

Министерство образования и науки Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего профессионального образования
«Кузбасский государственный технический университет имени
Т. Ф. Горбачева»

Кафедра технологии металлов

ТЕХНОЛОГИЯ ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ ДУГОВОЙ СВАРКИ ПЛАВЛЕНИЕМ

Методические указания к лабораторной работе по дисциплинам
«Технология конструкционных материалов», «Технологические процессы
в машиностроении», «Технологические процессы автоматизированного
производства», «Физико-химические основы технологических процессов»
для студентов всех технических направлений

Составители В.В. Драчев
К.П. Петренко

Утверждены на заседании кафедры
Протокол № 5 от 18.10.2012
Рекомендованы к печати
учебно-методической комиссией
по направлению 150700
Протокол № 2 от 19.10.2012
Электронная копия находится
в библиотеке КузГТУ

КЕМЕРОВО 2012

1. ЦЕЛЬ РАБОТЫ

1. Изучение способов дуговой сварки.
2. Расчёт основных технологических параметров сварки.

2. ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

2.1. Сущность и способы дуговой сварки

Сваркой называется процесс получения неразъёмных соединений посредством установления межатомных связей между свариваемыми частями при их местном или общем нагреве, или пластическом деформировании, или совместным действием того и другого. При дуговой сварке для нагрева и плавления металла используют электрическую дугу, горящую между электродом и свариваемым металлом. Среди способов дуговой сварки наибольшее распространение получили ручная дуговая сварка, автоматическая дуговая сварка под флюсом и дуговая сварка в защитном газе.

2.2. Ручная дуговая сварка

Ручная сварка осуществляется рабочим с помощью инструмента, получающего энергию от специального источника тока. Ручную дуговую сварку выполняют покрытым электродом, который вручную подают в дугу и перемещают вдоль заготовки. Схема процесса показана на рис. 1.

Дуга *1* горит между стержнем электрода *2* и основным металлом *3*. Стержень электрода плавится, и расплавленный металл каплями стекает в металлическую ванну *4*. Вместе со стержнем плавится покрытие электрода *5*, образуя газовую защитную атмосферу *6* вокруг дуги и жидкую шлаковую ванну *7* на поверхности расплавленного металла. Металлическая и шлаковая ванны вместе образуют сварочную ванну. По мере движения дуги про-

исходят затвердевание сварочной ванны и переход её в сварной шов 8. Жидкий шлак после остывания образует твёрдую шлаковую корку 9.

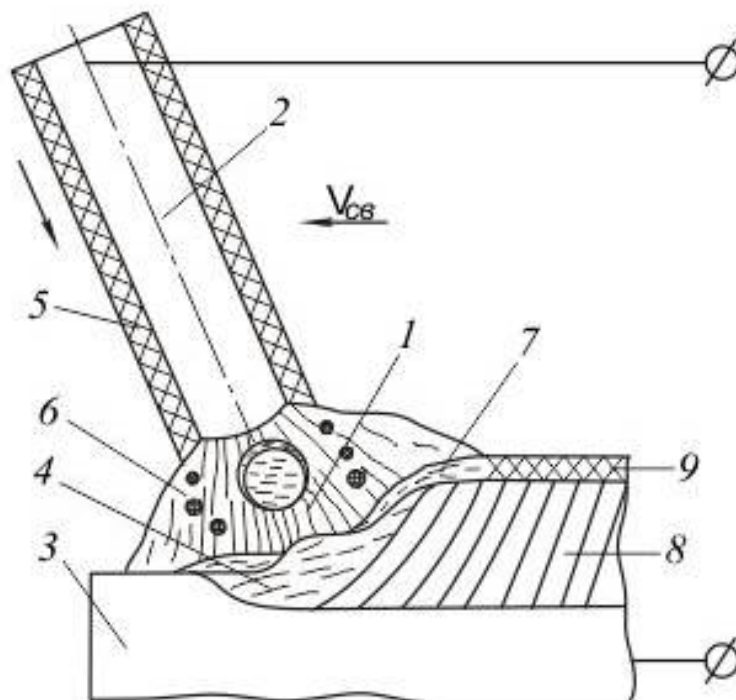


Рис. 1. Схема процесса ручной дуговой сварки

Основными преимуществами ручной сварки являются универсальность и простота оборудования. Недостатками являются невысокая производительность и применение ручного труда.

Стержни плавящихся электродов изготавливают из стали, чугуна, алюминия меди, медных сплавов и др. Для сварки сталей применяют холоднотянутую гладкую стальную проволоку диаметром 0,8 ... 6,0 мм. Электродное покрытие (обмазка) необходимо для обеспечения стабильного горения дуги и получения шва с заданными свойствами. Оно наносится на стержень окунанием или опрессовкой и включает в себя ряд компонентов.

Стабильное горение дуги обеспечивает присутствие соединений щелочных металлов с низким потенциалом ионизации (калий, натрий). К газообразующим относятся органические вещества (крахмал, целлюлоза, декстрин). При нагреве они сгорают, создавая собственную газовую атмосферу. К шлакообразующим компонентам относятся марганцевая руда, рутил, плавиковый

шпат и др. Имея меньшую плотность, чем расплавленный металл, шлак всплывает на поверхность, обеспечивая защиту металлической ванны от кислорода и замедляя ее охлаждение.

Раскисление металла сварочной ванны осуществляется введением в покрытие химических элементов, более активных по отношению к кислороду, чем основной металл заготовок (ферро-марганец, ферросилиций, ферроалюминий). Связующие вещества (натриевое жидкое стекло, желатин) связывают компоненты покрытия друг с другом и электродной проволокой.

Технологический процесс сварки состоит из четырех этапов: подготовка заготовок под сварку, выбор режима процесса, собственно сварка и контроль ее качества.

Подготовка заготовок включает в себя резку, правку, очистку и разметку материала, а затем сборку заготовок под сварку. Перед сваркой основной и присадочный материал тщательно очищают от ржавчины, окалины, влаги, масел. Сборку заготовок под сварку с помощью универсальных зажимов и прихватов или с использованием специальных сборочных приспособлений. Качество сборки определяют шаблонами, а наличие зазоров – щупами.

Зажигание дуги осуществляется двумя способами: прикосновением электрода в точке или чирканьем торца электрода о поверхность металла. Первый способ чаще всего применяют при выполнении швов на неудобных участках.

В зависимости от пространственного положения шва, толщины и материала заготовок выбирают направление сварки и угол наклона электрода. Независимо о направления движения электрод наклоняют таким образом, чтобы обеспечить проплавление основного металла на максимальную глубину (в нижнем положении угол наклона составляет $15 - 30^\circ$).

В процессе сварки электроду сообщается движение в трех направлениях:

1. Первое движение – поступательное по направлению оси электрода. Этим движением поддерживается постоянная длина дуги в зависимости от скорости плавления электрода. Ориентировочно нормальная длина дуги должна быть 0,5 – 1,1 диа-

метра электрода;

2. Второе движение – перемещение электрода вдоль оси валика для образования шва. При отсутствии поперечных движений электрода ширина валика шва составляет 0,8 – 1,5 диаметра электрода;

3. Третье движение – перемещение электрода поперек шва для получения уширенного валика. Ширина шва при этом составляет 1,5 – 5 диаметра электрода. Поперечные колебательные движения (рис. 2) определяются формой разделки кромок, ориентацией шва, свойствами материала, навыком сварщика.

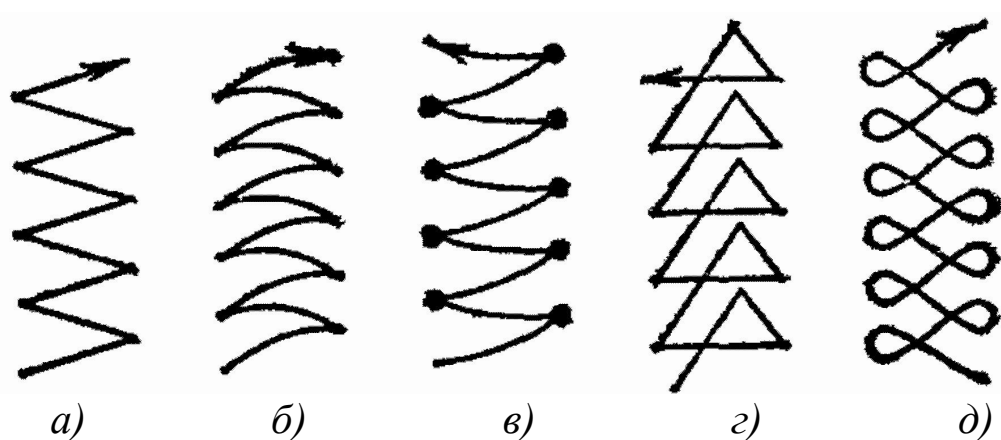


Рис. 2. Траектории движения конца электрода: *a, б* – для равномерного прогрева сварочной ванны; *в, д* – для усиленного прогрева кромок; *з* – для усиленного прогрева корня шва

По протяженности швы условно делят на три группы:

1. Короткие – до 300 мм;
2. Средние – 300–1000 мм;
3. Длинные – свыше 1000 мм.

В зависимости от протяженности шва, материала, требований к точности и качеству сварка таких швов выполняется различно (рис. 3). Короткие швы сваривают на проход – от начала шва до его конца, швы средней длины сваривают от середины к концам, швы большой длины – обратноступенчатым способом или вразброс. Это позволяет уменьшить деформации и остаточные напряжения.

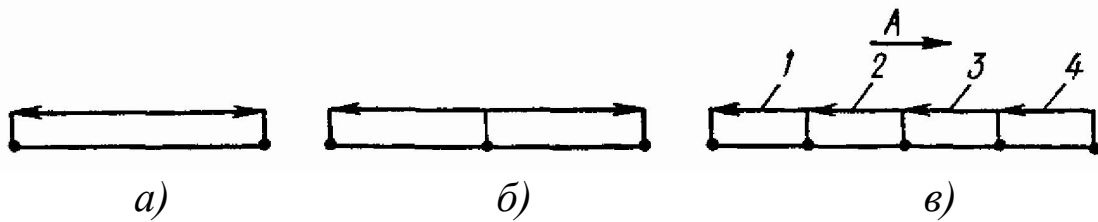


Рис. 3. Схемы сварки: *a* – на проход; *б* – от середины к краям; *в* – обратноступенчатым способом; *A* – общее направление сварки; *1–4* – последовательность сварки участков

При обратноступенчатом способе шов разбивается на небольшие участки длиной 150–200 мм, на каждом участке сварку ведут в направлении, обратном общему направлению сварки.

В зависимости от количества проходов (слоев), необходимых для выполнения сечения шва, различают однопроходный (однослойный) и многопроходный (многослойный) швы (рис. 4).

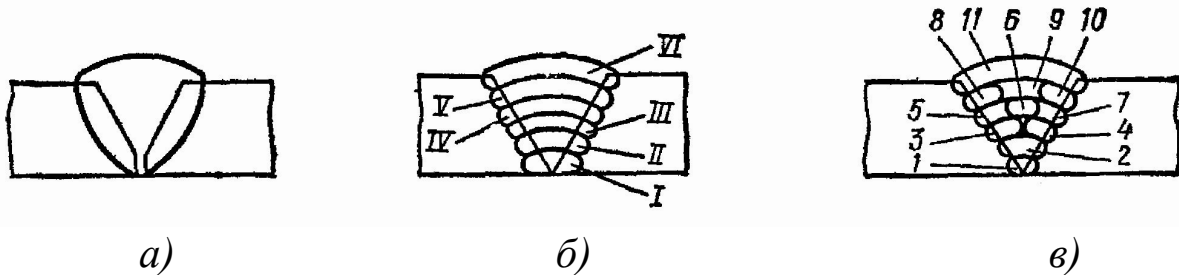


Рис. 4. Поперечные сечения стыковых швов: *a* – однопроходный (однослойный); *б* – многослойный; *в* – многопроходный; *I–VI* – слои; *1–11* – проходы

Однопроходная сварка экономична и высокопроизводительна, однако металл шва имеет пониженную пластичность, что связано с увеличением зоны перегрева и грубой столбчатой структурой металла. Данный способ применяется при сварке металла небольшой толщины (8–10 мм) с предварительной разделкой кромок. При многослойной и многопроходной сварке каждый нижележащий слой претерпевает термическую обработку при выполнении последующего слоя, следствием чего является мелкозернистая структура металла шва. Многослойные швы применяют при сварке стыковых соединений, многопроходные – угловых и тавровых.

Заканчивают выполнение швов заваркой кратера. Для этого или держат неподвижно электрод до естественного обрыва дуги,

или сильно укорачивают дугу вплоть до частых коротких замыканий, после чего ее резко обрывают.

Ручную дуговую сварку применяют при выполнении различных швов произвольной формы в любых пространственных положениях и в труднодоступных местах.

2.3. Расчёт технологических параметров ручной дуговой сварки

К основным технологическим параметрам ручной дуговой сварки относят: диаметр электрода, сварочный ток и напряжение на дуге, скорость и время сварки, расход электродов и электроэнергии.

Последовательность расчёта:

1. Используя ГОСТ 5264-80, с учётом типа соединения, выполнить эскиз сечения шва с указанием его размеров.
2. В зависимости от толщины свариваемого металла S , мм, выбрать диаметр электрода $d_э$, мм, по табл. 1.

Таблица 1

Значения диаметра электрода $d_э$

S , мм	1 - 2	3 - 5	6 - 10	11 - 24	25 - 60
$d_э$, мм	2 - 3	3 - 4	4 - 5	5 - 6	6 - 8

3. Определить величину сварочного тока:

$$I_{св} = K \cdot d_э, \text{ А} \quad (1)$$

где K - коэффициент, А/мм, определяемый по табл. 2.

Таблица 2

Значения коэффициента K

$d_э$, мм	1 - 2	3 - 4	5 - 6
K , А/мм	25 - 30	30 - 45	45 - 60

4. Определить скорость сварки:

$$V_{св} = \frac{\alpha_n I_{св}}{\rho F_n}, \text{ м/ч} \quad (2)$$

где α_n - коэффициент наплавки, г/А·ч.

При ручной дуговой сварке в зависимости от марки электрода $\alpha_n = 9 \dots 11$ г/А·ч;

ρ - плотность наплавленного металла, г/см³.

Для стали $\rho = 7,8$ г/см³;

F_n - площадь поперечного сечения наплавленного металла шва, мм² (рассчитывается как сумма площадей элементарных геометрических фигур, составляющих сечение шва).

Пример. Рассчитать площадь поперечного сечения наплавленного металла шва, изображённого на рис. 5 (все размеры - по ГОСТ 5264-80).

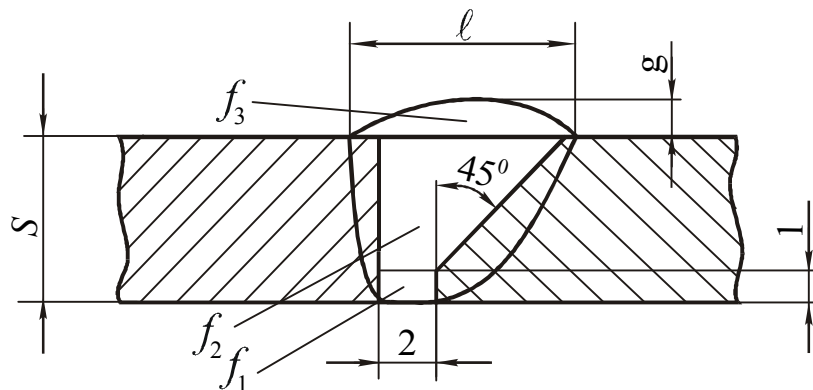


Рис. 5. Схема расчета площади поперечного сечения наплавленного металла шва

$$F_n = f_1 + f_2 + f_3$$

где f_1 - площадь прямоугольника;

f_2 - площадь трапеции;

f_3 - площадь сегмента.

При $S = 10$ мм; $l = 16$ мм и $g = 0,5$ мм;

тогда

$$f_1 = 2 \cdot 1 = 2 \text{ мм}^2;$$

$$f_2 = \frac{2 + ((10 - 1) \operatorname{tg} 45^\circ + 2)}{2} \cdot (10 - 1) = 58,5 \text{ мм}^2.$$

Площадь сегмента можно приближенно посчитать по формуле

$$f_3 \approx 0,75 \ell g = 0,75 \cdot 16 \cdot 0,5 = 6 \text{ мм}^2;$$

$$F_n = 2 + 58,5 + 6 = 66,5 \text{ мм}^2.$$

5. Рассчитать массу наплавленного металла:

$$G_n = F_n \cdot L \cdot \rho \cdot 10^{-3}, \text{ г} \quad (3)$$

где L - общая длина швов, мм.

6. Определить расход электродов:

$$G_{\text{э}} = K_p \cdot G_n, \text{ г} \quad (4)$$

где K_p - коэффициент расхода электродов, учитывающий потери на угар, разбрызгивание, огарки. $K_p = 1,35 \dots 1,45$.

7. Определить основное время сварки (время горения дуги):

$$t_0 = \frac{G_n}{I_{\text{св}} \alpha_n}, \quad \text{ч.} \quad (5)$$

8. Определить расход электроэнергии:

$$W = \frac{I_{\text{св}} U_D t_0}{1000}, \quad \text{кВт}\cdot\text{ч} \quad (6)$$

где U_D - напряжение на дуге, В.

Для наиболее широко применяемых электродов $U_D = 25 \dots 28 \text{ В}$.

2.4. Автоматическая дуговая сварка под флюсом

Для автоматической дуговой сварки под флюсом (рис. 6) используют непокрытую электродную проволоку и флюс для защиты дуги и сварочной ванны от воздуха. Подача и перемещение электродной проволоки механизированы. Автоматизированы процессы зажигания дуги и заварки кратера в конце шва.

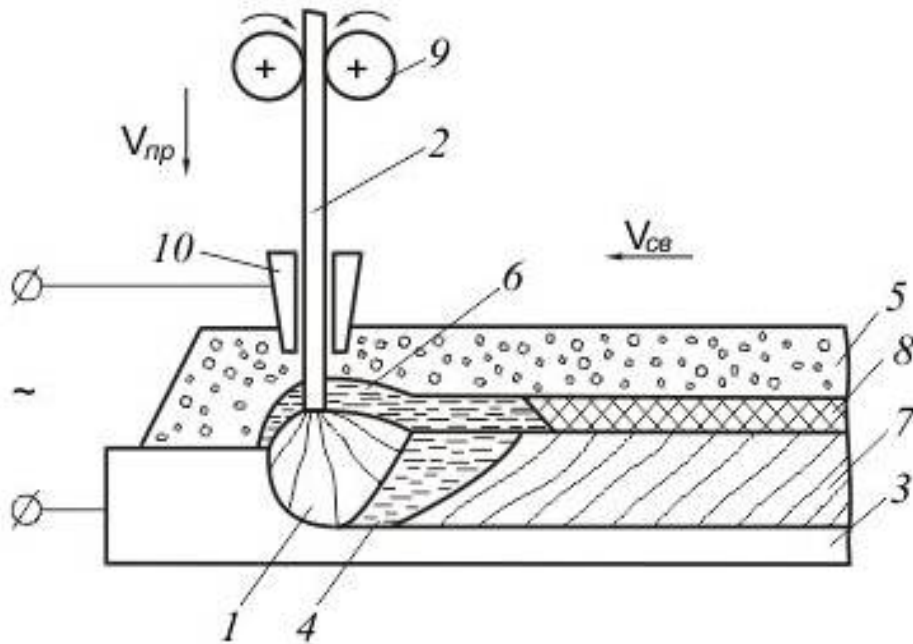


Рис. 6. Схема процесса автоматической дуговой сварки под флюсом

Дуга 1 горит между проволокой 2 и основным металлом 3. Дуга и ванна жидкого металла 4 со всех сторон закрыты слоем флюса 5 толщиной 30 ... 50 мм. Часть флюса расплавляется, образуя ванну жидкого шлака 6. По мере поступательного движения электрода происходит затвердевание металлической и шлаковой ванн с образованием сварного шва 7, покрытого твердой шлаковой коркой 8. Проволоку подают в дугу и перемещают вдоль шва с помощью механизмов подачи 9 и перемещения. Ток к электроду поступает через токопровод 10.

Автоматическая сварка под флюсом по сравнению с ручной дуговой обладает следующими преимуществами:

- повышение производительности в 5–20 раз за счет использования больших сварочных токов (до 2000 А) и непрерывности процесса;
- более высокое качество сварных соединений за счет надежной защиты расплавленного металла и уменьшения скорости охлаждения сварочной ванны;
- уменьшение себестоимости погонного метра шва за счет сокращения потерь металла на угар и разбрызгивание и более эффективного использования теплоты

дуги.

К недостаткам способа относятся ограниченная маневренность сварочных автоматов, возможность выполнения сварки главным образом в нижнем положении и возможность сварки криволинейных швов только в полуавтоматическом режиме.

Сварочные флюсы (сыпучие зернистые вещества) необходимы для изоляции сварочной ванны от атмосферы, стабилизации дугового разряда, получения заданного состава и определенных свойств у наплавленного металла.

По *назначению* различают флюсы для сварки низкоуглеродистых, низколегированных, легированных и высоколегированных сталей, цветных металлов и их сплавов. По *способу изготовления* флюсы делят на плавленные и неплавленные (керамические). Плавленные флюсы изготавливают сплавлением флюсовой шихты определенного состава в электрических печах с последующей ее грануляцией до получения крупинок требуемого размера. Керамические флюсы получают скреплением частиц флюсовой шихты без их расплавления. Они представляют собой механическую смесь природных минералов, ферросплавов и силикатов, сцементированных жидким стеклом. Например, керамический флюс марки К-2 содержит 46–55 % титанового концентрата, 8–10 % ферромарганца, 8 % ферросилиция, 8–13 % полевого шпата, 8–10 % плавикового шпата и 13 % жидкого стекла.

Подготовка кромок осуществляется так же, как для ручной дуговой сварки. Сборка деталей выполняется более тщательно. Глубокий провар, жидкотекучесть расплавленного металла и постоянная скорость сварки приводят к необходимости выдерживать при сборке одинаковые зазоры, углы разделки и притупления кромок, так как в противном случае возможно образование непроваров или прожогов.

При сварке вначале шва, когда основной металл еще недостаточно прогрет, возможно образование непроваров. В конце шва в кратере могут образовываться поры и усадочные трещины. Поэтому сварку следует начинать на входных, а заканчивать на выходных технологических планках, которые после остывания шва удаляют.

По характеру выполнения стыковые швы могут быть односторонними и двусторонними. При сварке односторонним стыковым швом существует опасность протекания жидкого металла и шлака в зазор и образования сквозных прожогов. Во избежание этого применяют следующие технологические приемы (рис. 7): сварка на флюсовой подушке, на медной подкладке, на остающейся стальной подкладке и др.

Флюсовая подушка представляет собой уплотненный слой мелкого флюса, который прижимается к нижней стороне сварного соединения. Сварка на флюсовой подушке не требует точной сборки заготовок и обеспечивает хорошее проплавление всей толщины листа. Сварка на медной подкладке требует достаточно точной сборки и надежного прижатия кромок к подкладке, применяется преимущественно при соединении тонких листов. Сварка на остающейся стальной подкладке также применяются при соединении относительно тонких листов, но допускает увеличение зазора между свариваемыми деталями. Прилегание подкладки к заготовкам должно быть плотным (зазор не более 1 мм).

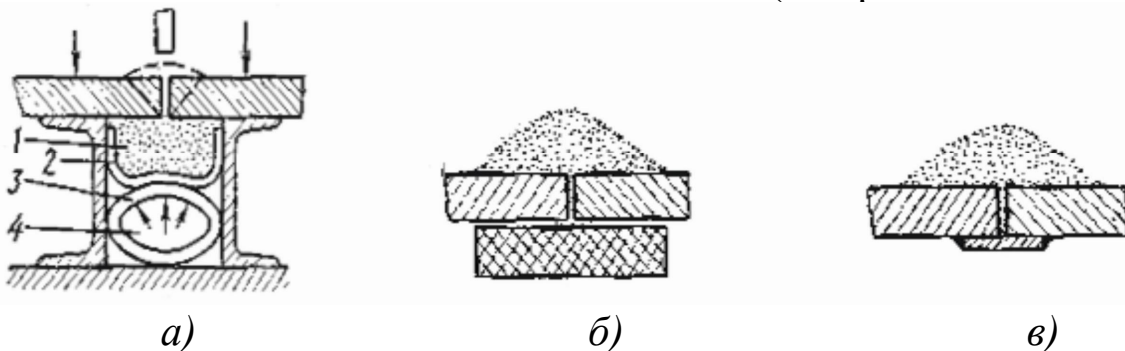


Рис. 7. Технологические приемы сварки под флюсом: *а* – на флюсовой подушке; *б* – на медной подкладке; *в* – на остающейся стальной подкладке; *1* – флюс, *2* – брезентовый желоб. *3* – резиновый шланг, *4* – сжатый воздух

При сварке двусторонним швом стыковое соединение собирают с одинаковым зазором по всей длине стыка. Она менее производительна, но и менее чувствительна к колебаниям режима и не требует специальных приспособлений для формирования обратной стороны шва.

Кольцевые швы применяют при сварке стыков труб и обечаек, приварке днищ, фланцев и других деталей. Для предотвращения протекания жидкого металла и шлака в зазор первый слой стыкового кольцевого шва большого диаметра (более 800 мм) выполняют на флюсоремной подушке (рис. 8).

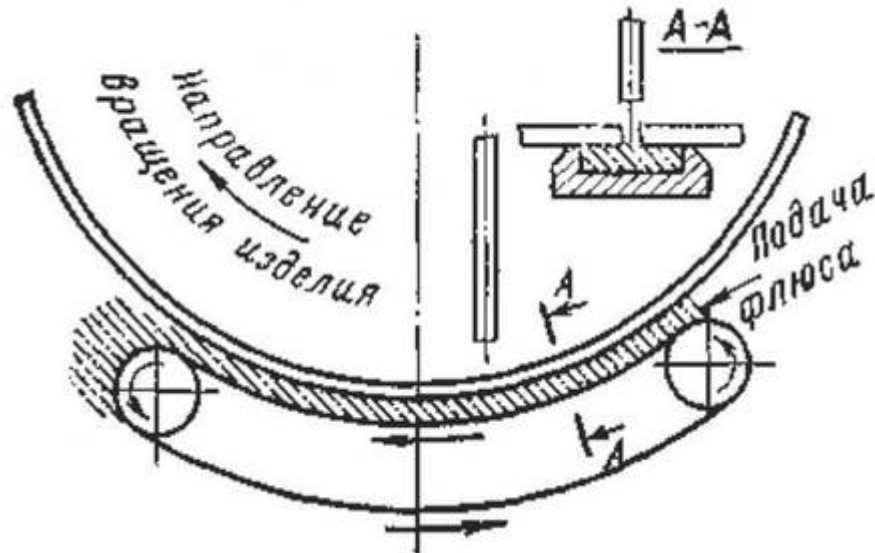


Рис. 8. Флюсоремная подушка для выполнения кольцевых швов с внутренней стороны

Флюсоремная подушка представляет собой бесконечный резиновый ремень, имеющий форму лотка, в который в процессе сварки непрерывно подается мелкий флюс. Сварка первым слоем производится изнутри сосуда, а последующими – снаружи.

При сварке изделий диаметром до 800 мм часто применяют флюсомедные подкладки, которые бывают неподвижными и перекатывающимися (рис. 9).

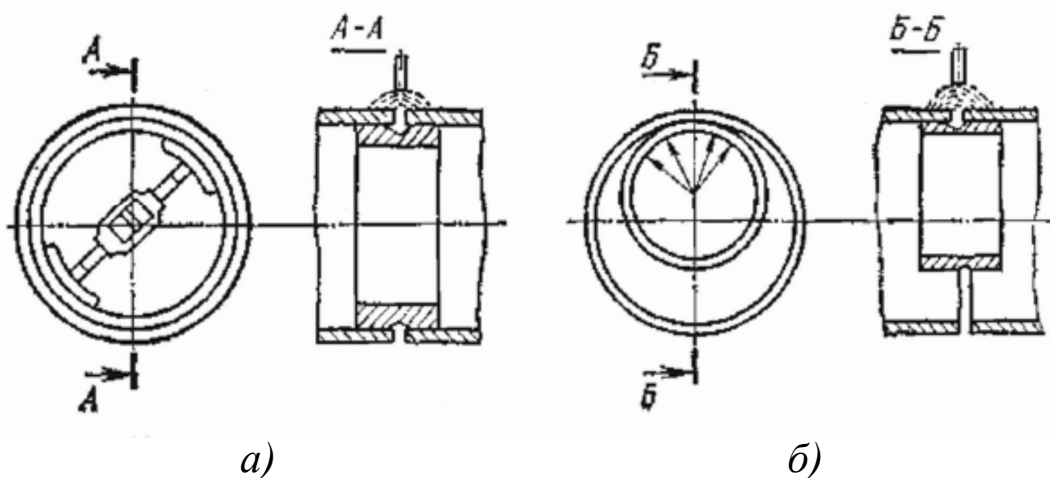


Рис. 9. Неподвижные (а) и перекатывающиеся (б) флюсомедные

подкладки при выполнении кольцевых соединений

Дуговую сварку под флюсом выполняют сварочными автоматами: сварочными головками или сварочными тракторами, перемещающимися непосредственно по изделию. Основным назначением сварочных автоматов является подача электродной проволоки в дугу и поддержание постоянного режима сварки в течение всего процесса. Последнее необходимо для обеспечения одинаковых размеров и стабильного качества всего сварного шва.

Автоматическую дуговую сварку под флюсом применяют в серийном и массовом производствах для выполнения длинных прямолинейных и кольцевых швов в нижнем положении.

2.5. Расчёт технологических параметров автоматической дуговой сварки под флюсом

К основным технологическим параметрам автоматической дуговой сварки под флюсом относят: диаметр электродной проволоки, сварочный ток, напряжение на дуге, скорость подачи электродной проволоки и скорость сварки, расход электродной проволоки и флюса, время сварки, расход электроэнергии.

Последовательность расчёта:

1. Используя ГОСТ 8713-79, с учётом типа соединения, выполнить эскиз сечения шва с указанием его размеров.

2. Определить величину сварочного тока:

$$I_{св} = (80 \div 100)h, \quad \text{А} \quad (7)$$

где h - расчётная глубина проплавления, мм.

При односторонней сварке без разделки кромок $h = S$, где S - толщина свариваемых деталей. При двусторонней сварке без разделки кромок $h = 0,6 \div 0,7S$. При сварке с разделкой кромок:

$$h = H - \frac{F_n}{0,73b}, \quad (8)$$

где H - толщина шва, мм;

b - ширина шва, мм;

F_n - площадь поперечного сечения наплавленного металла шва, мм.

Пример: Определить расчётную глубину проплавления шва, изо-

бражённому на рис. 10 (все размеры по ГОСТ 8713-79).

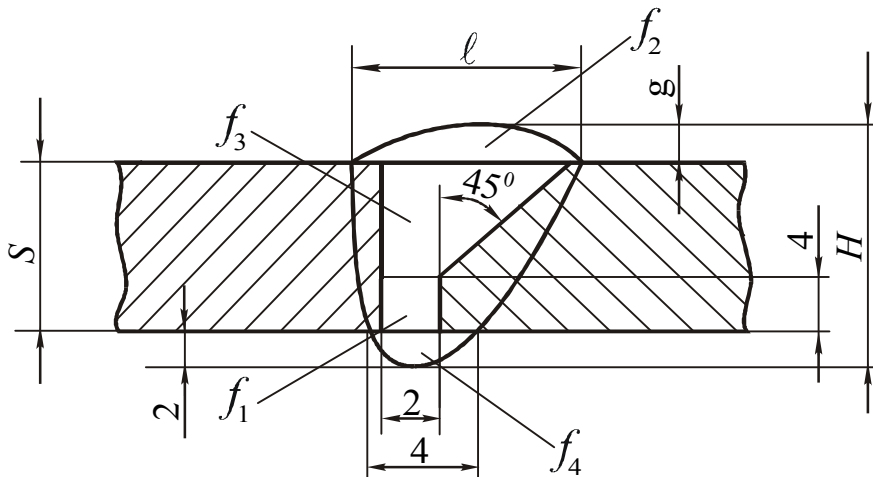


Рис. 10. Схема определения расчетной глубины проплавления шва

$$h = H - \frac{F_n}{0,73b};$$

$$H = 2 + S + g;$$

$$b = l;$$

$$F_n = f_1 + f_2 + f_3 + f_4 =$$

$$= 2 \cdot 4 + 0,75 \ell g + \frac{2 + ((S - 4) \operatorname{tg} 40^\circ + 2)}{2} (S - 4) + 0,75 \cdot 4 \cdot 2 .$$

При $S = 15$ мм $\ell = 24$ мм и $g = 2,5$ мм $H = 2 + 15 + 2,5 = 19,5$ мм; $b = 24$ мм;

$$F_n = 2 \cdot 4 + 0,75 \cdot 24 \cdot 2,5 + \frac{2 + ((15 - 4) \operatorname{tg} 40^\circ + 2)}{2} (15 - 4) + 0,75 \cdot 4 \cdot 2 = 131,76 \text{ мм}^2;$$

$$h = 19,5 - \frac{131,76}{0,73 \cdot 24} = 12 \text{ мм.}$$

3. В зависимости от толщины свариваемого металла S , мм выбрать диаметр электрода $d_{\text{э}}$, мм по табл. 3.

Таблица 3

Значение диаметра электрода $d_{\text{э}}$ и напряжения на дуге $U_{\text{д}}$

S , мм	2	3	4	5	6	7	8	10	12
$d_{\text{э}}$,	1,6	1,6	2	2	2	4	4	5	5

мм									
$U_D, В$	24- 28	28- 30	28- 30	32- 34	32- 34	32- 34	34- 36	36- 38	36- 38

$S, мм$	14	16	18	20	24	30	40	60
$d_{э}, мм$	5	5	5	5	6	6	6	6
$U_D, В$	38-40	38-40	38-40	38-40	38-40	40-42	40-42	40-42

4. Выбрать напряжение на дуге $U_D, В$, (см. табл. 3).

5. Определить скорость сварки по формуле (2).

При автоматической сварке под флюсом коэффициент наплавки $\alpha_n = 14 \dots 16$ г/А·ч, причем большие значения принимают для малых диаметров электродной проволоки.

6. Определить массу наплавленного металла по формуле (3)

7. Определить расход электродной проволоки по формуле (4).

Коэффициент расхода для автоматической дуговой сварки под флюсом $K_p = 1,02 \dots 1,05$.

8. Определить расход флюса:

$$G_{\phi} = K_{\phi} \cdot G_{э}, г \quad (9)$$

K_{ϕ} – коэффициент, выражающий отношение массы флюса к массе сварочной проволоки. $K_{\phi} = 1,1 \dots 1,4$.

9. Определить скорость подачи электродной проволоки:

$$V_{np} = \frac{4K_p I_{св} \alpha_n}{\pi d_{э}^2 \rho}, м/ч. \quad (10)$$

10. Определить основное время сварки по формуле (5).

11. Определить расход электроэнергии по формуле (6).

2.6 Дуговая сварка в защитном газе

При сварке в защитном газе (рис. 11) электрод, зона дуги и сварочная ванна защищены от воздействия воздуха струей специально подаваемого газа.

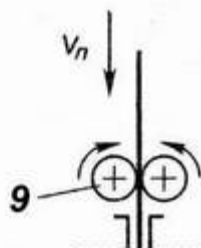


Рис. 11. Схема процесса дуговой сварки в углекислом газе

В зону дуги 1 через сопло 2 горелки 3 подается защитный газ 4. Теплотой дуги расплавляется основной металл 5 и электродная проволока 6. Расплавленный металл сварочной ванны 7, затвердевая, образует шов 8. Проволоку подают в дугу с помощью механизма подачи 9. Ток к электроду поступает через мундштук 10.

Дуговая сварка в защитных газах по сравнению с ручной и автоматической сваркой под флюсом обладает следующими преимуществами:

- высокая степень защиты расплавленного металла от воздействия воздуха;
- возможность ведения процесса во всех пространственных положениях;
- отсутствие на поверхности шва при применении аргона окислов и шлаковых включений;
- возможность визуального наблюдения за процессом формирования шва и его регулирования;
- более высокая производительность процесса, чем при ручной сварке;
- низкая стоимость сварки в углекислом газе.

Недостатками являются возможное нарушение защиты при сварке на открытых площадках и сквозняке, а также необходимость принятия защитных мер против световой и тепловой ра-

диации дуги.

В качестве защитных газов применяют инертные газы (аргон, гелий), активные газы (углекислый газ, азот, водород) и их смеси. Наиболее распространено применение аргона и углекислого газа.

Аргон – бесцветный газ, в 1,38 раза тяжелее воздуха, нерастворим в жидких и твердых металлах. Аргон выпускают высшего и первого сортов, имеющих соответственно чистоту 99,992 и 99,987 %. Поставляют и хранят аргон в стальных баллонах серого цвета под давлением 15 МПа.

Углекислый газ бесцветный, со слабым запахом, в 1,52 раза тяжелее воздуха, нерастворим в жидких и твердых металлах. Сварочный углекислый газ, имеющий чистоту 99,5 %, поставляют и хранят в стальных баллонах черного цвета в сжиженном состоянии под давлением 7 МПа.

Сварка в защитных газах производится как плавящимся, так неплавящимся электродом. При сварке *плавящимся* электродом электродная проволока по мере ее плавления непрерывно подается в зону дуги. Расплавленные основной и электродный металлы, смешиваясь, образуют сварной шов. При сварке *неплавящимся* электродом применяют вольфрамовый или угольный электрод, при этом основной металл расплавляется, а электрод, имеющий высокую температуру плавления, медленно испаряется. Процесс сварки можно производить с присадочной проволокой или без нее.

Кроме обычных сварочных проволок, при сварке в защитных газах применяется также порошковая проволока, состоящая из металлической оболочки и порошкового сердечника (рис. 12).

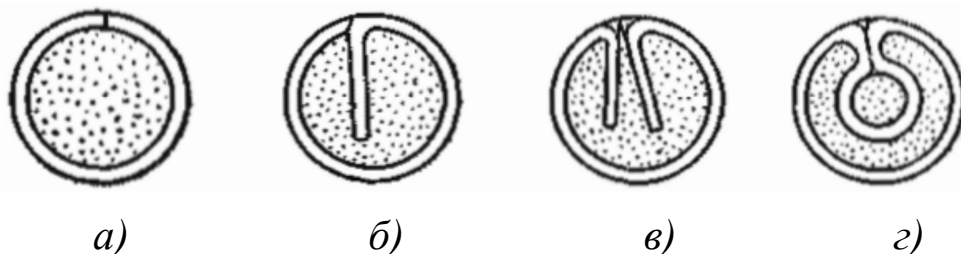


Рис. 12. Виды порошковых проволок: *а* – трубчатая, *б* – с одной загнутой кромкой, *в* – с двумя загнутыми кромками, *г* – двуслойная

Порошковый сердечник, представляющий собой смесь по-

рошков минералов, руд, ферросплавов и различных металлических порошков, стабилизирует дуговой разряд, защищает сварочную ванну от воздуха, раскисляет и легирует металл шва. Разновидностью порошковых проволок являются самозащитные проволоки, оболочка которых изготовлена из легированной стали, а в наполнитель введены соединения редкоземельных металлов. Эти проволоки эффективны в случаях, когда газовая защита шва из-за конструкции сварного соединения недостаточно надежна или невозможна.

Сварка в защитных газах может быть ручной, механизированной и автоматической. Ручную сварку выполняют только вольфрамовым или угольным электродом. При механизированной сварке механизмуется подача электродной или присадочной проволоки и защитного газа, а горелку перемещают вручную. При автоматической сварке механизированы все операции.

Сварку в аргоне применяют для цветных (алюминия, магния, меди) и тугоплавких (титана, ниобия, ванадия, циркония) металлов и их сплавов, а также легированных и высоколегированных сталей.

В углекислом газе сваривают углеродистые и низколегированные стали. Сварку выполняют только плавящимся электродом. Нормальное протекание процесса сварки и хорошее качество шва обеспечиваются при высокой плотности тока (100 А/мм^2 и более). В связи с этим применяется сварочная проволока малого диаметра и большая скорость ее подачи в дугу. Сварку ведут на обратной полярности («плюс» на электрод).

При высоких температурах сварочной дуги углекислый газ CO_2 разлагается на оксид углерода CO и атомарный кислород O , который приводит к окислению свариваемого металла и легирующих элементов. Поэтому для сварки в углекислом газе углеродистых и низколегированных сталей применяют сварочную проволоку с повышенным содержанием раскислителей: марганца и кремния (Св – 08ГС, Св – 10Г2С и др.). При этом на поверхности шва образуется тонкая шлаковая пленка из оксидов раскислителей.

Дуговую сварку в защитном газе применяют для широкого круга изделий и материалов (газо- и нефтепроводы, корпуса судов, узлы летательных аппаратов, корпуса атомных установок и др.).

$g,$ $м^3/ч$	0,48–	0,48–	0,48–	0,9–	0,9–	0,9–	1,08–	1,08–	1,44–	1,44–	1,44–	1,44–
	0,6	0,6	0,6	0,96	0,96	0,96	1,2	1,2	1,5	1,5	1,5	1,5

10. Определить основное время сварки по формуле (5).

11. Определить расход углекислого газа:

$$G_{CO_2} = g \cdot t_o, \quad м^3$$

(11)

где g – удельный расход газа, $м^3/ч$ (см. табл. 4).

12. Определить расход электроэнергии по формуле (6).

3. ПОРЯДОК ВЫПОЛНЕНИЯ РАБОТЫ

1. Ознакомиться с сущностью и способами дуговой сварки.
2. Используя прил. 1, 2 и 3 выполнить эскиз сварной конструкции согласно выданному варианту задания.
3. Рассчитать основные технологические параметры сварки.

4. ОФОРМЛЕНИЕ ОТЧЁТА

Отчёт должен содержать:

1. Наименование и цель лабораторной работы.
2. Краткие теоретические положения.
3. Эскиз заданной сварной конструкции.
4. Эскиз сечения сварного шва.
5. Расчёты основных технологических параметров сварки.

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

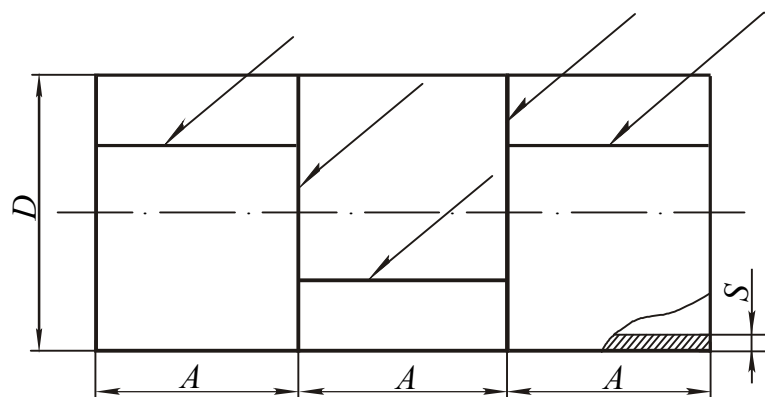
1. В чём состоит сущность процесса сварки?
2. За счёт чего расплавляется металл при дуговой сварке?
3. Назовите наиболее распространённые способы дуговой сварки.
4. Укажите область применения ручной дуговой сварки.
5. Назовите основные технологические параметры автоматической дуговой сварки под флюсом.
6. Какие газы применяют в качестве защитных при дуговой сварке?

СПИСОК РЕКОМЕНДУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Технология конструкционных материалов: учеб. для студентов машиностроительных специальностей вузов / А. М. Дальский, Т. М. Барсукова, Л. Н. Бухаркин и др.; Под ред. А. М. Дальского. – 5-е изд., испр. – М.: Машиностроение, 2004. – 512с., ил.
2. Основы сварочного производства: учеб. пособие для студ. высш. учеб. заведений / В. М. Виноградов, А. А. Черепяхин, Н. Ф. Шпунькин. – М.: Издательский центр «Академия», 2008. – 272 с., ил.
3. ГОСТ 2601–84. Сварка металлов. Термины и определения основных понятий. – М.: Изд-во стандартов, 1985. – 160 с.
4. ГОСТ 5264–80. Ручная дуговая сварка. Соединения сварные. Основные типы, конструктивные элементы и размеры.– М.: Изд-во стандартов, 1983.– 63 с.
5. ГОСТ 8713–79. Сварка под флюсом. Соединения сварные. Основные типы, конструктивные элементы и размеры. – М.: Изд-во стандартов, 1985. – 64 с.
6. ГОСТ 14771–76. Дуговая сварка в защитном газе. Соединения сварные. Основные типы, конструктивные элементы и размеры. – М.: Изд-во стандартов, 1976. – 60 с.
7. ГОСТ 2246–70. Проволока стальная сварочная. – М.: Изд-во стандартов, 1973.– 23 с.
8. ГОСТ 26271–84. Проволока порошковая для дуговой сварки углеродистых и низколегированных сталей. – М.: Изд-во стандартов, 1984. – 29 с.

Приложение 1

Задание для расчёта ручной дуговой сварки



№ вар.	1	2	3	4	5	6	7	8	9
D , мм	550	600	650	700	750	800	850	900	950
A , мм	500	600	800	1000	500	600	800	1000	500
S , мм	3	4	15	8	12	3	4	15	8
Тип соед.	C8	C12	C14	C15	C43	C17	C21	C24	C25

№ вар.	10	11	12	13	14	15	16	17
D , мм	1000	550	600	650	700	750	800	850
A , мм	600	800	1000	500	600	800	1000	500
S , мм	12	5	6	18	10	15	5	8
Тип соед.	C39	C8	C12	C14	C15	C43	C17	C21

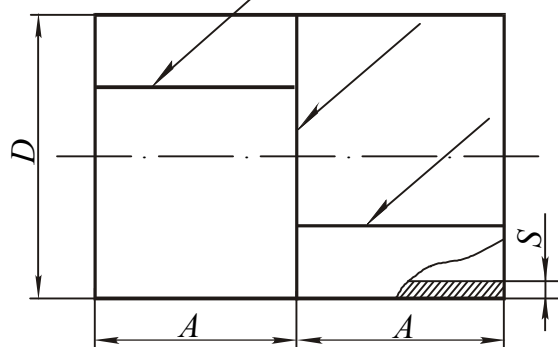
№ вар.	18	19	20	21	22	23	24	25
D , мм	900	950	1000	550	600	650	700	750
A , мм	600	800	1000	500	600	800	1000	500
S , мм	18	10	15	8	10	20	12	18
Тип соед.	C24	C25	C39	C8	C12	C14	C15	C43

№ вар.	26	27	28	29	30
D , мм	800	850	900	950	1000
A , мм	600	800	1000	500	600
S , мм	8	10	20	12	18
Тип соед.	C17	C21	C24	C25	C39

Приложение 2

Задание для расчёта автоматической дуговой сварки под флюсом

ГОСТ 8713-79 - тип. соедин. - способ сварки



№ вар.	1	2	3	4	5	6	7	8	9
D , мм	500	600	700	800	900	600	700	800	900
A , мм	800	900	1000	1100	1200	900	1000	1100	1200
S , мм	8	14	20	8	14	18	16	14	20
Тип соедин.	C9	C12	C15	C18	C21	C25	C32	C33	C36

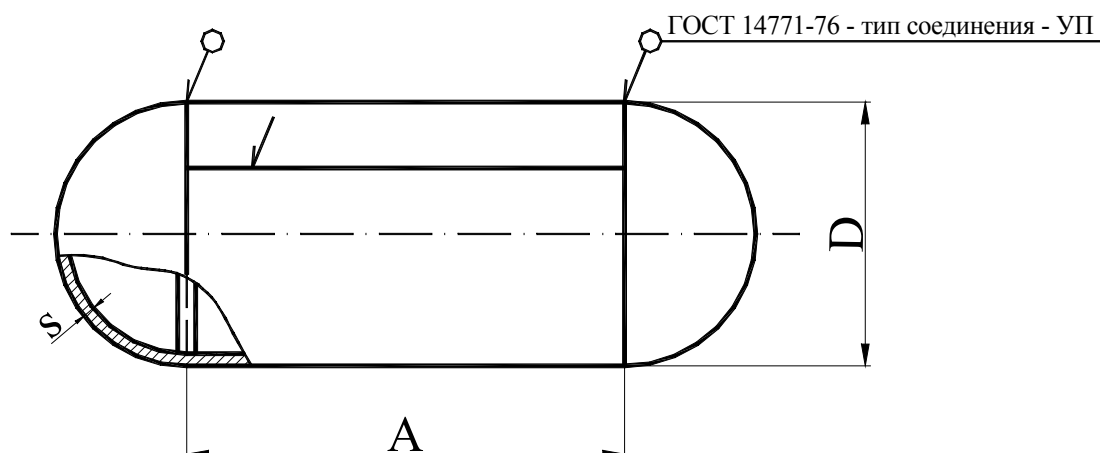
№ вар.	10	11	12	13	14	15	16	17
D , мм	1000	700	800	900	1000	1100	800	900
A , мм	1300	1000	1100	1200	1300	1400	1100	1200
S , мм	18	10	16	24	10	16	20	18
Тип соедин.	C38	C9	C12	C15	C18	C21	C25	C32

№ вар.	18	19	20	21	22	23	24	25
D , мм	1000	1100	1200	900	1000	1100	1200	1300
A , мм	1300	1400	1500	1200	1300	1400	1500	1600
S , мм	20	24	30	12	18	30	12	18
Тип соедин.	C33	C36	C38	C9	C12	C15	C18	C21

№ вар.	26	27	28	29	30
D , мм	1000	1100	1200	1300	1400
A , мм	1300	1400	1500	1600	1700
S , мм	24	30	24	30	40
Тип соедин.	C25	C32	C33	C36	C38

Приложение 3

Задание для расчета сварки в среде углекислого газа



№ вар	1	2	3	4	5	6	7	8	9
D, мм	400	500	600	700	800	900	1000	1100	1200
A, мм	600	700	800	900	1000	1100	1200	1300	1400
S, мм	3	4	8	18	6	10	3	6	10
Тип соед.	C8	C10	C12	C14	C15	C17	C18	C19	C21

№ вар	10	11	12	13	14	15	16	17	18
D, мм	1300	500	600	700	800	900	1000	1100	1200
A, мм	1500	700	800	900	1000	1100	1200	1300	1400
S, мм	18	8	6	10	20	10	14	6	10
Тип соед.	C25	C8	C10	C12	C14	C15	C17	C18	C19

№ вар	19	20	21	22	23	24	25	26	27
D, мм	1300	1400	600	700	800	900	1000	1100	1200
A, мм	1500	1600	800	900	1000	1100	1200	1300	1400
S, мм	12	20	12	10	18	24	14	18	8
Тип соед.	C21	C25	C8	C10	C12	C14	C15	C17	C18

№ вар	28	29	30
D, мм	1300	1400	1500
A, мм	1500	1600	1700
S, мм	12	18	24
Тип соед.	C19	C21	C25

Составители

Вячеслав Владиславович Драчев
Константин Петрович Петренко

**ТЕХНОЛОГИЯ ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ
ДУГОВОЙ СВАРКИ ПЛАВЛЕНИЕМ**

Методические указания к лабораторной работе по дисциплинам «Технология конструкционных материалов», «Технологические процессы в машиностроении», «Технологические процессы автоматизированного производства», «Физико-химические основы технологических процессов» для студентов всех технических направлений

Печатается в авторской редакции

Подписано в печать 13.12.2012. Формат 60×84/16. Бумага офсетная.

Отпечатано на ризографе. Уч.-изд. л. 1,2.

Тираж 60 экз. Заказ

КузГТУ. 650000, Кемерово, ул. Весенняя, 28.

Типография КузГТУ. 650000, Кемерово, ул. Д. Бедного, 4А.