

**Федеральное агентство по образованию**  
**Томский государственный архитектурно-строительный**  
**университет**  
**Институт заочного и дистанционного обучения**

## **СВАРКА МЕТАЛЛОВ**

**Методические указания**  
**к самостоятельному изучению дисциплины**

**Составители К.К. Карадашов**  
**Р.А. Козырева**

**Томск 2008**

Сварка металлов: методические указания / Сост. К.К. Карандашов, Р.А. Козырева. – Томск: Изд-во Том. гос. архит.-строит. ун-та, 2008. – 22 с.

Рецензент: доц. Т.Ю. Малеткина  
Редактор: Е.Ю. Глотова

Методические указания к самостоятельному изучению дисциплины ФТД.02 «Сварка металлов» предназначены для студентов специальностей 190601 «Автомобили и автомобильное хозяйство», 190205 «Подъемно-транспортные, строительные, дорожные машины и оборудование», 270113 «Механизация и автоматизация строительства», 250403 «Технология деревообработки» и 150405 «Машины и оборудование лесного комплекса» всех форм обучения.

Печатаются по решению методического семинара кафедры общего материаловедения и технологии композиционных материалов № 1 от 25.09.08 г.

Утверждены и введены в действие проректором по учебной работе О.Г. Дзубо

с 10. 01. 2009  
по 10. 01. 2014

Подписано в печать. *09.12.08*  
Формат 60х90/16. Бумага офсет. Гарнитура Таймс. Печать офсет.  
Уч.-изд. л. 1,2. Тираж 550 экз. Заказ № 524

Изд-во ТГАСУ, 634003, г. Томск, пл. Соляная, 2.  
Отпечатано с оригинал-макета в ООП ТГАСУ.  
634003, г. Томск, ул. Партизанская, 15.

## ВВЕДЕНИЕ

Сварка металлов является одной из составных частей дисциплины «Технология конструкционных материалов», входящую в государственный образовательный стандарт для подготовки квалифицированных специалистов.

Знание традиционных и современных технологических процессов различных способов сварки, наплавки и резки металлов и сплавов позволит будущим специалистам решать производственные задачи по технологии изготовления и ремонта различных деталей машин и оборудования на достаточно высоком уровне.

В методических указаниях приведена примерная программа для самостоятельного изучения данной дисциплины и составлены задания к контрольной работе с целью закрепления знаний.

При составлении заданий были использованы варианты вопросов ранее издаваемых кафедрой методических указаний.

# 1. ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ТЕХНОЛОГИИ СВАРОЧНОГО ПРОИЗВОДСТВА

Для выполнения контрольной работы студентам необходимо изучить теоретический материал по технологии сварочного производства.

## 1.1. Технология ручной дуговой сварки стали

Техника выполнения сварных швов. Режим сварки. Особенности сварки в зависимости от толщины стали и протяженности швов.

Сварка среднеуглеродистых и низколегированных сталей.

## 1.2. Технология автоматической и полуавтоматической сварки под флюсом

Режимы сварки. Подготовка и сборка конструкций под автоматическую сварку. Автоматическая сварка стыковых и угловых швов.

Автоматическая сварка вертикальных и горизонтальных швов. Сварка монтажных швов.

Полуавтоматическая шланговая сварка под флюсом. Сварка углеродистых и легированных сталей. Оборудование для автоматической сварки под флюсом.

Электрошлаковая сварка.

## 1.3. Сварочные напряжения и деформации

Причины возникновения остаточных напряжений и деформаций.

Разновидности и величина сварочных напряжений и деформаций. Снижение деформаций и напряжений. Припуски на усадку швов.

## 1.4. Дуговая сварка в защитных газах

Оборудование для ручной дуговой сварки в защитных газах. Технология дуговой сварки в защитных газах.

### **1.5. Электрическая контактная сварка**

Контактные сварочные машины. Машины для стыковой, точечной и роликовой (шовной) сварки.

Подготовка металла к сварке. Технология стыковой, точечной и роликовой (шовной) сварки.

### **1.6. Газовая сварка и резка**

Газы, оборудование и принадлежности для газовой сварки и резки.

Технология газовой сварки и резки. Электрическая дуговая, воздушно-дуговая и кислородно-дуговая резка.

### **1.7. Сварка высоколегированных нержавеющей хромистых сталей**

Газовая сварка. Ручная дуговая сварка металлическим электродом.

Автоматическая и полуавтоматическая сварка под флюсом.

Дуговая сварка в защитных газах.

### **1.8. Сварка трубопроводов из углеродистых легированных сталей**

Технология сварки. Подготовка труб под сварку. Дуговая сварка трубопроводов.

### **1.9. Сварка цветных металлов и сплавов**

Сварка алюминия и его сплавов.

Сварка меди и медных сплавов.

Сварка магниевых сплавов.

Сварка титана.

### **1.10. Сварка чугуна**

Свойства и свариваемость чугуна.

Сварка чугуна без подогрева и с подогревом.

Газовая сварка чугуна.

### **1.11. Наплавка твердых сплавов**

Наплавочные материалы.

Электроды для наплавки.

Технологический процесс наплавки.

## **2. ОБЩИЕ УКАЗАНИЯ К КОНТРОЛЬНОЙ РАБОТЕ**

Вариант каждого контрольного задания предусматривает краткое описание сущности рассматриваемого технологического процесса сварки, его особенности и области применения. Также необходимо рассмотреть разработку схемы технологического процесса сварки изделия и выполнить расчеты технологических параметров.

Важным параметром технологического процесса дуговой сварки является подготовка кромок и сборка заготовок. Подготовку кромок под сварку выполняют по государственному стандарту, номер которого указан на чертеже. В государственном стандарте приведены поперечные сечения сварных швов с указанием геометрических размеров для заданных толщин металла. При выполнении этого задания необходимо будет пользоваться следующими стандартами:

ГОСТ 5264–80 – ручная дуговая сварка;

ГОСТ 8713–79 – автоматическая и полуавтоматическая сварка под флюсом;

ГОСТ 14771–76 – дуговая сварка в защитном газе;

ГОСТ 14806–80 – дуговая сварка алюминия и алюминиевых сплавов в инертных газах;

ГОСТ 15878–79 – контактная сварка.

Сварные соединения обозначают условно: стыковое – С, угловое – У, тавровое – Т, нахлесточное – Н. Цифры возле букв, например С4, Т6, указывают порядковый номер данного шва

в государственном стандарте (вид соединения и шва, а также форму разделки кромок и размеры соединения в сборе).

Способы сварки имеют следующие обозначения: дуговая – Э, газовая – Г, в инертных газах – И, контактная – К, в углекислом газе – У.

Буква перед обозначением вида сварки обозначает: Р – ручная, А – автоматическая, П – полуавтоматическая.

Для автоматической сварки приняты следующие обозначения: автоматическая сварка под флюсом без применения подкладок и подварочного шва – АФ, автоматическая сварка под флюсом на флюсовой подушке – АФ<sub>Ф</sub>, автоматическая сварка под флюсом на остающейся подкладке – АФ<sub>О</sub>, автоматическая сварка под флюсом на флюсомедной подкладке – АФ<sub>М</sub>, автоматическая сварка под флюсом с предварительным наложением подварочного шва – АФ<sub>Ш</sub>, автоматическая сварка под флюсом с предварительной подваркой корня шва – АФ<sub>К</sub>.

Те же индексы используются при указании технологических особенностей полуавтоматической сварки (ПФ, ПФ<sub>Ф</sub>, ПФ<sub>О</sub> и т. д.).

Для дуговой сварки в защитном газе приняты следующие обозначения: ИП – в инертных газах неплавящимся электродом без присадочного материала; ИП<sub>П</sub> – в инертных газах неплавящимся электродом с присадочным материалом; ИП – в инертных газах и их смесях с CO<sub>2</sub> и O<sub>2</sub> плавящимся электродом; УП – в CO<sub>2</sub> и его смеси с O<sub>2</sub> плавящимся электродом.

Для контактной сварки применяют следующие обозначения: К<sub>Т</sub> – точечная; К<sub>Р</sub> – рельсовая; К<sub>Ш</sub> – шовная.

Буквенные обозначения ручной дуговой сварки на чертежах не проставляются.

При выполнении контрольной работы необходимо использовать методические указания кафедры [8].

Выполняя работу, студент должен учитывать вариации заданий, зависящие от двух последних цифр шифра. Таблицы данных вариаций приводятся в каждом варианте.

## 2.1. Задания к контрольной работе

### Вариант № 1

Приведите схему и опишите сущность процесса ручной электродуговой сварки электродами с толстым покрытием. Разработайте процесс сварки резервуара из стали, марки которой указаны в табл. 2.1. Производство мелкосерийное. Укажите тип соединения, форму кромок под сварку и дайте эскиз сечения шва с указанием его размеров. По размерам шва подсчитайте массу наплавленного металла. Определите расход электродов с учетом потерь, расход электроэнергии и время сварки изделия.

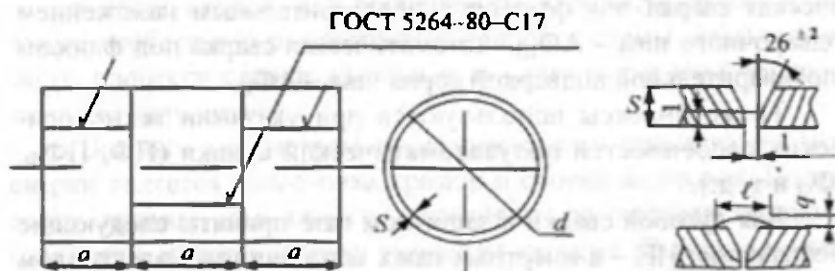


Рис. 2.1

Таблица 2.1

Шифр	Сталь	$a$ , мм	$d$ , мм	$S$ , мм	$l$ , мм	$q$ , мм
001, 061, 121	Ст.3	1000	800	5	$10 \pm 2$	$0,5^{+0,1}_{-0,5}$
011, 071, 131	12ХМ	500	400	3	$8 \pm 2$	$0,5^{+0,15}_{-0,5}$
021, 081, 141	0Х18Н10Т	750	600	4	$8 = 2$	$0,5^{+0,15}_{-0,5}$



Шифр	Сталь	$a$ , мм	$d$ , мм	$S$ , мм	$l$ , мм	$q$ , мм
031, 091, 151	Ст.20	2000	1600	10	$16 \pm 2$	$0,5^{+0,5}_{-0,5}$
041, 101, 161	09Г2	1500	1200	8	$14 \pm 2$	$0,5^{+0,5}_{-0,5}$
051, 111, 171	15ХСНД	2500	1800	12	$19 \pm 2$	$0,5^{+0,5}_{-0,5}$

### Вариант № 2

Приведите схему и опишите сущность процесса автоматической сварки под слоем флюса. Укажите назначение флюса и флюсовой подушки. Разработайте процесс сварки резервуара из стали, марка которой указана в табл. 2.2. Производство крупносерийное. Укажите тип соединения и форму кромок под сварку. Дайте эскиз сечения шва с указанием его размеров. Выберите марку и диаметр электродной проволоки и флюса. Подберите режим сварки. По размерам шва подсчитайте массу наплавленного металла. Определите расход электродной проволоки и флюса с учетом потерь, расход электроэнергии, время сварки изделия.

ГОСТ 8713-70-С4-АФ<sub>3</sub>

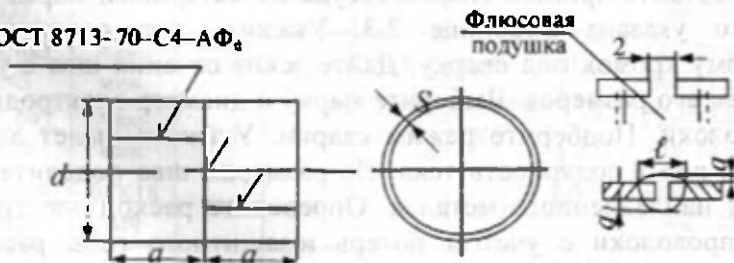


Рис. 2.2

Таблица 2.2

Шифр	Сталь	$a$ , мм	$d$ , мм	$S$ , мм	$l$ , мм	$q$ , мм
002, 062, 122	Ст.20	1000	800	5	10±2	0,5 <sup>+1,5</sup> <sub>-0,5</sub>
012, 072, 132	10Г2С	500	400	3	8±2	0,5 <sup>+1,5</sup> <sub>-0,5</sub>
022, 082, 142	0Х18Н10Т	750	600	4	8±2	0,5 <sup>+1,5</sup> <sub>-0,5</sub>
032, 092, 152	Ст.3	2000	1600	10	16±2	0,5 <sup>+1,5</sup> <sub>-0,5</sub>
042, 102, 162	12ГС	1500	1200	8	14±2	0,5 <sup>+1,5</sup> <sub>-0,5</sub>
052, 112, 172	8ХГС	2500	1800	12	19±2	0,5 <sup>+1,5</sup> <sub>-0,5</sub>

### Вариант № 3

Приведите схему автоматической сварки в среде аргона плавящимся электродом и объясните сущность процесса. Укажите особенности и достоинства сварки в среде аргона. Разработайте процесс сварки сосуда из материала, марка которого указана в таблице 2.3. Укажите тип соединения и форму кромок под сварку. Дайте эскиз сечения шва с указанием его размеров. Выберите марку и диаметр электродной проволоки. Подберите режим сварки. Укажите вылет электрода, род и полярность тока. По размерам шва подсчитайте массу наплавленного металла. Определите расход электродной проволоки с учетом потерь и защитного газа, расход электроэнергии и время сварки изделия.

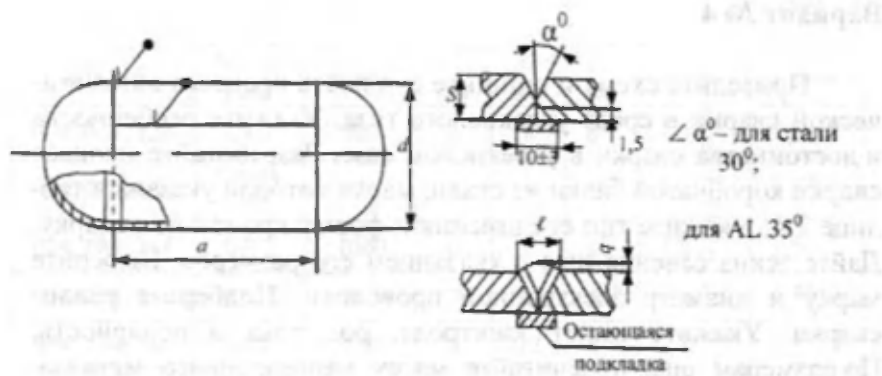


Рис. 2.3

Таблица 2.3

Шифр	Материал	$a$ , мм	$d$ , мм	$S$ , мм	$e$ , мм	$q$ , мм	Примечание
003, 063, 123	Ст.3	500	200	3	$6^{+2}$	$1,0^{+0,5}_{-1,0}$	ГОСТ14771-76С19ИП
013, 073, 133	18ХГС	750	300	8	$12^{+2}$	$1,0^{+1,0}$	ГОСТ14771-76С19ИП
023, 083, 143	Алюмин.	1000	400	15	$25^{+2}$	$4^{+1,0}_{+2,0}$	ГОСТ14806-80С19АИП
033, 093, 153	Алюмин.	500	200	10	$20^{+2}$	$4^{+1,0}_{+2,0}$	ГОСТ14806-80С19АИП
043, 103, 163	01Х18М9	750	300	5	$9^{+2}$	$1,0^{+1,0}$	ГОСТ14771-76С19ИП
053, 113, 173	1Х13	1000	400	9	$14^{+2}$	$1,0^{+1,0}$	ГОСТ14771-76С19ИП

## Вариант № 4

Приведите схему и опишите сущность процесса автоматической сварки в среде углекислого газа. Укажите особенности и достоинства сварки в углекислом газе. Разработайте процесс сварки коробчатой балки из стали, марка которой указана в таблице 2.4. Укажите тип соединения и форму кромок под сварку. Дайте эскиз сечения шва с указанием его размеров. Выберите марку и диаметр электродной проволоки. Подберите режим сварки. Укажите вылет электрода, род тока и полярность. По размерам шва подсчитайте массу наплавленного металла. Определите расход электроэнергии и время сварки изделия.

ГОСТ 14771-76-С4-УП

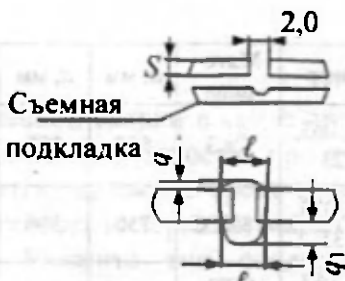
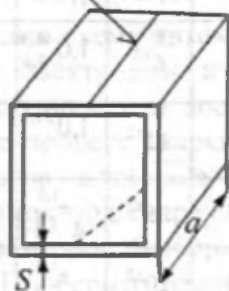


Рис. 2.4

Шифр	Материал	$a$ , мм	$S$ , мм	$\ell$ , мм	$\ell_1$ , мм	$q$ , мм	$q_1$ , мм
004.064, 124	Ст.3	500	3	8	$6^{\pm 2}$	$1,5^{+1,0}_{-0,5}$	$1,5^{\pm 1,0}$
014.074, 134	Сталь 10	750	5	9	$6^{\pm 2}$	$1,5^{+1,0}_{-0,5}$	$1,5^{\pm 1,0}$
024.084, 144	09Г2	1000	6	9	$6^{\pm 2}$	$1,5^{+1,0}_{-0,5}$	$1,5^{\pm 1,0}$
034.094, 154	18ХГС	500	7	12	$6^{\pm 2}$	$2,0^{\pm 1,0}$	$1,5^{\pm 1,0}$
044.104, 164	16ГС	750	8	12	$6^{\pm 2}$	$2,0^{\pm 1,0}$	$1,5^{\pm 1,0}$
054.114, 174	01Х18М9Т	1000	4	8	$6^{\pm 2}$	$1,5^{+0,1}_{-0,5}$	$1,5^{\pm 1,0}$

### Вариант № 5

Приведите схему и опишите сущность процесса контактной точечной электросварки. Начертите и опишите цикл точечной сварки. Разработайте процесс сварки панели из материала, марка которого указана в таблице 2.5. Шаг точек  $t = 5d$ . Производство массовое. Укажите подготовку заготовок под сварку. По толщине и материалу свариваемых заготовок выберите тип машины и приведите ее технические данные. Рассчитайте площадь контактной поверхности электрода. По значениям  $j$  (А/мм) и  $p$  (МПа) определите сварочный ток и усилия, приложенные на электродах. Определите время сварки изделия, расход электроэнергии.

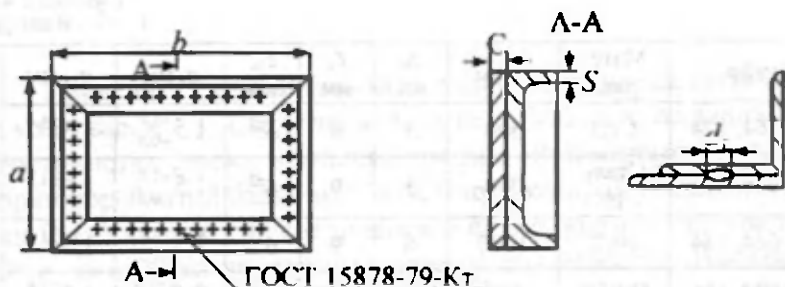


Рис. 2.5

Таблица 2.5

Шифр	Материал	$a$ , мм	$b$ , мм	$S$ , мм
005, 065, 125	Сталь 2	200	300	0,5
015, 075, 135	Сталь 20	300	400	1,0
025, 085, 145	1X13	400	500	0,5
035, 095, 155	D1X18H9T	200	300	1,0
045, 105, 165	BT 5-1	300	400	0,5
055, 115, 175	BT 1-0	400	500	1,0

### Вариант № 6

Приведите схему и опишите сущность процесса контактной (шовной) электросварки. Начертите и опишите цикл роликовой сварки. Разработайте процесс сварки бензобака из материала, марка которого указана в таблице 2.6. Укажите подготовку заготовок под сварку. По толщине свариваемых заготовок выберите тип машины и приведите ее технические данные. Рассчитайте площадь контактной поверхности электрода. По значениям  $j$  (А/мм) и  $p$  (МПа) определите сварочный ток и усилие, приложенное на роликах, время сварки, расход электроэнергии.

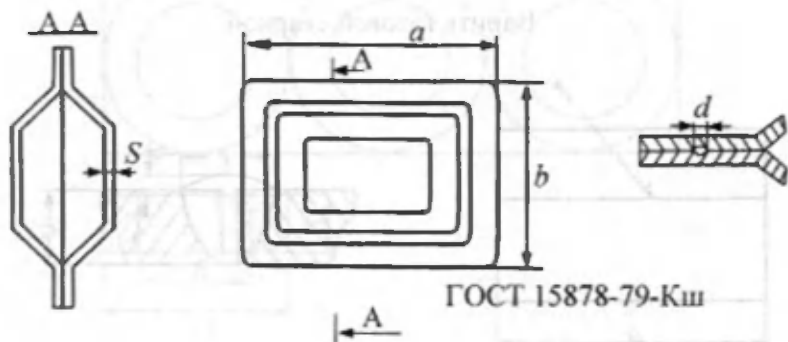


Рис. 2.6

Таблица 2.6

Шифр	Материал	$a$ , мм	$b$ , мм	$S$ , мм
006, 066, 126	Сталь 2	200	300	0,5
016, 076, 136	Сталь 20	300	400	1,0
026, 086, 146	ВТ5-1	400	500	0,5
036, 096, 156	ВТ1-0	200	300	1,0
046, 106, 166	1Х13	300	400	0,5
056, 116, 176	01Х18Н19	400	500	1,0

### Вариант № 7

Приведите схему ацетилено-кислородного пламени и опишите его строение. Разработайте процесс сварки детали из материала, марка которого указана в таблице 2.7. Определите характер пламени газовой горелки и ее мощность. Выберите марку и диаметр присадочной проволоки. Укажите состав флюса и способ сварки (левый или правый). По размерам шва определите массу наплавленного металла. Установите расход присадочной проволоки с учетом потерь, кислорода, ацетилена и время сварки изделия.

## Варить газовой сваркой

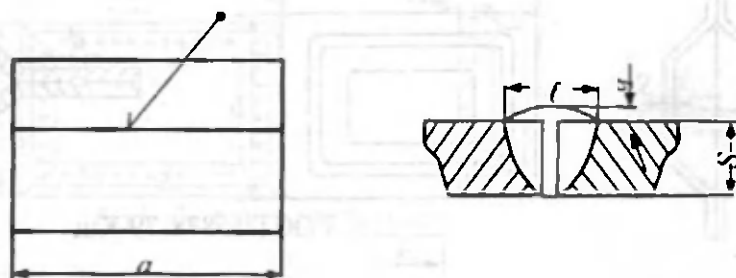


Рис. 2.7

Таблица 2.7

Шифр	Материал	$a$ , мм	$S$ , мм	$f$ , мм	$q$ , мм
007, 067, 127	Ст. 3	500	3	7	1,5
017, 077, 137	Ст.20	750	4	8	2,0
027, 087, 147	Латунь	1000	5	12	1,0
037, 097, 157	01X18H9T	500	3	7	1,5
047, 107, 167	Медь	750	4	8	2,0
057, 117, 171	Алюминий	1000	6	10	3,0

## Вариант № 8

Приведите схему и опишите сущность процесса газовой кислородной резки металлов. Разработайте процесс машинной резки изделия из стали, марка и размеры которого указаны в таблице 2.8. Опишите влияние состава стали на резку. Выберите режим машинной резки, номер мундштука. Определите скорость резки, давление кислорода, расход кислорода и ацетилена. Укажите, от чего зависит точность и качество реза.



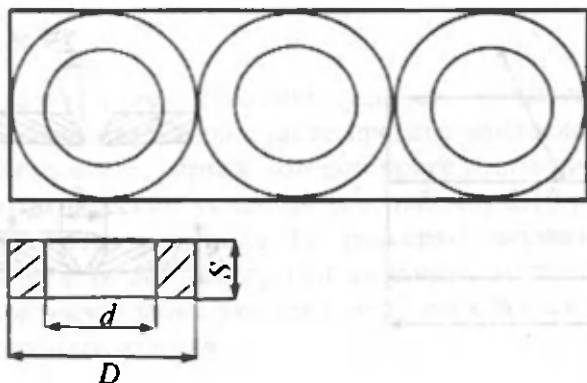


Рис. 2.8

Таблица 2.8

Шифр	Материал	$D$ , мм	$d$ , мм	$S$ , мм
008.068.128	Сталь 10	1000	300	5
018.078.138	Сталь 10	1500	450	10
028.088.148	Сталь 10	2000	600	25
038.008.158	Сталь 20	1000	300	50
048.108.168	Сталь 20	1500	450	100
058.148.178	Сталь 20	2000	600	200

### Вариант № 9

Приведите схему и опишите сущность процесса электродуговой сварки материала, марка которого указана в таблице 2.9. Разработайте процесс сварки детали. Укажите тип соединения, форму подготовок кромок под сварку. Дайте эскиз сечения шва с указанием его размеров. По размерам шва подсчитайте массу наплавленного металла. Определите расход электродов с учетом потерь, расход электроэнергии и время сварки изделия.

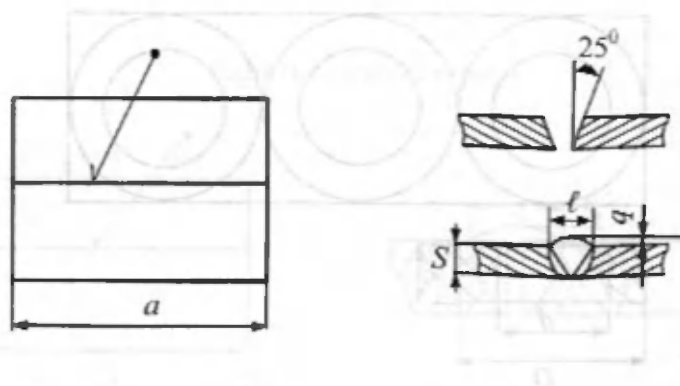


Рис. 2.9

Таблица 2.9

Шифр	Материал	$a$ , мм	$S$ , мм	$l$ , мм	$q$ , мм	Примечание
009, 069, 129	СЧ 12-28	500	10	$19 \pm 2$	$0,5^{+1,5}_{-0,5}$	ГОСТ 5264-80-С17
019, 079, 169	Алюминий	750	8	$14 \pm 2$	$2^{\pm 1}$	Варить ручной дуговой сваркой
029, 089, 149	Медь	1000	5	$8 \pm 2$	$1,5^{\pm 0,5}$	Варить ручной дуговой сваркой
039, 099, 159	ВЧ 60-1	1250	15	$22 \pm 2$	$0,5^{+2,0}_{-0,5}$	ГОСТ 5264-80-С17
049, 009, 169	АД-1	1500	6	$12 \pm 2$	$2^{\pm 1}$	Варить ручной дуговой сваркой
059, 119, 179	МНЖ 5-1	1750	8	$11 \pm 2$	$1,5^{\pm 0,5}$	Варить ручной дуговой сваркой

## Вариант № 10

Приведите схему, опишите сущность процесса наплавки твердыми сплавами. Разработайте процесс наплавки изношенной детали из стали, чертеж которой приведен на рис. 2.10. По заданным техническим условиям (см. таблицу 2.10.) подобрать тип наплавочного электрода. По размерам наплавляемой поверхности подсчитайте массу наплавленного металла. Определите расход электродов с учетом потерь, расход электроэнергии и время наплавки изделия.

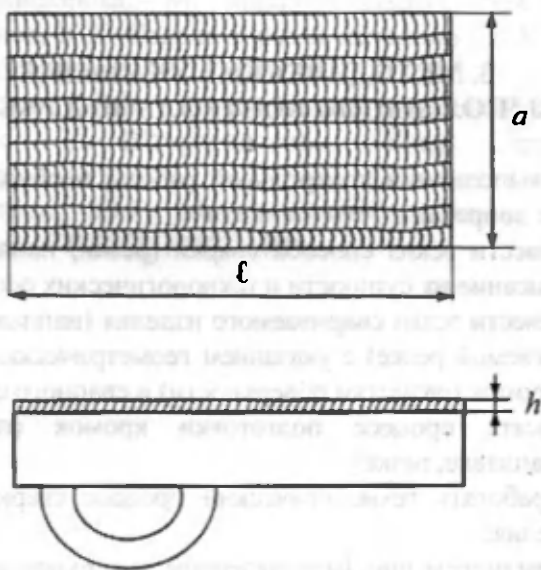


Рис. 2.10

Шифр	Твердость поверхности	$\zeta$ , мм	$a$ , мм	$h$ , мм
010, 070	250	200	100	3
020, 080	350	250	150	4
030, 090	450	300	200	5
040, 100	590	200	100	3
050, 110	550	250	150	4
060, 120	350	300	200	5

### 3. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ К ВЫПОЛНЕНИЮ КОНТРОЛЬНОЙ РАБОТЫ

При выполнении контрольной работы необходимо решить следующие вопросы:

- привести эскиз способа сварки (резки, наплавки) и дать краткое описание их сущности и технологических особенностей;

- привести эскиз свариваемого изделия (наплавляемой детали, подвергаемой резке) с указанием геометрических параметров разделки кромок (разметки поверхности) и сварного соединения;

- описать процесс подготовки кромок (поверхностей) к сварке (наплавке, резке);

- разработать технологический процесс сварки (наплавки, резки) изделия;

- по размерам шва (наплавленной поверхности) подсчитать массу наплавленного металла;

- определить расход электродов (проволоки, флюса, газа) с учетом потерь;

- определить расход электроэнергии и время сварки (наплавки, резки) изделия.

## Список рекомендуемой литературы

1. Дальский, А.М. Технология конструкционных материалов / А.М. Дальский. – М. : Машиностроение, 1985. – 448 с.
2. Глизманенко, Д.Л. Сварка и резка металлов / Д.Л. Глизманенко. – М. : Высшая школа, 1971. – 488 с.
3. Глизманенко, Д.Л. Газовая сварка и резка металлов / Д.Л. Глизманенко. – М. : Высшая школа, 1973. – 272 с.
4. Технология электрической сварки металлов и сплавов плавлением / под ред. Б.Е. Патона. – Машиностроение, 1974. – 768 с.
5. Технология и оборудование сварки плавлением / под ред. Г.Д. Никифорова. – М. : Машиностроение, 1978. – 327 с.
6. Хренов, К.К. Сварка и резка металлов / К.К. Хренов. – М. : Машиностроение, 1970. – 408 с.
7. Бондарь, В.Х. Справочник сварщика-строителя / В.Х. Бондарь, Г.Д. Шкуратовский. – Киев : Строительство, 1982. – 240 с.
8. Быстров, Ю.Г. Методические указания кафедры / Ю.Г. Быстров. – ТИСИ, 1989. – 30 с.

## Оглавление

Введение.....	3
1. Теоретические основы технологии сварочного производства.....	4
2. Общие указания к контрольной работе.....	6
2.1. Задания к контрольной работе.....	8
3. Методические указания к выполнению контрольной работы.....	20
Список рекомендуемой литературы.....	22