4	5	6	7	8	10	12	14	16	18	20	22	25	30	35 40 50
130	4	5	6	7	8	10	12	14	16	18	20	22	25	30	35 40 50
140	4	5	6	7	8	10	12	14	16	18	20	22	25	30	35 40 50
150	4	5	6	7	8	10	12	14	16	18	20	22	25	30	35 40 50
160	4	5	6	7	8	10	12	14	16	18	20	22	25	30	35 40
180	4	5	6	7	8	10	12	14	16	18	20	22	25	30	35 40
200	4	5	6	7	8	10	12	14	16	18	20	22	25	30	35 40

¹ Определение. Полосовым железом называется железо прямоугольного сечения с острыми краями, шириной от 12 мм до 200 мм, с отношением толщины к ширине не более 1:2.

Утвержден Комитетом по стандартизации при Совете Труда и Оборонь 16 июля 1926 г. как обязательный с 1 октября 1928 г.

Вес погонного метра по

Ширина в мм Толщина в мм	4	5	6	7	8	10	12	14
12	0,377	0,471	0,565					
14	0,440	0,550	0,659	0,769				
16	0,502	0,628	0,754	0,879	1,005			
18	0,565	0,707	0,848	0,989	1,180			
20	0,628	0,785	0,942	1,009	1,256	1,570		
22	0,691	0,864	1,036	1,209	1,382	1,727	2,072	
25	0,785	0,981	1,178	1,374	1,570	1,963	2,355	2,747
30	0,942	1,177	1,413	1,648	1,884	2,355	2,826	3,297
35	1,099	1,374	1,649	1,923	2,198	2,748	3,297	3,846
40	1,256	1,570	1,884	2,198	2,512	3,140	3,768	4,396
45	1,413	1,766	2,120	2,473	2,826	3,533	4,289	4,942
50	1,570	1,962	2,355	2,748	3,140	3,925	4,710	5,495
55	1,727	2,159	2,591	3,022	3,454	4,318	5,181	6,044
60	1,884	2,355	2,826	3,297	3,768	4,710	5,652	6,594
65	2,041	2,551	3,062	3,572	4,082	5,103	6,123	7,143
70	2,198	2,747	3,297	3,847	4,396	5,495	6,594	7,693
75	2,355	2,944	3,532	4,121	4,710	5,887	7,065	8,243
80	2,512	3,140	3,768	4,396	5,024	6,290	7,536	8,782
90	2,826	3,532	4,239	4,946	5,652	7,065	8,478	9,890
100	3,140	3,925	4,710	5,495	6,280	7,850	9,420	10,990
110	3,454	4,317	5,181	6,045	6,908	8,635	10,362	12,099
120	3,768	4,710	5,652	6,594	7,536	9,420	11,304	13,188
130	4,082	5,103	6,123	7,144	8,164	10,245	12,246	14,285
140	4,396	5,495	6,594	7,693	8,792	10,990	13,188	15,383
150	4,710	5,887	7,065	8,243	9,420	11,775	14,130	16,481
160	5,024	6,280	7,536	8,792	10,048	12,560	15,072	17,579
180	5,652	7,065	8,478	9,891	11,304	14,130	16,946	19,763
200	6,280	7,850	9,420	10,990	12,560	15,700	18,840	21,960

Утвержден Комитетом по стандартизации при Совете Труда и Обороны 16 июля

МЕТАЛЛЫ

Т

ОСТ 13

железа в килограммах.

18

20

22

25

30

35

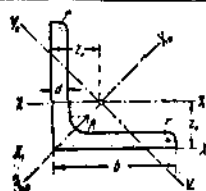
40

50

60

140									
768									
896	4,946								
024	5,852	6,280	6,908	7,850					
652	6,859	7,065	7,772	8,830					
280	7,065	7,850	8,635	9,813	11,775	13,738			
908	7,772	8,635	9,499	10,794	12,958	15,111			
536	8,478	9,420	10,362	11,775	14,180	16,485			
164	9,185	10,205	11,226	12,756	15,308	17,859			
792	9,891	10,990	12,089	13,738	16,485	19,233	21,980		
420	10,598	11,775	12,953	14,719	17,663	20,606	23,550		
048	11,304	12,560	13,816	15,700	18,840	21,980	25,120	31,400	
304	12,717	14,130	15,543	17,662	21,195	24,728	28,260	35,325	
560	14,130	15,700	17,270	19,625	23,550	27,475	31,400	39,250	47,100
816	15,543	17,270	18,997	21,588	25,905	30,223	34,540	43,175	51,810
072	16,956	18,240	20,724	23,550	28,260	32,970	37,680	47,100	
328	18,369	20,410	22,451	25,513	30,615	35,718	40,820	51,025	
584	19,782	21,980	24,178	27,475	32,970	38,465	43,960	54,950	
840	21,195	23,550	25,905	29,438	35,325	41,218	47,100	58,875	
096	22,608	25,120	27,632	31,400	37,680	43,960	50,240		
368	25,434	28,260	31,086	35,325	42,390	49,455	56,520		
620	28,260	31,400	34,540	39,250	47,100	54,950	62,800		

с г. как обязательный с 1-го октября 1928 г.



УГЛОВОЕ РАВНОБОКОЕ ЖЕЛЕЗО

мм профи- лей	Размеры в мм				Пло- щадь сечен. см ²	Вес погон. метра кг	Рас- стояние центра тяжести Z ₀ см	Моменты инерции			
	b	d	R	r				J _{x1} см ⁴	J _x см ⁴	J _{x0} см ⁴	J _{y0} см ⁴
2	20	3	3,5	1,75	1,12	0,88	0,60	0,793	0,392	0,6185	0,1651
		4			1,45	1,14	0,64	1,080	0,492	0,771	0,2124
2,5	20	3	4	2	1,43	1,12	0,72	1,535	0,798	1,262	0,3333
		4			1,86	1,46	0,76	2,084	1,012	1,597	0,4273
3	30	4	4	2	2,26	1,77	0,83	3,59	1,824	2,884	0,764
		5			2,77	2,17	0,92	4,54	2,183	3,440	0,925
3,5	35	4	5	2,5	2,67	2,10	1,00	5,64	2,954	4,68	1,227
		5			3,28	2,57	1,04	7,13	3,564	5,64	1,493
4	40	4	6	3	3,08	2,42	1,12	8,33	4,47	7,09	1,859
		5			3,79	2,97	1,16	10,54	5,43	8,59	2,263
		6			4,48	3,52	1,20	12,78	6,31	9,98	2,654
4,5	45	5	6,5	3,25	4,30	3,37	1,28	14,95	7,87	12,48	3,27
		6			5,09	4,00	1,32	18,11	9,19	14,55	3,84
		7			5,86	4,60	1,36	21,31	10,45	16,47	4,39
5	50	5	7	3,5	4,80	3,77	1,40	20,43	10,96	17,38	4,55
		6			5,69	4,47	1,44	24,74	12,85	20,34	5,35
		7			6,56	5,15	1,48	29,10	14,62	23,10	6,13
6	60	6	8	4	6,91	5,42	1,69	42,5	22,84	36,15	9,53
		7			7,98	6,26	1,73	49,9	26,05	41,30	10,82
		8			9,03	7,09	1,77	57,4	29,16	46,15	12,16
6,5	65	6	8	4	7,51	5,89	1,81	54,0	29,36	46,60	12,14
		8			9,83	7,72	1,89	72,9	37,66	59,70	15,63
		10			12,07	9,47	1,97	92,1	45,20	71,50	19,03

(См. лист 2-й)

Утвержден Комитетом по стандартизации при Совете Труда и Обороны,
16 июля 1926 г. как обязательный с 1 октября 1928 г.

СССР Совет Труда и Обороны Комитет по стандартизации	ОБЩЕСОЮЗНЫЙ СТАНДАРТ Черные прокатные металлы СОРТАМЕНТ	ОСТ 14 лист 2-й
--	---	--------------------

мм прок- лей	Размеры в мм				Пло- щадь сечения в см ²	Вес погон. метра в кг З, см	Рас- стояние центра тяжести	Моменты инерции			
	b	d	R	r				J _{x1} см ⁴	J _x см ⁴	J _{x0} см ⁴	J _{y0} см ⁴
7,5	75	8	10	5	11,47	9,00	2,13	110,9	58,9	93,3	24,40
		10			14,11	11,08	2,21	140,2	71,2	112,7	29,70
		12			16,67	13,09	2,29	170,0	82,6	130,3	34,86
8	80	8	10	5	12,27	9,63	2,25	134,6	72,5	114,6	30,40
		10			15,11	11,86	2,34	170,0	87,2	138,6	35,80
		12			17,87	14,03	2,41	205,8	102,0	160,7	43,26
9	90	10	11	5,5	17,13	13,45	2,58	241,0	127,0	201,3	52,5
		12			20,29	15,93	2,66	291,5	148,0	234,4	61,4
		14			23,37	18,35	2,74	342,6	167,8	265,4	70,3
10	100	10	12,5	6,25	19,17	15,05	2,82	328,7	176,3	280,0	72,7
		12			22,73	17,84	2,90	397,6	206,4	327,0	85,7
		14			26,21	20,57	2,98	467,0	244,5	371,0	97,6
		16			29,61	23,24	3,05	538,0	262,0	412,5	112,0
12	120	10	13	6,5	23,18	18,20	3,31	567	313,5	497,0	130,0
		12			27,54	21,62	3,40	685	367,0	584,0	150,4
		14			31,82	24,98	3,48	804	419,0	666,0	172,0
		16			36,02	28,28	3,55	924	470,0	773,0	197,3
13	130	10	13,5	6,75	25,20	19,78	3,56	721	402	640,0	163,5
		12			29,96	23,52	3,64	870	473	751,0	195,7
		14			34,64	27,19	3,72	1021	541	858,0	224,6
		16			39,24	30,80	3,80	1172	606	960,0	251,6
14	140	12	14	7	32,37	25,41	3,89	1084	596	947,0	245,0
		14			37,45	29,40	3,97	1273	683	1084,0	281,3
		16			42,45	33,32	4,05	1462	765	1215,0	315,8
15	150	12	14	7	34,77	27,29	4,14	1336	740	1177,0	302,9
		14			40,25	31,60	4,22	1565	849	1349,0	349,4
		16			45,65	35,84	4,30	1796	952	1513,0	391,7
		18			50,97	40,41	4,38	2029	1054	1674,0	433,6

ДОПУСКИ:

- В ширине полок $\pm 3\%$
- В толщине полок:
 - при ширине полок до 50 мм включит. $\pm 0,5$ мм
 - » » » свыше 50 до 100 мм $\pm 1,0$ »
 - » » » » 100 » 150 мм $\pm 1,5$ »
- В длине углового железа:
 - с нефрезерованными концами длиной до 4 м ± 50 »
 - » » » » свыше 4 м ± 100 »
 - с фрезерованными концами ± 10 »

Примечание: Изменение толщины и ширины полок должно производиться на расстоянии 700 мм от конца угольника.

Утвержден Комитетом по стандартизации при Совете Труда и Обороны
 16 июля 1926 г. как обязательный с 1 октября 1928 г.

СССР
Совет Труда и
Оборона
Комитет
по стандартизации

ОБЩЕСОЮЗНЫЙ СТАНДАРТ
Черные прокатные металлы
СОРТАМЕНТ

ОСТ 15
Лист 1-й

УГЛОВОЕ НЕРАВНОБОКОЕ ЖЕЛЕЗО

№м прокат- кой	Размеры в мм					Пло- щадь сечения см ²	Вес погон. метра г кг	Расстояние центра тяж.		Моменты инерции			
	B	b	d	R	r			x ₀ см	y ₀ см	J _{x₀} см ⁴	J _{y₀} см ⁴	J _x см ⁴	J _y см ⁴
3/2	30	20	3	3,5	1,75	1,42	1,11	0,50	0,99	2,66	0,802	1,267	0,447
			1,85			1,45	0,54	1,03	3,58	1,101	1,597	0,561	
4,5/3	45	30	4	5	2,5	2,87	2,25	0,74	1,47	11,95	3,584	5,74	2,03
			4,17			3,27	0,81	1,55	18,16	5,590	8,08	2,83	
6/4	60	40	6	7	3,5	5,60	4,47	1,01	1,99	42,6	12,84	20,06	7,07
			7,41			5,82	1,08	2,07	57,3	17,63	25,50	8,91	
7,5/5	75	50	6	8	4	7,21	5,66	1,20	2,43	84,6	24,75	42,2	14,33
			8			9,43	7,40	1,28	2,51	111,4	33,77	51,9	18,27
			10			11,57	9,08	1,36	2,59	140,2	43,20	62,5	21,84
8/4	80	40	6	8	4	6,91	5,42	0,88	2,84	100,6	12,88	44,8	7,52
			8			9,03	7,09	0,96	2,93	135,0	17,89	57,5	9,55
			10			11,07	8,69	1,04	3,01	169,7	23,30	69,1	11,36
9/6	90	60	8	9	4,5	11,45	8,99	1,48	2,95	192,0	57,60	92,1	32,65
			10			14,09	11,06	1,56	3,04	241,4	73,40	111,4	39,30
10/6,5	100	65	8	9	4,5	12,85	9,93	1,56	3,28	263,5	73,20	127,1	42,5
			10			15,59	12,24	1,64	3,37	331,0	93,00	154,3	51,2
			12			18,45	14,48	1,72	3,45	399,1	113,40	179,9	59,1

(См. лист 2-й).

Утвержден Комитетом по стандартизации при Совете Труда и Оборона
16 июля 1926 г. как обязательный с 1 октября 1928 г.

СССР Совет Труда и Обороны Комитет по стандартизации	ОБЩЕСОЮЗНЫЙ СТАНДАРТ Черные прокатные металлы СОРТАМЕНТ	ОСТ 15 Лист 2-й
--	---	--------------------

Углы профи- лей	Размеры в мм					Пло- щадь сечения см ²	Вес погон. метра кг	Расстояние центра тяж.		Моменты инерции			
	B	b	d	R	r			x ₀ см	y ₀ см	J _{x1} см ⁴	J _{y1} см ⁴	J _x см ⁴	J _y см ⁴
12/8	120	80	10	11	5,5	19,13	15,02	1,95	3,92	570,0	170,7	275,6	98,2
			12			22,69	17,81	2,03	4,00	686,0	207,5	323,0	114,3
			14			26,17	20,54	2,10	4,08	804,0	245,2	363,4	129,8
13/9	130	90	10	12	6	21,15	16,60	2,18	4,15	727,7	241,4	358,4	140,9
			12			25,11	19,71	2,26	4,24	871,1	292,9	419,7	164,7
			14			28,99	22,76	2,34	4,32	1020,2	345,5	479,2	186,8
15/10	150	100	12	13	6,5	28,74	22,56	2,42	4,89	1335,8	399,9	648,6	231,6
			14			33,22	26,08	2,50	4,97	1563,8	471,2	743,2	263,6
			16			37,62	29,53	2,57	5,05	1792,6	543,9	833,8	294,9
16/8	160	80	12	13	6,5	27,54	21,62	1,77	5,72	1620,0	208,5	719,0	122,0
			14			31,82	24,98	1,85	5,80	1896,0	247,6	823,0	138,6

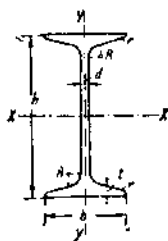
ДОПУСКИ:

- В ширине полок $\pm 3\%$.
- В толщине полок:
 при ширине больших полок до 50 мм включительно $\pm 0,5$ мм
 " " " " " свыше 50 мм до 100 мм включ. $\pm 1,0$ " "
 " " " " " " 100 мм до 160 мм " $\pm 1,5$ " "
- По длине углового железа:
 с нефрезерованными концами длиной до 4 м ± 50 "
 " " " " " " " свыше 4 м ± 100 "
 с фрезерованными концами ± 10 "

Примечание: Измерение толщины и ширины полок должно производиться на расстоянии 700 мм от конца угольника.

Утвержден Комитетом по стандартизации при Совете Труда и Обороны
 16 июля 1926 г. как обязательный с 1 октября 1928 г.

СССР Совет Труда и Оборона Комитет по стандартизации	ОБЩЕСОЮЗНЫЙ СТАНДАРТ Черные прокатные металлы СОРТАМЕНТ	ГОСТ 16
--	---	---------



ДВУТАВРОВОЕ ЖЕЛЕЗО

мм про- ек- ций	Размеры в мм						Пло- щадь сечения см ²	Вес погон. метра кг	Моменты инерции		Моменты сопротивления	
	h	b	d	t	R	r			J _x см ⁴	J _y см ⁴	W _x см ³	W _y см ³
10	100	57,0	4,5	6,3	4,5	2,7	11,08	8,659	180,4	16,1	36,1	5,65
12	120	63,4	5,1	7,1	5,1	3,1	14,34	11,257	334,4	25,2	55,7	7,95
14	140	69,8	5,7	7,9	5,7	3,4	18,08	14,193	569,0	37,7	81,3	10,80
16	160	76,2	6,3	8,8	6,3	3,8	22,26	17,474	909,0	54,3	113,6	14,26
18	180	82,6	6,9	9,6	6,9	4,1	26,87	21,093	1381,0	75,9	153,4	18,40
20	200	89,0	7,5	10,4	7,5	4,5	31,91	25,049	2014,0	103,4	201,4	23,24
22	220	95,4	8,1	11,3	8,1	4,9	37,88	29,343	2843,0	137,5	258,5	28,83
24	240	101,8	8,7	12,1	8,7	5,2	43,29	33,983	3903,0	180,0	325,0	35,36
26	260	108,2	9,3	13,0	9,3	5,6	49,63	38,960	5234,0	231,0	403,0	42,75
28	280	114,6	9,9	13,9	9,9	5,9	56,40	44,274	6878,0	293,0	491,0	51,10
30	300	121,0	10,5	14,7	10,5	6,3	63,61	49,934	8881,0	366,0	592,0	60,50
32	320	127,4	11,1	15,5	11,1	6,7	71,25	55,931	11292,0	452,0	706,0	70,90
36	360	140,2	12,3	17,2	12,3	7,4	87,82	68,939	17544,0	668,0	915,0	95,30
40	400	153,0	13,5	18,9	13,5	8,1	106,13	83,312	26087,0	934,0	1304,0	124,70
45	450	170,0	16,2	24,3	16,2	9,7	147,00	115,000	45888,0	1722,0	2040,0	203,00

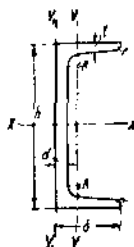
ДОПУСКИ:

- В толщине: при высоте балок до 100 мм включит. ± 0,75 мм
 » » » свыше 100 мм до 200 мм вкл. ± 1,0 »
 » » » 200 мм ± 1,5 »
- В ширине: при высоте балок до 100 мм включительно . . . - 2,0 мм и + 0,75 мм
 » » » свыше 100 мм до 200 мм вкл. - 3,5 » » + 1,0 »
 » » » 200 мм - 4,5 » » + 1,5 »
- В высоте: при балках высотой до 100 мм включительно . . . - 1,0 » » + 2,0 »
 » » » свыше 100 мм до 200 мм вкл. - 1,5 » » + 2,0 »
 » » » 200 мм - 2,0 » » + 4,0 »
- В длине: для балок с нефрезерованными концами дли-
 ною до 6,5 м + 50 мм
 для балок с нефрезерованными концами дли-
 ною свыше 6,5 м + 100 »
 для балок с фрезерованными концами свыше 6,5 м + 10 »

Примечание. Измерение ширины и толщины полок производится на рас-
 стоянии 700 мм от конца балки.

Утвержден Комитетом по стандартизации при Совете Труда и Оборона
 16 июля 1926 г. как обязательный с 1 октября 1926 г.

СССР Совет Труда и Оборонны Комитет по стандартизации	ОБЩЕСОЮЗНЫЙ СТАНДАРТ Черные прокатные металлы СОРТАМЕНТ	ОСТ 17
---	---	--------



КОРЫТНОЕ ЖЕЛЕЗО (швеллерное)

№ про- филей	Размеры в мм						Пло- щадь сечения F см ²	Вес погон. метра P кг	Рас- стояние центра тяжести Z_0 см	Моменты инерции			Моменты сопротивления	
	h	b	d	t	a	r				J_{y_1} см ⁴	J_x см ⁴	J_y см ⁴	W_x см ³	W_y см ³
5	50	38	5	7,5	7,5	3,75	7,47	5,86	1,41	24,2	27,57	9,44	11,03	3,942
6,5	65	42	5,5	8	8	4	9,62	7,55	1,43	34,8	59,9	14,98	18,43	5,42
8	80	45	6	9	9	4,5	11,85	9,30	1,53	48,4	113,9	20,9	28,5	7,02
10	100	50	6	9	9	4,5	13,92	10,93	1,60	65,6	213,2	30,16	42,65	8,86
12	120	55	6,5	9,5	9,5	4,75	17,26	13,55	1,65	92,0	371,6	44,9	61,9	11,67
14	140	60	7	10,5	10,5	5,25	20,92	16,42	1,80	132,2	624,0	64,5	89,2	15,35
16	160	65	7,5	11	11	5,5	24,92	19,56	1,86	175,6	954,0	89,0	119,2	19,20
18	180	70	8	12	12	6	29,26	22,97	2,01	239,6	1433,0	121,0	159,2	24,26
20	200	75	8,5	12,5	12,5	6,25	33,93	26,64	2,08	306,0	2018,0	159,2	202,0	29,40
22	220	80	9	13,5	13,5	6,75	38,94	30,57	2,23	402,0	2831,0	207,8	257,3	36,00
24	240	85	9,5	14	14	7	44,28	34,76	2,30	449,0	3773,0	264,0	314,4	42,60
26	260	90	10	15	15	7,5	49,95	39,21	2,45	635,0	5045,0	334,0	388,0	51,00
30	300	100	11	16,5	16,5	8,25	62,30	48,91	2,68	957,0	8361,0	510,0	57,0	69,70

ДОПУСКИ:

- В толщине: для высоты до 100 мм включительно $\pm 0,75$ мм
 » » свыше 100 до 200 мм $\pm 1,0$
 » » » 200 мм $\pm 1,5$
- В ширине: для высоты до 100 мм включительно $-2,0$ мм и $+0,75$ мм
 » » свыше 100 до 200 мм $-3,5$ » » $+1,0$ »
 » » » 200 мм $-4,5$ » » $+1,5$ »
- В высоте: для высоты до 100 мм включительно $-1,0$ » » $+2,0$ »
 » » свыше 100 до 200 мм $-1,5$ » » $+3,0$ »
 » » » 200 мм $-2,0$ » » $+4,0$ »
- В длине: с нефрезерованными концами длиной до 6,5 м $+50$ »
 » » » свыше 6,5 м $+100$ »
 с фрезерованными концами $+10$ »

Примечание. Измерение ширины и толщины полок производится на расстоянии 700 мм от концов швеллера.

Утвержден Комитетом по стандартизации при Совете Труда и Оборонны
 16 июля 1926 г. как обязательный с 1 октября 1928 года.

ШИРОКОПОЛОСНОЕ (универсальное) ЖЕЛЕЗО¹

Толщина в мм	Ширина через каждые 10 мм от до
4	200 — 380
5	200 — 380
6	200 — 400
7	200 — 600
8	200 — 780
10	200 — 780
12	200 — 780
14	200 — 780
16	200 — 780
18	200 — 780
20	200 — 780
22	200 — 780
25	200 — 780
28	200 — 780
30	200 — 780
32	200 — 780
36	200 — 450

¹ Определение. Широкополосным (универсальным) называется железо прямоугольного сечения, шириной не ниже 200 мм, прокатываемое на универсальном стане

Утвержден Комитетом по стандартизации при Совете Труда и Обороны
16 июля 1926 г. как обязательный с 1-го апреля 1927 г.

СССР
Совет Труда и
Обороны
Комитет
по стандартизации

ОБЩЕСОЮЗНЫЙ СТАНДАРТ
Черные прокатные металлы
СОРТАМЕНТ

ОСТ 19
МБИ (I. I. В):
621. 761. 21

ТОЛСТОЕ ЛИСТОВОЕ ЖЕЛЕЗО

При ширине листа	При толщине листов		
	От 3 до 7 мм	От 7 до 10 мм	От 10 мм и выше
Меньше 1200 мм	0,9 мм	0,7 мм	0,8 мм
от 1200 до 1500 мм	1,2 »	0,9 »	0,8 »
» 1500 » 1800 »	1,8 »	1,7 »	1,5 »
» 1800 » 2100 »	2,0 »	1,7 »	1,5 »
» 2100 » 2400 »	2,2 »	2,1 »	2,0 »

Утвержден Комитетом по стандартизации при Совете труда и обороны
16 июля 1926 г. как обязательный с 1 апреля 1927 г.

СССР Совет Труда и Оборон Комитет по стандартизации	ОБЩЕСОЮЗНЫЙ СТАНДАРТ Черные прокатные металлы СОРТАМЕНТ	ОСТ 19 МБИ (I. I. В) 621. 761. 21
---	---	---

ТОЛСТОЕ ЛИСТОВОЕ ЖЕЛЕЗО ¹

Толщина листов в мм	Ширина прямоугольных или диаметр круглых листов в мм		Длина листов в мм	
	Для заводов Урала до	Для заводов Юга и Центра до	Для заводов Урала до	Для заводов Юга и Центра до
4	1400	1600	2800	5500
5	1400	1600	2800	6500
6	1400	1600	2800	6500
7	1400	1600	2800	6500
8	1400	1600	2800	6500
9	1400	1600	2800	6500
10	1400	1850	2800	7500
11	1400	1850	2800	7500
12	1400	1850	2800	7500
13	1400	1850	2800	7500
14	1400	1850	2800	7500
15	1400	1850	2800	7500
16	1400	1850	2800	7500
17	1400	1850	2800	7500
18	1400	1850	2800	7500
19	1400	1850	2800	7500
20	1400	1850	2800	7500
22	1400	1850	2800	7500
24	1400	1850	2800	4600
26	—	1850	—	4600
28	—	1850	—	4600
30	—	1850	—	4800
32	—	1850	—	4800
34	—	1850	—	4800
36	—	1850	—	3700
38	—	1850	—	3700
40	—	1850	—	3700
42	—	1850	—	3700

¹ Определение. Толстым листовым железом называется железо прямоугольного сечения шириною от 700 мм и выше и толщиной от 3,5 мм и выше, прокатываемое на листовом стане.

Утвержден Комитетом по стандартизации при Совете труда и оборон
16 июля 1926 г. как обязательный с 1 апреля 1927 г.

СССР Совет Труда и Обороны Комитет по стандартизации	ОБЩЕСОЮЗНЫЙ СТАНДАРТ Черные прокатные металлы СОРТАМЕНТ	ОСТ 20
--	---	--------

ТОНКОЕ ЛИСТОВОЕ ЖЕЛЕЗО ¹

Прямоугольные листы				Круглые листы		
№	Толщина в мм	Ширина в мм до	Длина в мм до	№	Толщина в мм	Диаметр в мм до
9	0,9	900	2400	9	0,9	900
10	1,0	900	2400	10	1,0	900
12	1,2	900	2400	12	1,2	900
15	1,5	1000	2400	15	1,5	1000
20	2,0	1000	2400	20	2,0	1000
25	2,5	1000	2400	25	2,5	1000
30	3,0	1000	2400	30	3,0	1000

¹ Определение. Тонким листовым железом называется железо прямоугольного сечения шириной от 800 мм и выше и толщиной от 3 мм и ниже, прокатываемое на листовом стане.

Утвержден Комитетом по стандартизации при Совете труда и обороны 16 июля 1926 г. как обязательный с 1 апреля 1927 г.

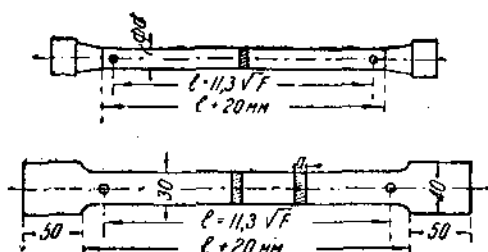
СССР Совет Труда и Обороны Комитет по стандартизации	ОБЩЕСОЮЗНЫЙ СТАНДАРТ Черные прокатные металлы СОРТАМЕНТ	ОСТ 20
--	---	--------

Вес квадратного метра листового железа в килограммах

Толщина листов в мм	Вес квадр. метра листа в кг	Толщина листов в мм	Вес квадр. метра листа в кг
0,9	7,065	14,0	109,90
1,0	7,85	15,0	117,75
1,2	9,42	16,0	125,60
1,5	11,78	17,0	133,45
2,0	15,70	18,0	141,30
2,5	19,63	19,0	149,15
3,0	23,55	20,0	157,00
4,0	31,40	22,0	172,70
5,0	39,25	24,0	188,40
6,0	47,10	26,0	204,10
7,0	54,95	28,0	219,80
8,0	62,80	30,0	235,50
9,0	70,65	32,0	251,20
10,0	78,50	34,0	266,90
11,0	86,35	36,0	282,60
12,0	94,20	38,0	298,30
13,0	102,05	40,0	314,00
		42,0	329,70

Утвержден Комитетом по стандартизации при Совете труда и обороны
16 июля 1926 г. как обязательный с 1 апреля 1927 г.

СССР Всесоюзный комитет по стандартизации при Совете Труда и Обороне	ОБЩЕСОЮЗНЫЙ СТАНДАРТ ОБРАЗЕЦ ДЛЯ ИСПЫТАНИЯ НА РАЗРЫВ СВАРНЫХ ШВОВ (сваренных электрическим или газовым путем)	ГОСТ 2406 МБИ (I. I. В. 620. 1) Металл
---	---	--



Настоящий стандарт распространяется на образцы из листовой и круглой стали, сваренные газовой и электрической сваркой встык, для испытания на разрыв сварного шва.

а) Образцы вырезаются из материала, предназначенного для изготовления изделий, в холодном состоянии без применения какой бы то ни было холодной или горячей проковки, прессовки, ударов или последующей термической обработки.

б) Размеры образцов определяются формулой

$$l = 11,3 \sqrt{F},$$

где l — расчетная длина цилиндрической части, F — расчетная площадь сечения образца.

Ширина плоского образца берется равной 30 мм.

Отклонения от указанной длины не должны превышать $\pm 0,5$ мм.

в) Сварной шов должен находиться в середине образца.

г) Сварка образца должна производиться тем же способом, той же подготовкой шва и тем же сварщиком, который производит сварку изделий.

д) Обработка кромок шва образца производится до сварки в холодном состоянии. Окончательная обработка образца производится в холодном состоянии после сварки.

Утвержден Всесоюзным комитетом по стандартизации при Совете труда и обороны 15 октября 1930 г., как обязательный с 1 декабря 1930 г.

СССР Всесоюзный комитет по стандартизации при Совете Труда и Обороны	ОБЩЕСОЮЗНЫЙ СТАНДАРТ ПРОВОЛОКА СТАЛЬНАЯ ЭЛЕКТРОДНАЯ для электродуговой сварки.	ГОСТ 2407 МВИ (Л.В.633.4) Металлы
---	---	---

А. КЛАССИФИКАЦИЯ.

- а) Проволока стальная электродная изготавливается шести разных размеров по диаметру.
 б) В зависимости от химического состава проволока стальная электродная изготавливается четырех марок: I, II, III и IV.

В. ТЕХНИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ.

- а) Проволока изготавливается диаметрами в 2, 3, 4, 5, 6 и 7 мм с допуском $\pm 5\%$.
 б) Проволока должна быть равномерно калибрована по всей длине.
 в) Поверхность проволоки должна быть ровной и гладкой, свободной от ржавчины, масла и грязи.
 г) Химический состав электродной проволоки должен быть однородный, строение плотное (без пор и раковин).
 д) Химический состав по маркам:

Марка	C %	Mn %	Si %	Fe более P %	не более S %
I	0,06 — 0,10	0,15 — 0,35	0,08	} 0,04	0,04
II	0,13 — 0,22	0,40 — 0,60	0,08		
III	0,23 — 0,35	0,40 — 0,60	0,30		
IV	0,50 — 0,75	0,50 — 0,80	0,30		

- е) Электроды, изготовленные из электродной проволоки, при испытании их вольтовой дугой при постоянном токе и без обмазки, должны плавиться спокойно без разбрызгивания и перерыва дуги.

Утвержден Всесоюзным комитетом по стандартизации при Совете Труда и Обороны 15 октября 1930 г. как опытный на 6 месяцев с 1 декабря 1930 г.

В. УПАКОВКА И МАРКИРОВКА.

а) Электродная проволока должна поставляться в кругах весом в 25—50 кг или, в зависимости от условий заказа, в прутках длиной 400 мм с допуском ± 5 мм, увязанных в пачки весом в 10 кг, уложенных по 8 пачек в деревянные ящики.

б) Круги электродной проволоки должны быть завернуты в бумагу, не пропускающую влаги, и защищены в холст.

Пачки прутков должны завертываться в такую же бумагу и паковаться в ящики соответствующих размеров.

в) Круги и ящики снабжаются металлической пластинкой, на которой выбивается название завода, номер плавки, марка электрода, диаметр проволоки, вес места и ГОСТ 2407.

г) Для маркировки проволоки устанавливаются следующие условные цвета:

1. Для марки I — белый
2. » » II — красный
3. » » III — желтый
4. » » IV — синий.

В каждом круге должны быть закрашены оба конца, каждый на длину около 0,5 м, масляной краской соответствующего цвета.

д) Электроды в прутках должны быть закрашены по одному из концов соответствующим флюсовым стеклом на длину до 15 мм.

Г. ПРАВИЛА ПРИЕМКИ.

а) Приемка производится на заводе поставщика.

б) Партии предъявляются к приемке по отдельным плавкам. Из каждой плавки отбирается для наружного осмотра и обмера 2% кругов или ящиков прутков, но не менее двух кругов или одного ящика.

В случае неудовлетворительности результатов наружного осмотра и обмера партия возвращается поставщику и может быть после пересортировки вновь предъявлена к приемке.

в) При удовлетворительности результатов осмотра и обмера из отобранных кругов или ящиков для испытания дугой по п. «е» раздела Б настоящего стандарта берется по одному образцу на каждую плавку.

г) В случае неудовлетворительности результатов испытания дугой, предъявленная партия проволоки может быть подвергнута повторным испытаниям над удвоенным количеством образцов.

В случае неудовлетворительности результатов хотя бы одного из повторных испытаний или проб партия бракуется.

д) При сдаче заказа поставщик обязан представить результаты химического испытания каждой плавки.

е) Проверка правильности химического состава проволоки или прутков производится лишь в случае требования заказчика, оговоренного в договоре на поставку.

Нормы, правила и условия этой проверки также должны быть указаны в договоре на поставку.

СПРАВОЧНЫЕ ДАННЫЕ.

Таблица 1.

Степени, корни, обратные величины, длины окружностей и площади кругов.

n	n^2	n^3	$\sqrt{n}$	$\frac{1}{\sqrt{n}}$	$1000 \cdot \frac{1}{n}$	πn	$\frac{\pi n^2}{4}$
1	1	1	1,0000	1,0000	1000,000	3,142	0,7854
2	4	8	1,4142	1,2599	500,000	6,283	3,1416
3	9	27	1,7321	1,4422	333,333	9,425	7,0686
4	16	64	2,0000	1,5874	250,000	12,566	12,5664
5	25	125	2,2361	1,7100	200,000	15,708	19,6350
6	36	216	2,4495	1,8171	166,667	18,850	28,2743
7	49	343	2,6458	1,9129	142,857	21,991	38,4845
8	64	512	2,8284	2,0000	125,000	25,133	50,2655
9	81	729	3,0000	2,0801	111,111	28,274	63,6173
10	100	1000	3,1623	2,1544	100,000	31,416	78,5398
11	121	1331	3,3166	2,2240	90,9091	34,558	95,0332
12	144	1728	3,4641	2,2894	83,3333	37,699	113,097
13	169	2197	3,6056	2,3513	76,9231	40,841	132,732
14	196	2744	3,7417	2,4107	71,4286	43,982	153,938
15	225	3375	3,8730	2,4662	66,6667	47,124	176,715
16	256	4096	4,0000	2,5198	62,5000	50,265	201,062
17	289	4913	4,1231	2,5713	58,8235	53,407	226,980
18	324	5832	4,2426	2,6207	55,5556	56,549	254,469
19	361	6859	4,3589	2,6684	52,6316	59,690	283,529
20	400	8000	4,4721	2,7144	50,0000	62,832	314,159
21	441	9261	4,5826	2,7589	47,6190	65,973	346,361
22	484	10648	4,6904	2,8020	45,4545	69,115	380,133
23	529	12167	4,7958	2,8439	43,4783	72,257	415,476
24	576	13824	4,8990	2,8845	41,6667	75,398	452,389
25	625	15625	5,0000	2,9240	40,0000	78,540	490,874
26	676	17576	5,0990	2,9625	38,4615	81,681	530,929
27	729	19683	5,1962	3,0000	37,0370	84,823	572,555
28	784	21952	5,2915	3,0366	35,7143	87,965	615,752
29	841	24389	5,3852	3,0723	34,4828	91,106	660,520
30	900	27000	5,4772	3,1072	33,3333	94,248	706,858
31	961	29791	5,5678	3,1414	32,2581	97,389	754,768
32	1024	32768	5,6569	3,1748	31,2500	100,531	804,248
33	1089	35937	5,7446	3,2075	30,3030	103,673	855,299
34	1156	39304	5,8310	3,2396	29,4118	106,814	907,920
35	1225	42875	5,9161	3,2711	28,5714	109,956	962,113
36	1296	46656	6,0000	3,3019	27,7778	113,097	1017,88
37	1369	50653	6,0828	3,3322	27,0270	116,239	1075,21
38	1444	54872	6,1644	3,3620	26,3158	119,381	1134,11
39	1521	59319	6,2450	3,3912	25,6410	122,522	1194,59
40	1600	64000	6,3246	3,4200	25,0000	125,66	1256,64
41	1681	68921	6,4031	3,4482	24,3902	128,81	1320,25
42	1764	74088	6,4807	3,4760	23,8095	131,95	1385,44
43	1849	79507	6,5574	3,5034	23,2558	135,09	1452,20
44	1936	85184	6,6332	3,5303	22,7273	138,23	1520,53
45	2025	91125	6,7082	3,5569	22,2222	141,37	1590,43
46	2116	97336	6,7823	3,5830	21,7391	144,51	1661,90
47	2209	103823	6,8557	3,6088	21,2766	147,65	1734,94
48	2304	110592	6,9282	3,6342	20,8333	150,80	1809,56
49	2401	117649	7,0000	3,6593	20,4082	153,94	1885,74
50	2500	125000	7,0711	3,6840	20,0000	157,08	1963,50

n	n^2	n^3	$\sqrt{n}$	$\sqrt[3]{n}$	$1000 \cdot \frac{1}{n}$	πn	$\frac{\pi n^2}{4}$
50	2 500	125 000	7,0711	3,6840	20,0000	157,08	1963,50
51	2 601	132 651	7,1414	3,7084	19,6078	160,22	2042,82
52	2 704	140 608	7,2111	3,7325	19,2308	163,36	2123,72
53	2 809	148 877	7,2801	3,7568	18,8679	166,50	2206,18
54	2 916	157 464	7,3485	3,7798	18,5185	169,65	2290,22
55	3 025	166 375	7,4162	3,8030	18,1818	172,79	2375,83
56	3 136	175 616	7,4833	3,8259	17,8571	175,93	2463,01
57	3 249	185 193	7,5498	3,8485	17,5439	179,07	2551,76
58	3 364	195 112	7,6158	3,8709	17,2414	182,21	2642,08
59	3 481	205 379	7,6811	3,8930	16,9492	185,35	2733,97
60	3 600	216 000	7,7460	3,9149	16,6667	188,50	2827,43
61	3 721	226 981	7,8102	3,9365	16,3934	191,64	2922,47
62	3 844	238 328	7,8740	3,9579	16,1290	194,78	3019,07
63	3 969	250 047	7,9373	3,9791	15,8730	197,92	3117,25
64	4 096	262 144	8,0000	4,0000	15,6250	201,06	3216,99
65	4 225	274 625	8,0623	4,0207	15,3846	204,20	3318,31
66	4 356	287 496	8,1240	4,0412	15,1515	207,35	3421,19
67	4 489	300 763	8,1854	4,0615	14,9254	210,49	3525,65
68	4 624	314 432	8,2462	4,0817	14,7059	213,63	3631,68
69	4 762	328 509	8,3066	4,1016	14,4928	216,77	3739,28
70	4 900	343 000	8,3666	4,1213	14,2857	219,91	3848,45
71	5 041	357 911	8,4261	4,1408	14,0845	223,05	3959,19
72	5 184	373 248	8,4853	4,1602	13,8889	226,19	4071,50
73	5 329	389 017	8,5440	4,1793	13,6986	229,34	4185,39
74	5 476	405 224	8,6023	4,1983	13,5135	232,48	4300,84
75	5 625	421 875	8,6603	4,2172	13,3333	235,62	4417,86
76	5 776	438 976	8,7178	4,2358	13,1579	238,76	4536,46
77	5 929	456 533	8,7750	4,2543	12,9870	241,90	4656,46
78	6 084	474 552	8,8318	4,2727	12,8205	245,04	4778,36
79	6 241	493 039	8,8882	4,2908	12,6582	248,19	4901,67
80	6 400	512 000	8,9443	4,3089	12,5000	251,47	5026,55
81	6 561	531 441	9,0000	4,3267	12,3457	254,77	5153,00
82	6 724	551 368	9,0554	4,3445	12,1951	257,61	5281,02
83	6 889	571 787	9,1104	4,3621	12,0482	260,75	5410,61
84	7 056	592 704	9,1652	4,3795	11,9048	263,89	5541,77
85	7 225	614 125	9,2195	4,3968	11,7647	267,04	5674,50
86	7 396	636 056	9,2736	4,4140	11,6279	270,18	5808,80
87	7 569	658 503	9,3274	4,4310	11,4943	273,32	5944,68
88	7 744	681 472	9,3808	4,4480	11,3636	276,46	6082,12
89	7 921	704 969	9,4340	4,4647	11,2360	279,60	6221,14
90	8 100	729 000	9,4868	4,4814	11,1111	282,74	6361,74
91	8 281	753 571	9,5394	4,4979	10,9890	285,88	6503,88
92	8 464	778 688	9,5917	4,5144	10,8696	289,03	6647,61
93	8 649	804 357	9,6437	4,5307	10,7527	292,17	6792,91
94	8 836	830 584	9,6954	4,5468	10,6383	295,31	6939,78
95	9 025	857 375	9,7468	4,5629	10,5263	298,45	7088,22
96	9 216	884 736	9,7980	4,5789	10,4167	301,59	7238,23
97	9 409	912 673	9,8489	4,5947	10,3093	304,73	7389,81
98	9 604	941 192	9,8995	4,6104	10,2041	307,88	7542,96
99	9 801	970 299	9,9499	4,6261	10,1010	311,02	7697,69
100	10 000	1 000 000	10,0000	4,6416	10,0000	314,16	7853,98

Таблица 2.

Натуральные значения тригонометрических функций.

Sinus								
Градусы	0'	10'	20'	30'	40'	50'	60'	
0	0,0000	0029	0058	0087	0116	0145	0175	89
1	0175	0204	0233	0262	0291	0320	0349	88
2	0349	0378	0407	0436	0465	0494	0523	87
3	0523	0552	0581	0610	0640	0669	0698	86
4	0698	0727	0756	0785	0814	0843	0872	85
5	0,0872	0901	0929	0958	0987	1016	1045	84
6	1045	1074	1103	1132	1161	1190	1219	83
7	1219	1248	1276	1305	1334	1363	1392	82
8	1392	1421	1449	1478	1507	1536	1564	81
9	1564	1593	1622	1650	1679	1708	1736	80
10	0,1736	1765	1794	1822	1851	1880	1908	79
11	1908	1937	1965	1994	2022	2051	2079	78
12	2079	2108	2136	2164	2193	2221	2250	77
13	2250	2278	2306	2334	2363	2391	2419	76
14	2419	2447	2476	2504	2532	2560	2588	75
15	0,2588	2616	2644	2672	2700	2728	2756	74
16	2756	2784	2812	2840	2868	2896	2924	73
17	2924	2952	2979	3007	3035	3062	3090	72
18	3090	3118	3145	3173	3201	3228	3256	71
19	3256	3283	3311	3338	3365	3393	3420	70
20	0,3420	3448	3475	3502	3529	3557	3584	69
21	3584	3611	3638	3665	3692	3719	3746	68
22	3746	3773	3800	3827	3854	3881	3907	67
23	3907	3934	3961	3987	4014	4041	4067	66
24	4067	4094	4120	4147	4173	4200	4226	65
25	0,4226	4253	4279	4305	4331	4358	4384	64
26	4384	4410	4436	4462	4488	4514	4540	63
27	4540	4566	4592	4617	4643	4669	4695	62
28	4695	4720	4746	4772	4797	4823	4848	61
29	4848	4874	4899	4924	4950	4975	5000	60
30	0,5000	5025	5050	5075	5100	5125	5150	59
31	5150	5175	5200	5225	5250	5275	5299	58
32	5299	5324	5348	5373	5398	5422	5446	57
33	5446	5471	5495	5519	5544	5568	5592	56
34	5592	5616	5640	5664	5688	5712	5736	55
35	0,5736	5760	5783	5807	5831	5854	5878	54
36	5878	5901	5925	5948	5972	5995	6018	53
37	6018	6041	6065	6088	6111	6134	6157	52
38	6157	6180	6202	6225	6248	6271	6293	51
39	6293	6316	6338	6461	6383	6406	6428	50
40	0,6428	6450	6472	6494	6517	6539	6561	49
41	6561	6583	6604	6626	6648	6670	6691	48
42	6691	6713	6734	6756	6777	6799	6820	47
43	6820	6841	6862	6884	6905	6926	6947	46
44	6947	6967	6988	7009	7030	7050	7071	45
45	0,7071							
	60'	50'	40'	30'	20'	10'	0'	Градусы
Cosinus								

Sinus								
Градусы	0'	10'	20'	30'	40'	50'	60'	
45	0,7071	7092	7112	7133	7153	7173	7193	44
46	7193	7214	7234	7254	7274	7294	7314	43
47	7314	7333	7353	7373	7392	7412	7431	42
48	7431	7451	7470	7490	7509	7528	7547	41
49	7547	7566	7585	7604	7623	7642	7660	40
50	0,7660	7679	7698	7716	7735	7753	7771	39
51	7771	7790	7808	7826	7844	7862	7880	38
52	7880	7898	7916	7934	7951	7969	7986	37
53	7986	8004	8021	8039	8056	8073	8090	36
54	8090	8107	8124	8141	8158	8175	8192	35
55	0,8192	8208	8225	8241	8258	8274	8290	34
56	8290	8307	8323	8339	8355	8371	8387	33
57	8387	8403	8418	8434	8450	8465	8480	32
58	8480	8496	8511	8526	8542	8557	8572	31
59	8572	8587	8601	8616	8631	8646	8660	30
60	0,8660	8675	8689	8704	8718	8732	8746	29
61	8746	8760	8774	8788	8802	8816	8829	28
62	8829	8843	8857	8870	8884	8897	8910	27
63	8910	8923	8936	8949	8962	8975	8988	26
64	8988	9001	9013	9026	9038	9051	9063	25
65	0,9063	9075	9088	9100	9112	9124	9135	24
66	9135	9147	9159	9171	9182	9194	9205	23
67	9205	9216	9228	9239	9250	9261	9272	22
68	9272	9283	9293	9304	9315	9325	9336	21
69	9336	9346	9356	9367	9377	9387	9397	20
70	0,9397	9407	9417	9426	9436	9446	9455	19
71	9455	9465	9474	9483	9492	9502	9511	18
72	9511	9520	9528	9537	9546	9555	9563	17
73	9563	9572	9580	9588	9596	9605	9613	16
74	9613	9621	9628	9636	9644	9652	9659	15
75	0,9659	9667	9674	9681	9689	9696	9703	14
76	9703	9710	9717	9724	9730	9737	9744	13
77	9744	9750	9757	9763	9769	9775	9781	12
78	9781	9787	9793	9799	9805	9811	9816	11
79	9816	9822	9827	9833	9838	9843	9848	10
80	0,9848	9853	9858	9863	9868	9872	9877	9
81	9877	9881	9886	9890	9894	9899	9903	8
82	9903	9907	9911	9914	9918	9922	9925	7
83	9925	9929	9932	9936	9939	9942	9945	6
84	9945	9948	9951	9954	9957	9959	9962	5
85	0,9962	9964	9967	9969	9971	9974	9976	4
86	9976	9978	9980	9981	9983	9985	9986	3
87	9986	9988	9989	9990	9992	9993	9994	2
88	9994	9995	9996	9997	9997	9998	9998	1
89	9998	9999	9999	*0000	*0000	*0000	*0000	0
90	1,0000							
	60'	50'	40'	30'	20'	10'	0'	Градусы
Cosinus								

Tangens								
Градусы	0'	10'	20'	30'	40'	50'	60'	
0	0,0000	0029	0058	0087	0116	0145	0175	89
1	0175	0204	0233	0262	0291	0320	0349	88
2	0349	0378	0407	0437	0466	0495	0524	87
3	0524	0553	0582	0612	0641	0670	0699	86
4	0699	0729	0758	0787	0816	0846	0875	85
5	0,0875	0904	0934	0963	0992	1022	1051	84
6	1051	1080	1110	1139	1169	1198	1228	83
7	1228	1257	1287	1317	1346	1376	1405	82
8	1405	1435	1465	1495	1524	1554	1584	81
9	1584	1614	1644	1673	1703	1733	1763	80
10	0,1763	1793	1825	1853	1883	1914	1944	79
11	1944	1974	2004	2035	2065	2095	2126	78
12	2126	2156	2186	2217	2247	2278	2309	77
13	2309	2339	2370	2401	2432	2462	2493	76
14	2493	2524	2555	2586	2617	2648	2679	75
15	0,2679	2711	2742	2773	2805	2836	2867	74
16	2867	2899	2931	2962	2994	3026	3057	73
17	3057	3089	3121	3153	3185	3217	3249	72
18	3249	3281	3314	3346	3378	3411	3443	71
19	3443	3476	3508	3541	3574	3607	3640	70
20	0,3640	3673	3706	3739	3772	3805	3839	69
21	3839	3872	3906	3939	3973	4006	4040	68
22	4040	4074	4108	4142	4176	4210	4245	67
23	4245	4279	4314	4348	4383	4417	4452	66
24	4452	4487	4522	4557	4592	4628	4663	65
25	0,4663	4699	4734	4770	4806	4841	4877	64
26	4878	4913	4950	4986	5022	5059	5095	63
27	5095	5132	5169	5206	5243	5280	5317	62
28	5317	5354	5392	5430	5467	5505	5543	61
29	5543	5581	5619	5658	5696	5735	5774	60
30	0,5774	5812	5851	5890	5930	5969	6009	59
31	6009	6048	6088	6128	6168	6208	6249	58
32	6249	6289	6330	6371	6422	6453	6494	57
33	6494	6536	6577	6619	6661	6703	6745	56
34	6745	6787	6830	6873	6916	6959	7002	55
35	0,7002	7046	7089	7133	7177	7221	7265	54
36	7265	7310	7355	7400	7445	7490	7536	53
37	7536	7581	7627	7673	7720	7766	7813	52
38	7813	7860	7907	7954	8002	8050	8098	51
39	8098	8146	8195	8243	8292	8342	8391	50
40	0,8391	8441	8491	8541	8591	8641	8693	49
41	8693	8744	8796	8847	8899	8952	9004	48
42	9004	9057	9110	9163	9217	9271	9325	47
43	9325	9380	9435	9490	9545	9601	9657	46
44	9657	9713	9770	9827	9884	9942	1,0000	45
45	1,0000							
	60'	50'	40'	30'	20'	10'	0'	Градусы
Cotangens								

Tangens								
Градусы	0'	10'	20'	30'	40'	50'	60'	
45	1,000	1,006	1,012	1,018	1,024	1,030	1,036	44
46	1,036	1,042	1,048	1,054	1,060	1,066	1,072	43
47	1,072	1,079	1,085	1,091	1,098	1,104	1,111	42
48	1,111	1,117	1,124	1,130	1,137	1,144	1,150	41
49	1,150	1,157	1,164	1,171	1,178	1,185	1,192	40
50	1,192	1,199	1,206	1,213	1,220	1,228	1,235	39
51	1,235	1,242	1,250	1,257	1,265	1,272	1,280	38
52	1,280	1,288	1,295	1,303	1,311	1,319	1,327	37
53	1,327	1,335	1,343	1,351	1,360	1,368	1,376	36
54	1,376	1,385	1,393	1,402	1,411	1,419	1,428	35
55	1,428	1,437	1,446	1,455	1,464	1,473	1,483	34
56	1,483	1,492	1,501	1,511	1,520	1,530	1,540	33
57	1,540	1,550	1,560	1,570	1,580	1,590	1,600	32
58	1,600	1,612	1,621	1,632	1,643	1,653	1,664	31
59	1,664	1,675	1,686	1,698	1,709	1,720	1,732	30
60	1,732	1,744	1,756	1,767	1,780	1,792	1,804	29
61	1,804	1,816	1,829	1,842	1,855	1,868	1,881	28
62	1,881	1,894	1,907	1,921	1,935	1,949	1,963	27
63	1,963	1,977	1,991	2,006	2,020	2,035	2,050	26
64	2,050	2,066	2,081	2,097	2,112	2,128	2,145	25
65	2,145	2,161	2,177	2,194	2,211	2,229	2,246	24
66	2,246	2,264	2,282	2,300	2,318	2,337	2,356	23
67	2,356	2,375	2,394	2,414	2,434	2,455	2,475	22
68	2,475	2,496	2,517	2,539	2,560	2,583	2,606	21
69	2,606	2,628	2,651	2,675	2,699	2,723	2,747	20
70	2,747	2,773	2,798	2,824	2,850	2,877	2,904	19
71	2,904	2,932	2,960	2,989	3,018	3,047	3,078	18
72	3,078	3,108	3,140	3,172	3,204	3,237	3,271	17
73	3,271	3,305	3,340	3,376	3,412	3,450	3,487	16
74	3,487	3,526	3,566	3,606	3,607	3,689	3,732	15
75	3,732	3,776	3,821	3,867	3,914	3,962	4,011	14
76	4,011	4,061	4,113	4,165	4,219	4,275	4,331	13
77	4,331	4,390	4,449	4,511	4,574	4,638	4,705	12
78	4,705	4,773	4,843	4,915	4,989	5,066	5,145	11
79	5,145	5,226	5,309	5,396	5,485	5,576	5,671	10
80	5,671	5,769	5,871	5,976	6,084	6,197	6,314	9
81	6,314	6,435	6,561	6,691	6,827	6,968	7,115	8
82	7,115	7,269	7,429	7,596	7,770	7,953	8,144	7
83	8,144	8,345	8,556	8,777	9,010	9,255	9,514	6
84	9,515	9,788	10,078	10,385	10,712	11,059	12,430	5
85	11,430	11,826	12,251	12,706	13,197	13,727	14,301	4
86	14,301	14,924	15,605	16,350	17,169	18,075	19,081	3
87	19,081	20,206	21,470	22,904	24,542	26,432	28,636	2
88	28,636	31,242	34,368	38,188	42,964	49,104	57,290	1
89	57,290	68,750	85,940	114,59	171,89	343,77	Infinit.	0
90	Infinit.							
	60'	50'	40'	30'	20'	10'	0'	Градусы
Cotangens								

Таблица 3.

Сравнение градусов температуры Цельсия и Фаренгейта.

Ц	Ф	Ц	Ф	Ц	Ф	Ц	Ф	Ц	Ф	Ц	Ф	
-20	-4,0	+30	+86,0	+80	+176,0	+130	+266,0	+180	+356,0	+500	+932	
-19	-2,2	31	87,8	81	177,8	131	267,8	181	357,8	550	1022	
-18	-0,4	32	89,6	82	179,6	132	269,6	182	359,5	600	1112	
-17	+1,4	33	91,4	83	181,4	133	271,4	183	361,4	650	1202	
-16	3,2	34	93,2	84	183,2	134	273,2	184	363,2	700	1292	
-15	5,0	35	95,0	85	185,0	135	275,0	185	365,0	750	1382	
-14	6,8	36	96,8	86	186,6	136	276,8	186	366,8	800	1472	
-13	8,6	37	98,6	87	188,6	137	278,6	187	368,8	850	1562	
-12	10,4	38	100,4	88	190,4	138	280,4	188	370,4	900	1652	
-11	12,2	39	102,2	89	192,2	139	282,2	189	372,2	950	1742	
-10	14,0	40	104,0	90	194,0	140	284,0	190	374,0	1000	1832	
-9	15,8	41	105,8	91	195,8	141	285,8	191	375,8	1050	1922	
-8	17,6	42	107,6	92	197,6	142	287,6	192	377,6	1100	2012	
-7	19,4	43	109,4	93	199,4	143	289,4	193	379,4	1150	2102	
-6	21,2	44	111,2	94	201,2	144	291,2	194	381,2	1200	2192	
-5	23,0	45	113,0	95	203,0	145	293,0	195	383,0	1250	2282	
-4	24,8	46	114,8	96	204,8	146	294,8	196	384,8	1300	2372	
-3	26,6	47	116,6	97	206,6	147	296,6	197	386,6	1350	2462	
-2	28,4	48	118,4	98	208,4	148	298,4	198	388,4	1400	2552	
-1	30,2	49	120,2	99	210,2	149	300,2	199	390,2	1450	2642	
0	32,0	50	122,0	100	212,0	150	302,0	200	392	1500	2732	
+	1	33,8	51	123,8	101	213,8	151	303,8	210	410	1550	2822
2	35,6	52	125,6	102	215,6	152	305,6	220	428	1600	2912	
3	37,4	53	127,4	103	217,4	153	307,4	230	446	1650	3002	
4	39,2	54	129,2	104	219,2	154	309,2	240	464	1700	3092	
5	41,0	55	131,0	105	221,0	155	311,0	250	482	1750	3182	
6	42,8	56	132,8	106	222,8	156	312,8	260	500	1800	3272	
7	44,6	57	134,6	107	224,6	157	314,6	270	518	1850	3362	
8	46,4	58	136,4	108	226,4	158	316,4	280	536	1900	3452	
9	48,2	59	138,2	109	228,2	159	318,2	290	554	1950	3542	
10	50,0	60	140,0	110	230,0	160	320,0	300	572	2000	3632	
11	51,8	61	141,8	111	231,8	161	321,8	310	590	2050	3722	
12	53,6	62	143,6	112	233,6	162	323,6	320	608	2100	3812	
13	55,4	63	145,4	113	235,4	163	325,4	330	626	2150	3902	
14	57,1	64	147,2	114	237,2	164	327,2	340	644	2200	3992	
15	59,0	65	149,0	115	239,0	165	329,0	350	662	2250	4082	
16	60,8	66	150,8	116	240,8	166	330,8	360	680	2300	4172	
17	62,6	67	152,6	117	242,6	167	332,6	370	698	2350	4262	
18	64,4	68	154,4	118	244,4	168	334,4	380	716	2400	4352	
19	66,2	69	156,2	119	246,2	169	336,2	390	734	2450	4442	
20	68,0	70	158,0	120	248,0	170	338,0	400	752	2500	4532	
21	69,8	71	159,8	121	249,8	171	339,8	410	770	2550	4622	
22	71,6	72	161,6	122	251,6	172	341,6	420	788	2600	4712	
23	73,4	73	163,4	123	253,4	173	343,4	430	806	2650	4802	
24	75,2	74	165,2	124	255,2	174	345,2	440	824	2700	4892	
25	77,0	75	167,0	125	257,0	175	347,0	450	842	2750	4982	
26	78,8	76	168,8	126	258,8	176	348,8	460	860	2800	5072	
27	80,6	77	170,6	127	260,6	177	350,6	470	878	2850	5162	
28	82,4	78	172,4	128	262,4	178	352,4	480	896	2900	5252	
29	84,2	79	174,2	129	264,2	179	354,2	490	914	2950	5342	

Таблица 4.

Линейное расширение твердых тел между 0 и t° в мм, отнесенное к 1 м длины при 0°.

	0 до -190°	0 до 100°	0 до 200°	0 до 300°	0 до 400°	0 до 500°	0 до 600°	0 до 700°
Алюминий	-3,43	2,38	4,94	7,68	10,60	13,70	16,67	—
Берлинский фарфор . . .	-0,32	0,30	0,66	1,03	1,41	1,82	2,24	2,63
Свинец	-5,12	2,92	—	—	—	—	—	—
Бронза	-2,84	1,75	3,58	5,50	7,51	9,61	—	—
Литое железо	-1,67	1,20	2,51	3,92	5,44	7,06	8,79	10,63
Литая сталь	-1,64	1,17	2,45	3,83	5,31	6,91	8,60	10,40
Золото	-2,49	1,42	—	—	—	—	—	—
Высокопрочный чугун . .	-1,59	1,04	2,21	3,49	4,90	6,44	8,09	9,87
Иенское стекло 6 III . . .	-1,12	0,81	1,67	2,60	3,59	4,63	—	—
» » 59 III	-0,82	0,59	1,20	1,83	2,47	3,12	—	—
» » 1565 III	—	0,345	0,72	1,12	1,56	2,02	—	—
Константан	-2,26	1,52	3,12	4,81	6,57	8,41	—	—
Медь	-2,66	1,65	3,38	5,18	7,07	9,04	11,09	—
Магnezия	-4,01	2,59	5,39	8,36	11,53	14,88	—	—
Чугун для маш. частей . .	-1,61	1,04	2,19	3,45	4,82	6,31	7,91	—
Латунь	-3,11	1,84	3,85	6,03	8,39	—	—	—
Никель	-1,89	—	—	4,34	5,91	7,56	9,27	11,05
Палладий	-1,93	1,19	2,42	3,70	5,02	6,38	7,79	9,24
Платина	-1,51	0,90	1,83	2,78	3,76	4,77	5,80	6,86
Платиноиридиевый сплав 80 — 20%	-1,43	0,83	1,70	2,59	3,51	4,45	5,43	6,43
Кварцевое стекло	-0,0	0,05	0,12	0,19	0,25	0,31	0,36	0,40
Сварочное железо	-1,63	1,22	2,53	3,93	5,43	7,02	8,71	10,49
Серебро	-3,21	1,97	4,00	6,08	8,23	10,43	12,69	15,14
Цинк	-1,85	1,85	—	—	—	—	—	—
Олово	-4,24	2,67	—	—	—	—	—	—

	0 до 800°	0 до 900°	0 до 1000°	0 до 1100°	0 до 1200°	0 до 1300°	0 до 1400°	0 до 1500°
Берлинский фарфор . . .	3,10	3,69	4,31	—	—	—	—	—
Никель	12,89	14,80	16,78	—	—	—	—	—
Палладий	10,74	12,27	13,86	—	—	—	—	—
Платина	7,94	9,05	10,19	—	—	—	—	—
Платиноиридиевый сплав 80 — 20%	7,47	8,53	9,62	10,73	11,88	13,05	14,26	15,49
Кварцевое стекло	0,45	0,50	0,54	—	—	—	—	—

Таблица 5.

Линейная усадка некоторых металлов.

Свинец	1 : 92	Чугун	1 : 96	Цинк (отливка) . . .	1 : 62
Бронза	1 : 63	Пушечная бронза . .	1 : 134	Олово	1 : 128
Мелкозернистое железо	1 : 72	Пудлинговая сталь . .	1 : 72	100 частей меди, 12,5 олова	1 : 134
Литая сталь	1 : 64	Полосовое железо (прокатанное)	1 : 55	Алюминий	1 : 56
Колокольный ме- талл	1 : 65	Стальное литье	1 : 50	Медь	1 : 125
		Висмут	1 : 215		

Таблица 6.

Средняя теплоемкость твердых и жидких тел между 0 и t° .

Алюминий	0,22	Олово	0,056	Кирпич	0,22
Сурьма	0,05	Зола	0,20	Спирт	0,58
Свинец	0,031	Базальт	0,20	Аммиак	1,00
Золото	0,031	Бетон	0,21	Анилин	0,49
Константан	0,098	Лед	0,50	Эфир	0,54
Медь	0,094	Гипс	0,20	Бензол	0,44
Магний	0,25	Стекло	0,20	Алорорформ	0,23
Марганец	0,12	Гранит	0,20	Уксусная кислота	0,51
Бронза	0,092	Графит	0,20	Глицерин	0,58
Никель	0,11	Дерево (дуб)	0,57	Малиновое масло	0,40
Платина	0,032	Сосна	0,65	Нафталин	0,31
Ртуть	0,033	Древесный уголь	0,20	Оливковое масло	0,40
Железо и сталь	0,115	Кокс	0,20	Керосин	0,50
Серебро	0,056	Мраморн. изв.	0,21	Серная кислота	0,33
Тантал	0,036	Песчаник	0,22	Сернистая кислота	0,32
Висмут	0,030	Шлак	0,18	Скипидар	0,42
Вольфрам	0,034	Сера	0,18	Кислород (жидкий)	0,347
Цинк	0,094	Кам. уголь	0,31	Азот (жидкий)	0,430

Таблица 7.

Средняя теплоемкость железа $C_0 t$ между 0 и t° и количество тепла $Q_0 t$ для нагревания 1 кг железа от 0 до t° .

t	$C_0 t$	$Q_0 t$	t	$C_0 t$	$Q_0 t$
300	0,126	37,7	800	0,170	136
400	0,131	52,2	900	0,170	153
500	0,137	68,3	1000	0,168	168
600	0,142	85,0	1200	0,167	200
700	0,150	111,6	1400	0,167	233

Таблица 8.

Температура плавления или затвердевания различных тел при 750 мм ртутного столба в градусах.

Углерод около	3920	Сталь	1300 — 1400
Вольфрам »	3000	Шлаки доменных печей	1300 — 1430
Тантал »	2800	Марганец	1245
Иридий »	2350	Чугун серый	1200
Радий »	2000	» белый	1130
Платина	1764	Медь	1083
Палладий	1557	Золото	1063
Берлинский фарфор	1550	Серебро	960
Железо (чистое)	1520	Эмалевые краски	960
Кобальт	1490	Металл Делюта	950
Никель	1450	Латунь около	900
Литое железо	1350 — 1450	Бронза »	900
Алюминий	658	Анилин	— 6
Сурьма	630	Скипидар	— 10
Цинк	419	Соляной раствор (насыщ.)	— 18
Свинец	327	Глицерин	— 19
Кадмий	321	Линолеин	— 20
Висмут	271	Ртуть	— 83,9
Олово	231,8	Угольная кислота (5,27)	— 56,3
Мягкий припой	135 — 210	Хлороформ	— 63
Висмутовый припой	94 — 128	Серная кислота	— 73
Каучук	125	Аммиак	— 77
Сера (ромбическая)	113	Угольная кислота	— 79
Натрий	97,5	Толуол	— 94,5
Нафталин	80	Хлор	— 101
Воск	64	Сероуглерод	— 113
Калий	63	Спирт	— 114
Парафин	54	Эфир	— 118
Стеарин	50	Бензин (уд. вес 0,75)	— 150
Фосфор	44	Азот	— 210
Бензол	5,5	Кислород	— 219
Вода	0		
Морская вода	— 2,5		

Точки замерзания						
Глицерин с водой			Спирт с водой			
°/о глицерина по весу	Удельный вес	Точка замерзания	°/о спирта по весу	Точка замерзания	°/о спирта по весу	Точка замерзания
10	1,0245	— 1,0	2,58	— 1	21,7	— 12
20	1,0498	— 2,5	5,22	— 2	23,8	— 14
30	1,0771	— 6,2	7,36	— 3	26,0	— 16
40	1,1045	— 17,2	9,58	— 4	28,0	— 18
45	1,1183	— 26,2	11,50	— 5	30,0	— 20
50	1,1320	— 32,0	13,27	— 6	33,5	— 24
60	1,1582	ниже — 35,0	16,53	— 8	37,3	— 28
—	—	—	19,09	— 10	41,2	— 32

Точки плавления различных солей для соленых ванн (при закалке)			
Фтористый барий	1000	Хлористый магний	708
Фтористый кальций	1000	Углекислый литий	695
Фтористый магний	908	Хлористый литий	600
Фтористый натрий	602	Хлористый свинец	500
Хлористый барий	860	Хлористая медь	498
Поташ	830	Хлористое серебро	481
Фтористый литий	801	Хлорная медь	434
Фтористый калий	790	Азотнокислый калий	340
Поваренная соль	770	Хлористое железо	300
Фтористый стронций	732	Азотнокислый натрий	300
Хлористый калий	730	Хлористый цинк	262
Хлористый кальций	720	Хлористый алюминий	280
Сода	714		

Таблица 9.

Скрытая теплота плавления различных тел.

Алюминий	77	Парафин	35
Бензол	30	Фосфор	5
Свинец	6	Платина	27
Кадмий	14	Ртуть	2,8
Лед	80,0	Сера	9
Железо	49	Серебро	21
Шлаки доменных печей	(50)	Висмут	13
Медь	43	Цинк	28
Нафталин	36	Олово	14

Таблица 10.

Коэффициент теплопроводности $\lambda = \frac{\text{кал}}{\text{м. час}^\circ}$.

Металлы		Сплавы	
Алюминий	175	Латунь	75 — 100
Свинец	30	Медное литье	55
Железо	40 — 50	Нйзильбер	25
Золото	265	Сплав Вуда	11,5
Медь	300 — 340	Константан	20
Никель	50	Манганин	20
Платина	60		
Серебро	360		
Цинк	95		
Олово	55		
Строительные материалы		Строительные материалы	
Дуб:		Мел	0,8
Перпендикулярно к во-		Гипс в отливке	0,32
локнам	0,18	Цемент в порошке	0,36
Параллельно к волокнам.	0,35	» затвердевший	0,9
Сосна:		Бетон	0,7 — 1,2
Перпендикулярно к во-		Бетон из шлаков домен-	
локнам	0,14	ных печей	0,2
Параллельно к волокнам.	0,30	Кирпич	0,34 — 0,45
Речной песок:		Кирпичная кладка, совер-	
0% влажности	0,28	шенно сухая	0,35 — 0,45
6,9% »	0,27	Кирпичная кладка, нор-	
Гранит	2,7 — 3,5	мально влажная	0,6 — 0,8
Гнейс	3,4	Пустотелый кирпич (в	
Базальт	1,1 — 2,4	кладке)	0,27
Мрамор	1,8 — 3,0	Кладка из неотесанного	
Песчаник	1,1 — 1,5	камня	1,3 — 2,1
Известняк	0,6 — 0,8	Штукатурка	0,5 — 0,6
		Асбест	0,19
		Асфальт (залитый)	0,6
		Линолеум	0,16
Прочие твердые тела		Прочие твердые тела	
Лед	1,5	Котельный камень	1 — 3
Стекло	0,5 — 0,8	Каучук	0,1 — 0,2
Фарфор	0,9	Целлулоид белый	0,18
Каменный уголь	0,12 — 0,15	Подожвенная кожа	0,14
Ретортный уголь	3,7	Целлулоид прессован.	0,21
Угольная пыль	0,1		

Таблица 11.

Изоляционные материалы.

Изолирующие вещества	кг в куб. м	λ кал/м час° для $t =$		
		0°	-50°	-110°
а) Изоляционные материалы для температур ниже 0°				
Асбест	{ 702 470	0,201 0,133	0,196 0,127	0,190 0,117
Вата	81	0,048	0,043	0,038
Шелк	100	0,043	0,038	0,032
б) Изолирующие вещества для низких температур (до 120°)				
Пластины и куски.				
Пластины из пробки, торфа и войлока	{ 150 300 600	0,038 0,051 0,076	0,040 0,054 0,080	— — —
	{ 500 600 700 800	0,113 0,130 0,147 0,164	0,126 0,143 0,160 0,178	— — — —
		{ 800 1200	0,20 0,35	0,21 0,36
Плотная изоляция				
Пробковая масса { Размер { 3 до 5 мм { зерен { 3 — 5 » { 1 — 2 »	45 85 45	0,031 0,038 0,027	0,032 0,042 0,029	0,035 0,046 0,031
	{ 130 150	0,034 0,039	0,036 0,042	0,038 0,045
		136	0,033	0,037
Овечья шерсть				
Торфяной порошок { сухой { норм. влажности	190 190	0,040 —	0,041 0,060	— —
	210	0,060	0,062	—
Опилки				
Солома	140	0,039	0,043	—

в) Изолирующие вещества для средних температур
(до 600°)

В готовых формах

Пластины из Кизельгура	{ 300	0,075	0,101	0,125
	{ 400	0,083	0,109	0,135
	{ 600	0,110	0,135	0,160

кг в куб. м	для t		
	100°	200°	300°

Плотная изоляция

Кизельгур с известью	{ 250 — 270	0,055	—	—
	{ 350	0,066	0,072	0,078
Кизельгурная масса для труб	{ 500	0,076	0,084	0,091
	{ 600	0,093	0,100	0,107
	{ 700	0,111	0,118	0,124
	{ 800	0,130	0,136	0,143
Волокна из шлаков	420	0,073	0,082	0,090
Волокна из стекла { бессистемно расположен. . .	410	0,064	0,086	0,108
	220	0,043	0,057	0,070
Асбест	580	0,167	0,180	0,186
Пемза	{ 300	0,075	0,085	—
	{ 600	0,150	0,170	—
Шлаки доменных печей { 30 мм	360	0,120	0,145	—
	{ 2 до 5 мм	360	0,088	0,095
	{ 30 и 2 до 5 мм смеш.	400	0,100	0,125
Коксовые шлаки до 15 мм зерна	1000	0,12	0,15	—
Угольные шлаки	700	0,12	0,15	—

Таблица 12.

Коэффициент теплопроводности для газов.

Воздух: $\lambda = 0,00167 \cdot (1 + 0,0001947) \sqrt{T} \left(1 + \frac{117}{T}\right) \frac{\text{кал}}{\text{м} \cdot \text{час}^\circ}$.

Эти значения приблизительно годятся и для кислорода, азота, дымовых газов. Эта формула дает следующие значения:

t	0°	20°	40°	60°	80°	100°	200°	300°
λ	0,0203	0,0216	0,0228	0,0240	0,0252	0,0263	0,0318	0,0460

Водяные пары: $\lambda = 0,00378 C_v \sqrt{T} \left(1 + \frac{327}{T}\right) \frac{\text{кал}}{\text{м} \cdot \text{час}^\circ}$.

C_v —теплоемкость при постоянном объеме.

t	100°	120°	140°	160°	180°	200°	220°	240°	260°	280°	300°
λ	0,0203	0,0216	0,0223	0,0235	0,0246	0,258	0,0269	0,0281	0,0292	0,0303	0,0315

Аммиак: $\lambda = 0,0185 (1 + 0,005 t) \frac{\text{кал}}{\text{м} \cdot \text{час}^\circ}$.

Угольная кислота: $\lambda = 0,0121 (1 + 0,00385 t) \frac{\text{кал}}{\text{м} \cdot \text{час}^\circ}$.

Водород: $\lambda = 0,142 (1 + 0,0029 t) \frac{\text{кал}}{\text{м} \cdot \text{час}^\circ}$.

Коэффициенты теплопроводности для жидкостей:

Вода: $\lambda = 0,4769 (1 + 0,002984 t) \frac{\text{кал}}{\text{м} \cdot \text{час}^\circ}$ между 0 и 80°.

t	0°	10°	20°	30°	40°	50°	60°	70°	80°	90°	100°
λ	0,477	0,491	0,505	0,519	0,533	0,548	0,562	0,576	0,590	0,605	0,619

Таблица 18.

Электрическое сопротивление некоторых тел.

Металлы и сплавы: сопротивление проволоки длиной 1 м и сечением 1 мм ²	Температура °C	Сопротивление в омах
Алюминий (90%)	18	$3,24 \times 10^{-3}$
Вольфрам	25	$5,0 \times 10^{-3}$
Германск. серебро (62% Cu, 16% Ni, 22% Zn) . . .	18	$16,40 \times 10^{-3}$
Железо	18	от 9 до 15×10^{-3}
Железо 1% С	18	12×10^{-3}
Золото	18	$2,42 \times 10^{-3}$
Константа (60% Cu, 40% Ni)	18	$49,0 \times 10^{-3}$
Константа	100	$49,1 \times 10^{-3}$
Латунь (70% Cu, 30% Zn)	18	от 6 до 9×10^{-3}
Манганин (84% Cu, 4% Ni, 12% Mn)	18	$42,05 \times 10^{-3}$
Манганин	100	$42,11 \times 10^{-3}$
Медь тянутая	18	$1,78 \times 10^{-3}$
Медь отожженная	18	$1,59 \times 10^{-3}$
Молибден	25	$4,1 \times 10^{-3}$
Никель (97%)	18	$11,8 \times 10^{-3}$
Нихром I	24	$100,6 \times 10^{-3}$
Нихром II	24	$110,5 \times 10^{-3}$
Олово тянутое	18	$11,3 \times 10^{-3}$
Платина	18	$11,0 \times 10^{-3}$
Ртуть	20	$96,76 \times 10^{-3}$
Свинец тянутый	18	$20,8 \times 10^{-3}$
Серебро (99,9%)	18	$1,63 \times 10^{-3}$
Сталь 1% С	18	$19,9 \times 10^{-3}$
Фосфористая бронза	18	от 5 до 10×10^{-3}
Цинк	18	$6,1 \times 10^{-3}$

Неметаллы и изоляторы: сопротивление одного см ²	Сопротивление в омах
Графит	0,003
Гуттаперча	2×10^8
Кварц	$1,2 \times 10^{14}$
Кокс	от 0,004 до 0,007
Нить угольной лампы	0,004
Парафин	3×10^{12}
Сера (70°)	4×10^{12}
Слюда	9×10^{11}
Стекло венское	2×10^{14}
» кронглас и флинтглас	9×10^{12}
» натровое	5×10^{11}
Фарфор (50°)	2×10^{12}
Эбонит	2×10^{12}

Таблица 14.

Температурный коэффициент электрического сопротивления $R_t = R_a (1 + \alpha t)$.

Материал	Температура t°	Сопротивление
Алюминий	18—100	$38 \cdot 10^{-4}$
Вольфрам	0—170	51
Германское серебро	18	$(2,3 \text{ до } 6) 10^{-4}$
Железо (чистое)	18	$62 \cdot 10^{-4}$
Константан	18	$(-0,4 \text{ до } +1,0) 10^{-4}$
Латунь	18	$10 \cdot 10^{-4}$
Манганин	20	$(0,02 \text{ до } 0,5) 10^{-4}$
Медь	18	$42,8 \cdot 10^{-4}$
Нихром I и II	—	$(0,16 \text{ до } 0,44) 10^{-4}$
Никель электролитический	0—100	$62 \cdot 10^{-4}$
» коммерческий	0—100	27
Платина	0—100	38
Ртуть	0—24	9
Свинец	18	43
Серебро	0—100	40
Сталь	18	$(\text{от } 16 \text{ до } 42) 10^{-4}$
Цинк	18—100	$37 \cdot 10^{-4}$

ПРАВИЛА ДЛЯ СОКРАЩЕННЫХ ОБОЗНАЧЕНИЙ МЕТРИЧЕСКИХ МЕР.

Выработаны Главной Палатой Мер и Весов к общеобязательному употреблению на основании п. 6 декрета от 14 сентября 1918 г.

	Русские обозначения	Латинские обозначения
1. Меры массы (веса)		
1. Тонна (метрическая) = одной тысяче килограммов	т	t
2. Килограмм	кг	kg
3. Грамм (= одной тысячной килограмма)	г	g
4. Миллиграмм (= одной миллионной килограмма)	мг	mg
2. Меры линейные		
5. Километр (= одной тысяче метров)	км	km
6. Метр	м	m
7. Дециметр (= одной десятой метра)	дм	dm
8. Сантиметр (= одной сотой метра)	см	cm
9. Миллиметр (= одной тысячной метра)	мм	mm
10. Микроп (= одной миллионной метра)	μ^1	μ^1
3. Меры квадратные		
11. Квадратный километр (= одному миллиону кв. метров)	км ² или кв. км	km ²
12. Гектар (=десяти тысячам квадратным метров)	га	ha
13. Ар (=ста квадратным метрам)	а	a
14. Квадратный метр	м ² или кв. м	m ²
15. Квадратный сантиметр (= одной десятитысячной кв. метра)	см ² или кв. см	cm ²
15-а. Квадратный дециметр (= одной сотой квадратного метра)	дм ² или кв. дм	dm ²
16. Квадратный миллиметр (= одной миллионной кв. метра)	мм ² или кв. мм	m ²
4. Меры кубические		
17. Кубический километр (= одному миллиарду куб. метров)	км ³ или куб. км	km ³
18. Кубический метр	м ³ или куб. м	m ³

¹ Греческое.

	Русские обозначения	Латинские обозначения
19. Кубический дециметр (= одной тысячной куб. метра)	дм ³ или куб. дм	dm ³
20. Кубический сантиметр (= одной миллионной куб. метра)	см ³ или куб. см	cm ³
21. Кубический миллиметр (= одной миллиардной кубического метра)	мм ³ или куб. мм	mm ³
5. Меры объема жидких и сыпучих тел		
22. Килолитр (= одной тысяче литров)	кл	kl
23. Гектолитр (= ста литрам)	гл	hl
24. Литр	л	l
25. Сантиметр (= одной сотой литра)	сл	c
26. Миллиметр (= одной тысячной литра)	мл	ml

Примечание. Основными мерами метрической системы являются метр и килограмм.

Метр есть расстояние при температуре тающего льда между осями двух черт, нанесенных на платино-иридиевом стержне, хранящемся в Международном бюро мер и весов (в Севре близ Парижа) и признанном 1-й международной конференцией мер и весов в 1899 г. за международный прототип метра.

Килограмм есть масса платино-иридиевого цилиндра, хранящегося в Международном бюро мер и весов и признанного 1-й международной конференцией мер и весов за международный прототип килограмма.

Литр есть объем одного килограмма чистой воды, не содержащей воздуха, при температуре ее наибольшей плотности и при нормальном давлении атмосферы. При измерениях объема, не требующих наивысшей степени точности, литр можно считать равным одному кубическому дециметру.

2. Все сокращенные обозначения пишутся в строку после числовых величин.

3. Сокращенные обозначения пишутся без последующей точки, за исключением мер квадратных и кубических, где после сокращенного обозначения кв. и куб. точки ставятся.

4. Впредь до окончательного введения метрической системы и в СССР во избежание смешения сокращенного обозначения дециметра — дм с уже принятым сокращением для русского дюйма — дм, рекомендуется для дециметра применять латинское сокращение — dm.

СССР Совет Труда и Оборона Комитет по стандартизации	ОБЩЕСОЮЗНЫЙ СТАНДАРТ МЕЖДУНАРОДНЫЕ ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ ЕДИНИЦЫ	ОСТ 515 МБИ (I.I.V.): 620
--	---	------------------------------

Главной Палатой мер и весов. Издание официальное. Переводное допускается только с разрешения Комитета по стандартизации при СГО

Наименование	Сокращенные обозначения ¹		Определение	Отношение к основной единице
	Международные	Русские ²		
ЕДИНИЦЫ ЭЛЕКТРИЧЕСКОГО СОПРОТИВЛЕНИЯ.				
Международный ом	Ω	ом	Сопротивление при неизменяющемся электрическом токе и при температуре таящего льда ртутного столба длиной в 106,300 сантиметров, имеющего сечение одинаковое по всей длине и массу в 14 452 1 грамма	1
Мегом	M Ω	мгом	Один миллион омов (1 000 000) Ω	10 ⁶
Микром	$\mu\Omega$	мком	Одна миллионная ома (0,000 001) Ω	10 ⁻⁶
ЕДИНИЦЫ СИЛЫ ТОКА				
Международный ампер	A	а	Сила неизменяющегося электрического тока, который отлагает 0,0 111800 грамма серебра в секунду, проходя через водный раствор азотнокислого серебра	1
Миллиампер	mA	ма	Одна тысячная ампера (0,001 A)	10 ⁻³
Микроампер	μA	мка	Одна миллионная ампера (0,000 001 A)	10 ⁻⁶

¹ Сокращенные обозначения единиц могут применяться в тексте только после числовых значений и пишутся в строку без последующей точки, как знака сокращения; например 120 вольт — 120 V или 120 в.

² Рекомендуется применять международные сокращенные обозначения; русские сокращенные обозначения допускаются только в тех случаях, когда применение иностранного шрифта встречает затруднения.

Утвержден Комитетом по стандартизации при Совете Труда и Оборона 7 мая 1929 г. как обязательный с 1 августа 1929 года.

Внесен Главной Частью мер и весов. Издание официальное. Переиздание допускается только с разрешения Комитета по стандартизации при СГО

Наименование	Сокращенные обозначения		Определение	Отношение к основной единице
	Международные	Русские		
ЕДИНИЦЫ ЭЛЕКТРИЧЕСКОГО НАПРЯЖЕНИЯ И ЭЛЕКТРОДВИЖУЩЕЙ СИЛЫ.				
Международный вольт	V	в	Электрическое напряжение или электродвижущая сила, которые в проводнике, имеющем сопротивление в один ом, производят ток силой в один ампер	1
Киловольт	kV	кв	Одна тысяча вольт (1000 V)	10 ³
Милливольт	mV	мв	Одна тысячная вольта (0,001 V)	10 ⁻³
Микровольт	μ V	мкв	Одна миллионная вольта (0,000 001 V)	10 ⁻⁶
ЕДИНИЦЫ ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ МОЩНОСТИ.				
Международный ватт.	W	вт	Мощность неизменяющегося электрического тока силой в один ампер при напряжении в один вольт	1
Мегаватт	MW	мгвт	Один миллион ватт (1 000 000 W)	10 ⁶
Киловатт	kW	квт	Одна тысяча ватт (1 000 w)	10 ³
Гектоватт	hW	гвт	Сто ватт (100 W)	10 ²
Милливатт	mW	мвт	Одна тысячная ватта (0 001 W)	10 ⁻³
Микроватт	μ W	мквт	Одна миллионная ватта (0 000 001 W)	10 ⁻⁶
ЕДИНИЦЫ КОЛИЧЕСТВА ЭЛЕКТРИЧЕСТВА				
Международный кулон (ампер-секунда)	C	к	Количество электричества, протекающее через поперечное сечение проводника в течение одной секунды при токе силой в один ампер	1

Внесен Главной Палатой мер и весов. Издание официальное. Переводное. Допускается только с разрешения Комитета по стандартизации при СГО

Наименования	Сокращенные обозначения		Определения	Отношение к основной единице
	Международные	Русские		
Ампер-час	Ah	а-ч	Три тысячи шесть- сот кулонов (3 600 C).	$36 \cdot 10^3$
Микрокулон	μC	мкк	Одна миллионная кулона (0 000 001 C) .	10^{-6}
ЕДИНИЦЫ РАБОТЫ ЭЛЕКТРИЧЕСКОГО ТОКА.				
Международная ватт- секунда	Ws	вт-с	Работа, совершаемая электрическим током в течение одной се- кунды при мощности тока в один ватт . . .	1
(международ. джоуль).	J	дж		
Ватт-час	Wh	вт-ч	Три тысячи шесть- сот ватт-секунд (3 600 Ws)	$36 \cdot 10^3$
Мегаватт-час	MWh	мгвт-ч	Один миллион ватт- часов (1 000 000 Wh) .	$36 \cdot 10^6$
Киловатт-час	kWh	квт-ч	Одна тысяча ватт- часов (1 000 Wh) . . .	$36 \cdot 10^3$
Гектоватт-час	hWh	гтв-ч	Сто . . . ватт-часов (100 Wh)	$36 \cdot 10^4$
ЕДИНИЦЫ ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ ЕМКОСТИ.				
Международная фара- да	F	ф	Емкость конденса- тора, заряжаемого до напряжения в один вольт одним кулоном	1
Микрофарада	μF	мкф	Одна миллионная фарады (0,000 001 F).	10^{-6}
Микромикрофарада	$\mu \mu F$	ммкф	Одна миллион. микро- фарады (0,000 001 μF).	10^{-12}
ЕДИНИЦЫ САМОИНДУКЦИИ И ВЗАИМНОЙ ИНДУКЦИИ.				
Международный генри	H	гн	Самондукция элек- трической цепи, в ко- торой индуктируется электродвижущая сила в один вольт при равномерном измене- нии тока в этой же цепи со скоростью одного ампера в одну секунду.	

Внесен Главной Палатой мер и весов. Издание официальное. Перепечатание допускается только с разрешения Комитета по стандартизации при СТО

Наименование	Сокращенные обозначения		Определение	Отношение к основной единице
	Международные	Русские		
Миллигенри	mH	мгн	Взаимная индукция в системе двух электрических цепей, в одной из которых индуктируется электродвижущая сила в один вольт при равномерном изменении тока в другой цепи со скоростью одного ампера в одну секунду	1
Микрогенри	μ H	мкн	Одна тысячная генри (0,001 H)	10^{-3}
			Одна миллионная генри (0,000001 H) . .	10^{-6}

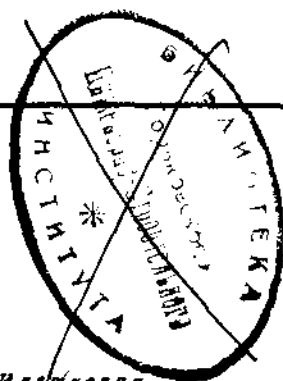
Внесен Главной Палатой Мер и Весов. Издание официальное. Переиздание допускается только с разрешения Комитета по стандартизации при СГО

Точная величина международного ома определяется ртутными образцами ома Главной Палаты Мер и Весов СССР, изготовленными согласно международным постановлениям и спецификаций.

Точная величина международного ампера определяется по серебряному вольтметру Главной Палаты Мер и Весов СССР согласно международным постановлениям и спецификаций.

Точная величина международного вольта устанавливается посредством нормальных элементов Главной Палаты Мер и Весов СССР, изготовляемых согласно международным постановлениям и спецификаций и проверяемых посредством серебряного вольтметра и ртутных образцов ома.

Слово «международный» в наименовании электрических единиц может опускаться во всех случаях, кроме тех, когда необходимо отличать международные единицы от одноименных практических единиц абсолютной электромагнитной системы.



Отв. редактор П. И. Иванюкович

Техн. редактор Р. С. Пензнер

Машиниздат № 57/Л. Индекс МО-20-5-5. Тираж 10300. Подписано в печать с матриц 25/II 1933 г. Формат бумаги 62 × 94. Печати. 16 1/2 листов. Колич. бумажных листов 8 1/2. Колич. печ. знаков на бумажном листе 111 480. Заказ № 292. Ленгори № 66049. Выход в свет апрель 1933 г.

3-я тип. ОНТИ им. Бунина. Ленинград, ул. Моисеева, 10.