

**МИНИСТЕРСТВО ВЫСШЕГО И СРЕДНЕГО СПЕЦИАЛЬНОГО  
ОБРАЗОВАНИЯ РЕСПУБЛИКИ УЗБЕКИСТАН**

**ТАШКЕНТСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ  
УНИВЕРСИТЕТ  
ИМЕНИ АБУ РАЙХАНА БЕРУНИ**

**МЕХАНИКО-МАШИНОСТРОИТЕЛЬНЫЙ ФАКУЛЬТЕТ**

**КАФЕДРА «МАШИНЫ И ТЕХНОЛОГИЯ СВАРОЧНОГО  
ПРОИЗВОДСТВА»**

Дуняшин Н.С.

**МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ  
к выполнению лабораторных работ  
по дисциплине «Основные способы сварки, наплавки и пайки»  
для подготовки бакалавров по направлению  
5522700 - «Машины и технология сварочного производства»**

**ТАШКЕНТ 2007**

УДК 621.791.1

Методические указания к выполнению лабораторных работ по дисциплине «Основные способы сварки, наплавки и пайки» для подготовки бакалавров по направлению 5522700 «Машины и технология сварочного производства»/ ТашГТУ; Дуняшин Николай Сергеевич. Ташкент, 2007.

Составитель: доц., к.т.н. Дуняшин Н.С.

Методические указания к выполнению лабораторных работ обсуждены и одобрены на заседании кафедры «Машины и технология сварочного производства».

Протокол № \_\_\_\_\_ от «\_\_\_\_\_» \_\_\_\_\_ 2007 г

Заведующий кафедрой: проф., д.т.н. Абралов М.А.

Методические указания к выполнению лабораторных работ рассмотрены и утверждены на заседании Методического Совета Механико-машиностроительного факультета:

Протокол № \_\_\_\_\_ от «\_\_\_\_\_» \_\_\_\_\_ 2007г

Председатель  
Методического Совета факультета: \_\_\_\_\_ проф., д.т.н. Махкамов К.Х

**Содержание**

Лабораторная работа №1. Определение режимов ручной дуговой сварки покрытыми электродами и их влияния на размеры сварного шва.....	4
Лабораторная работа №2. Выбор и наладка рационального режима точечной контактной сварки.....	10
Список используемой литературы.....	19

## Лабораторная работа №1

### ОПРЕДЕЛЕНИЕ РЕЖИМОВ РУЧНОЙ ДУГОВОЙ СВАРКИ ПОКРЫТЫМИ ЭЛЕКТРОДАМИ И ИХ ВЛИЯНИЯ НА РАЗМЕРЫ СВАРНОГО ШВА

#### Цель работы:

1. Приобретение навыков расчетного определения режимов ручной дуговой сварки.
2. Ознакомиться с влиянием режимов на размеры шва и проплавления основного металла.

#### ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ

Режимом сварки называют совокупность основных характеристик сварочного процесса, обеспечивающих получение качественного сварного шва заданных размеров.

К основным параметрам режима ручной дуговой сварки относят: диаметр электрода; силу сварочного тока; скорость сварки, контролируемая косвенно по необходимым размерам получаемого шва; число проходов при многопроходной сварке. Напряжение дуги при сварке покрытыми электродами изменяется в узких пределах (18...22 В) и поэтому не является элементом режима. Тип и марка электрода, род тока и его полярность выбираются и назначаются исходя из технологических особенностей сварки конкретного материала.

Исходными данными для расчета режима являются геометрические размеры шва, установленные ГОСТом или определенные конструкторским расчетом.

Расчет начинают с определения диаметра электрода. Критерием для выбора служит толщина свариваемого материала при сварке стыковых соединений, или катет шва для нахлесточных, угловых и тавровых соединений. Практические рекомендации по выбору диаметра электрода приведены в табл. 1.1 и 1.2

Таблица 1.1

Толщина детали при сварке встык $s$ , мм	1,5...2	3	4...8	9...12	13...15	16...20	20
Диаметр электрода $d_э$ , мм	1,6...2	3	4	4...5	5	5...6	6...10

Таблица 1.2

Катет шва при сварке угловых, тавровых и нахлесточных соединений, мм	3	4...5	6...9
Диаметр электрода, мм	3	4	5

При сварке многопроходных соединений для обеспечения провара корня сварку первого слоя рекомендуется выполнять электродами диаметром не более 4 мм.

Важным параметром режима является сварочный ток. Изменение величины тока связано прямой зависимостью с глубиной провара и производительностью процесса. Однако увеличение силы тока ограничивается возрастающей неравномерностью плавления электрода и перегрева покрытия, выделяющимся в электродном стержне теплом в соответствии с законом Джоуля - Ленца. Нормальное качество шва обеспечивается, когда скорость плавления электрода в начале и конце будет отличаться не более, чем на 30 %, а разогрев покрытия - ниже температуры потери им защитных свойств.

Многолетней практикой выработано ряд эмпирических формул, позволяющих по диаметру электрода определить допустимую силу сварочного тока. Наиболее точные результаты дает формула:

$$I_{св} = \frac{\pi d_э^2}{4} j \quad (1.1)$$

где  $I_{св}$  - сила сварочного тока, А;  $d_э$  - диаметр электрода (стержня), мм;  $j$  - допускаемая плотность тока, А/мм<sup>2</sup>.

Таблица 1.3.

Значения допускаемой плотности тока в электроде при ручной дуговой сварке.

Вид покрытия	Допустимая плотность тока $j$ , А/мм <sup>2</sup> при $d_э$ , мм			
	3	4	5	6
Кислое, рутиловое	14...20	11,5...16	10...13,5	9,5...12,5
Основное	13...18,5	10...14,5	9...12,5	8,5...12,0

При приближенных подсчетах величина сварочного тока может быть определена по одной из следующих эмпирических формул:

$$I_{св} = k \cdot d_э, \text{ А} \quad (1.2)$$

Значение  $k$  в ней выбирают в зависимости от диаметра электрода по таблице 2.4.

Таблица 1.4

Диаметр электрода $d_э$ , мм	2	3	4	5	6
$k$	25...30	30...45	35...50	40...55	45...60

$$I_{св} = k_1 \cdot d_{эл}^{1,5}, \text{ А} \quad (1.3)$$

где  $k_1$ , выбирают в пределах 20...25.

$$I_{св} = d_{эл} (k_2 + \alpha \cdot d_{эл}), \text{ А} \quad (1.4)$$

где  $k_2 = 20$ ;  $\alpha = 6$ .

Скорость сварки определяется по необходимым размерам наплавляемого шва или площади поперечного сечения наплавляемого слоя при многопроходной сварке

$$v_{св} = \frac{\alpha_n \cdot I_{св}}{100 \cdot \rho \cdot F_n}, \text{ м/час} \quad (1.5)$$

где  $\alpha_n$  коэффициент наплавки, г/А·час;  $F_n$  - площадь поперечного сечения валика заданных проходов, см<sup>2</sup>,  $\rho$  - плотность наплавленного металла.

При определении числа проходов следует иметь в виду, что максимальное поперечное сечение металла, наплавляемого за один проход, не должно превышать 30..40 мм<sup>2</sup>. Для угловых и тавровых соединений за один проход, как правило, выполняют швы катетом не более 8...9 мм. При сварке многопроходных стыковых швов площадь поперечного сечения первого слоя  $F_1$  выбирают по следующей зависимости

$$F_1 = (6 \dots 8) d_{эл} \quad (1.6)$$

где  $d_{эл}$  - диаметр электрода, мм. Площадь сечения последующих швов  $F_n$  определяют по формуле

$$F_n = (8 \dots 12) d_{эл}^2, \text{ мм}^2 \quad (1.7)$$

Зная общую площадь поперечного сечения наплавленного металла  $F_n$  и площади поперечного сечения наплавляемого металла при первом и каждом последующем проходах, определяют число проходов

$$n = \frac{F_n - F_1}{F_n} + 1 \quad (1.8)$$

Для вычисления величины сварочных деформаций, распространения тепла и др. расчетов, пользуются понятием погонная энергия. Погонной энергией ( $q_n$ ) называют отношение мощности дуги к скорости ее перемещения. Она определяет количество тепла, введенного дугой в единицу длины однопроходного шва за единицу времени

$$q_n = \frac{0,24 \cdot I_{св} \cdot U_d}{v_{св}} \eta \quad (1.9)$$

где  $U_d$  - напряжение дуги,  $\eta$  - эффективный к.п.д. дуги.

Глубина проплавления  $h$  при ручной дуговой сварке малоуглеродистых и низколегированных сталей может быть определена по формуле

$$h = (0,5 \dots 0,7) 0,0112 \sqrt{q_n}, \text{ мм} \quad (1.10)$$

Закристаллизовавшийся металл шва состоит из смешанных в жидком состоянии в сварочной ванне расплавленных основного и присадочного металлов. Доля их участия определяет в конечном итоге химический состав шва, а следовательно, и его прочностные и служебные свойства. Доля участия основного металла  $\gamma_0$  в формировании шва определяется отношением

$$\gamma_0 = F_{np} / F_{ш} \quad (1.11)$$

Соответственно доля участия наплавленного металла  $\gamma_n$  в образовании шва

$$\gamma_n = F_n / F_{ш} \quad (1.12)$$

где  $F_{np}$ ,  $F_n$ , и  $F_{ш}$  - площади поперечного сечения проплавленного основного, наплавленного присадочного металлов и шва соответственно. При этом

$$\gamma_0 + \gamma_n = 1 \quad (1.13)$$

Режимы сварки оказывают существенное влияние на проплавление основного металла, форму и размеры шва.

С ростом силы тока глубина проплавления увеличивается. Такое влияние обусловлена изменением давления, оказываемого дугой на

поверхность сварочной ванны и увеличением эффективней тепловой мощности дуги. В большинстве случаев именно изменением величины тока меняют в нужном направлении глубину провара основного металла. На ширину шва изменение величины тока оказывает незначительное влияние, которое при решении практических вопросов можно не учитывать.

Род и полярность тока влияют на глубину провара. При сварке постоянным током обратной полярности глубина провара примерно на 40...50 % больше, чем при сварке постоянным током прямой полярности. При сварке переменным током глубина провара на 15...20 % ниже, чем при сварке постоянным током обратной полярности. Вызвано это различием тепловой энергии на катоде и аноде. При сварке покрытыми электродами влияние рода и полярности тока на ширину шва практического значения не имеет.

Уменьшение диаметра электрода при том же токе приводит к снижению подвижности столба дуги и, как следствие, к увеличению глубины провара и уменьшению ширины шва. С увеличением диаметра электрода, при неизменном токе глубина провара уменьшается, а ширина шва растет.

Влияние скорости сварки на глубину проплавления носит сложный характер. При малых скоростях (1,0...1,5 м/час) у основания дуги образуется слой жидкого металла, препятствующий проплавлению основного металла, и глубина провара минимальна. Повышение скорости сварки до некоторого значения, зависящего от конкретных условий, приводит к увеличению глубины провара. Дальнейшее увеличение скорости сварки вызывает снижение глубины провар за счет уменьшения погонной энергии.

Ширина шва связана со скоростью сварки обратной зависимостью. Увеличение скорости приводит к уменьшению ширины шва, что обусловлено уменьшением подвижности дуги при повышении скорости ее перемещения.

### **РАБОЧЕЕ ЗАДАНИЕ**

1. Для указанных преподавателем условий рассчитать режим ручной дуговой сварки.
2. Определить зависимость размеров, формы и доли участия основного металла в металле шва от:
  - а) диаметра электрода,
  - б) величины сварочного тока,
  - в) скорости перемещения электрода.

### **ОБОРУДОВАНИЕ И МАТЕРИАЛЫ**

1. Сварочный пост для ручной дуговой сварки с измерительными приборами.
2. Ручной пресс для излома проб.
3. Секундомер.
4. Линейка металлическая.
5. Штангенциркуль.
6. Покрытые электроды диаметром 3, 4 и 5 мм одной марки.
7. Пластинки из низкоуглеродистой стали под наплавку.

## ПОРЯДОК ВЫПОЛНЕНИЯ РАБОТ

*Расчет режимов.*

1. Для указанных преподавателем условий рассчитать режим сварки и глубину проплавления по формулам данным в описании.
2. Собрать две пластины встык и прихватить по торцам.
3. По рассчитанным режимам наплавить валики поперек двух состыкованных пластин, соблюдай скорость сварки.
4. Разломать пластины на ручном прессе и замерить глубину проплавления. Сравнить расчетную глубину проплавления с действительной. Расчетные и экспериментальные данные занести в табл. 1.5.

Таблица 1.5

	$d_{эл}, \text{мм}$	$\alpha_n, \text{г/А}\cdot\text{ч}$	$I_{св}, \text{А}$	$U_d, \text{В}$	$v_{св}, \text{м/час}$	$h_1, \text{мм}$	$F_{н1}, \text{мм}$	$F_{пр1}, \text{мм}$	$F_{ш1}, \text{мм}$
расчетные									
экспериментальные									

5. Замерить основные размеры поперечного сечения шва. Зарисовать эскиз и проставить на нем данные замеров. Площади поперечного сечения наплавленного и проплавленного металлов с некоторой погрешностью могут быть определены по формулам

$$F_n = 0,75 \cdot c \cdot b \quad (1.13)$$

$$F_{пр} = 0,75 \cdot h \cdot b \quad (1.14)$$

где  $c$  - высота усиления валика шва, мм;  $b$  - ширина шва, мм.

*Влияние диаметра электрода на размеры шва и проплавление основного металла.*

1. Собрать две пластины встык и прихватить по торцам.
2. Для электрода диаметром 4 мм подобрать силу тока на вспомогательной пластине (140...150 А).
3. Тремя электродами одной марки различных диаметров (3, 4 и 5 мм) на подобранном режиме наплавить три валика поперек состыкованных пластин. Скорость сварки и напряжения дуги для всех трех наплавов выдержать постоянным. Каждую последующую наплавку производить после остывания предыдущей.
4. Разломать пластины на ручном прессе и замерить основные размеры поперечного сечения наплавленных валиков. Данные опыта занести в табл. 3.6.

Таблица 1.6

№	$d_{эл}, \text{мм}$	$I_{св}, \text{А}$	$U_d, \text{В}$	$v_{св}, \text{м/час}$	$q_{п}, \text{Дж/м}$	$b, \text{мм}$	$c, \text{мм}$	$h, \text{мм}$	$F_n, \text{мм}^2$	$F_{пр}, \text{мм}^2$	$\gamma_0$

*Влияние скорости сварки на размеры шва и проплавление основного металла.*

1. Для электрода диаметром 4 мм повторить опыт, меняя скорость сварки. Экспериментальные данные и вычисленные значения занести в табл. 2.6.

### **СОДЕРЖАНИЕ ОТЧЕТА**

Отчет должен содержать цель и краткое описание общих положений работы; расчет режима сварки; все таблицы с экспериментальными и вычисленными значениями; аккуратно оформленные и выполненные в масштабе графики зависимостей геометрических размеров шва и доли основного металла в металле шва от диаметра электрода, силы тока и скорости сварки; выводы и объяснения полученных данных.

### **КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ**

1. Что понимается под режимом сварки и какие параметры относятся к режиму ручной дуговой сварки?
2. Расскажите последовательность расчета режима ручной дуговой сварки?
3. Что характеризует погонная энергия сварки?
4. Какая зависимость существует между погонной энергией и сечением валика шва?
5. Как определяется доля основного металла в металле шва?
6. Как влияют параметры режима на долю основного металла в металле шва при ручной дуговой сварке?

## Лабораторная работа №2 ВЫБОР И НАЛАДКА РАЦИОНАЛЬНОГО РЕЖИМА ТОЧЕЧНОЙ КОНТАКТНОЙ СВАРКИ

### Цель работы:

1. Изучить конструкцию и принцип действия точечной машины
2. Научиться работать с описаниями и справочными материалами контактно машины.
3. Выявить влияние подготовки деталей и основных параметров режима точечной сварки на качество сварного соединения.

### ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

Машины точечной контактной сварки типов МТ-1610, МТ-1606 и МТ-601 предназначены для точечной сварки деталей из низкоуглеродистой стали, обеспечивают высокую производительность и качество сварки.

Таблица 2.1.

Технические данные машин точечной контактной сварки:

№	Характеристики	МТ-1610	МТ-1606	МТ-601
1	Номинальное первичное напряжение, В	380	380	380
2	Номинальная мощность, КВА	86	95	14,2
3	Номинальный первичный ток, А	227	250	36,4
4	Номинальный ПВ, %	20	20	20
5	Пределы регулирования вторичного напряжения, В	2,9 – 5,7	2,9 – 5,7	1,25 – 2,5
6	Количество ступеней регулирования вторичного напряжения	8	8	8
7	Диапазон свариваемых толщин из низкоуглеродистой стали, мм: на жестком режиме  на мягком режиме	0,8+0,8 до 2,5+2,5 до 6,5+6,5	0,8+0,8 до 2,5+2,5 до 6,5+6,5	0,8+0,8
8	Номинальное усилие на электродах, Н (при давлении сжатого воздуха 0,44 МПа)	6300	6300	1850
9	Расход сжатого воздуха, м <sup>3</sup> /час	5	5	3
10	Расход охлаждающей воды, л/час	700	700	450
11	Производительность машины при сварке деталей из малоуглеродистой стали, толщиной 1+1	200	350	150
12	Номинальный сварочный ток, кА	16	16	6,3

### Конструкция машины МТ-1610

В корпус 1 машины (рис. 2.1) встроены: сварочный трансформатор 2, переключатель ступеней 3 и игнитронный контактор 4. Пневматический привод 5, вертикально перемещающий верхний электрододержатель 6, установлен на кронштейне передней рамы корпуса. Электропневматический клапан 7, маслораспылитель 8 и редуктор давления с манометром 9 размещены рядом с приводом давления.

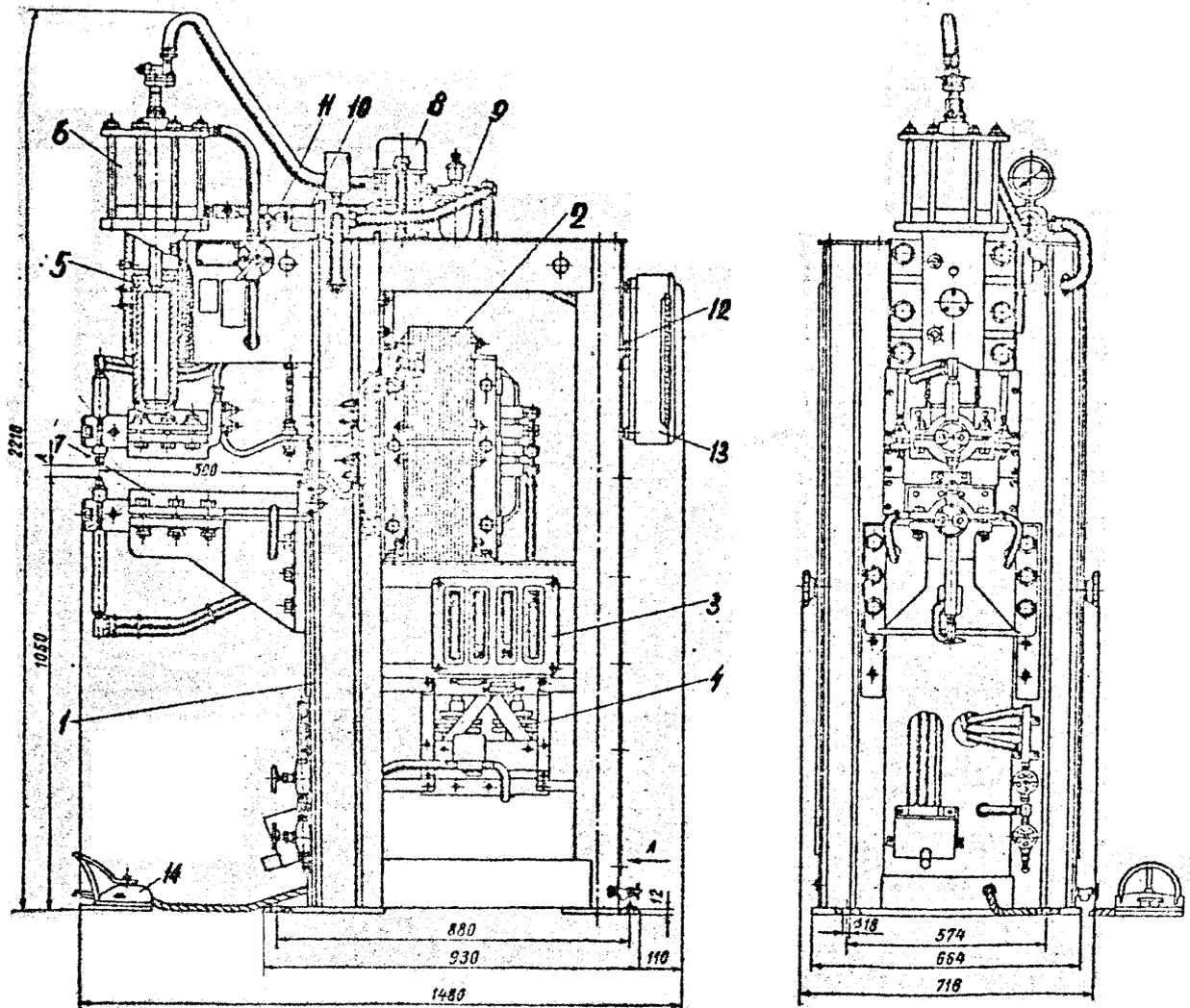


Рис. 2.1. Общий вид машины МТ-1610

На правой боковой стороне кронштейна передней рамы установлен воздушный кран дополнительного хода электрода 10, на стенке задней рамы фильтр 11, регулятор времени 12 и автоматический выключатель 13. Кронштейн 16 закреплен болтами на передней раме корпуса, на ней же установлен водяной распределитель 17 с запорными вентилями.

Для сбора отработанной воды и слива её в канализацию на передней раме прикреплена сливная коробка 18. Включение машины в работу осуществляется пусковой pedalной кнопкой 19.

#### *Вторичный контур машины*

Шток нижнего поршня в основании имеет площадку для крепления контактной колодки 1 с верхним электрододержателем и электродом. Контактная колодка электрически изолированная от штока, гибкой шиной 2 и контактным угольником 3 соединяется с верхними колодками дисков вторичного витка трансформатора. Нижняя часть токоподвода состоит из кронштейна 4, крышки 5, шины 6, хобота и нижнего электрододержателя с электродом.

Кронштейн устанавливается на передней раме корпуса и закрепляется на ней болтами, причем предусмотрена возможность в ручную ступенчато переставлять кронштейн на раме корпуса по высоте на 140 мм через каждые 70 мм. Таким образом, в зависимости от габаритов свариваемой детали, устанавливается наиболее целесообразный раствор, что имеет большое значение с точки зрения экономного использования электрической энергии, так как необоснованное увеличение раствора влечет за собой излишний расход электрической энергии.

### *Пневматическое устройство*

Опускание верхнего электрода и сжатие деталей при сварке осуществляется пневматическим приводом, состоящим из цилиндра 1 с двумя крышками 2 и 3 двух поршней 4 и 5 со штоками. Находящиеся в цилиндре поршни образуют в нем три камеры. При впуске сжатого воздуха в среднюю камеру нижний поршень 5 совершает рабочий ход; при впуске сжатого воздуха в нижнюю камеру нижний поршень возвращается в исходное положение.

Положение верхнего поршня 4 в цилиндре устанавливается регулировочной гайкой 6, навинчиваемой на резьбовой конец штока и опирающиеся над поршнем 4 в верхней камере цилиндра, удерживает поршень в этом положении.

Сжатый воздух из сети поступает через запорный вентиль 7 и фильтр 8 в распределитель 9. Из распределителя по одной ветви сжатый воздух через воздушный кран 10 проходит в верхнюю камеру пневматического цилиндра, по другой ветви через регулятор давления 11, маслораспылитель 12 и электропневматический клапан 13 в среднюю или нижнюю камеры пневматического цилиндра 1.

Воздушный кран 14 в зависимости от положения рукоятки или включает верхнюю камеру цилиндра в сеть сжатого воздуха, или отключает, соединяя камеру с атмосферой.

Для обеспечения плавной, безударной работы машины установлены дросселирующие клапаны 15, регулирующие скорость выхода сжатого воздуха из этих камер.

### *Система охлаждения*

Вторичный виток сварочного трансформатора, токоподвод и игнитронные лампы охлаждаются проточной водой. Охлаждающая вода через распределитель 1 поступает во все элементы машины. Ниппель 2 имеющийся на запорном вентиле 3 распределителя, служит для подключения машины к водопроводу при помощи резинового рукава.

Устройства распределителя, имеющего два вентиля 3 и 4, предусматривает возможность выключения (верхним вентилем 4) ветвей охлаждения трансформатора и других элементов машины, обеспечивая в то же время подвод воды к игнитронным лампам, что очень важно при прекращении работы машины.

Полное прекращение подачи воды к машине осуществляется нижним вентилем 3, отработанная вода собирается в сливную коробку 5 и отводится в канализацию. Концы рукавов, подводящих воду к сливной коробке, надеты на ниппели колодки 6. С целью экономного расходования охлаждающей воды, количество ее, протекающее через все охлаждаемые части машины, за исключением игнитронных ламп, может регулироваться при помощи трех спускных краников 7, установленных на колодке 6.

Гидравлическое реле, установленное последовательно в цепи охлаждения игнитронных ламп, исключает возможность включения их в работу без водяного охлаждения.

Работа машины без воды, даже кратковременная, может вывести из строя игнитронные лампы и сварочной трансформатор.

#### *Регулятор времени РВЭ-7-1А-2*

Регулятор времени типа РВЭ-7-1А-2 - электронное устройство, предназначенное для регулирования времени и управления последовательностью действий машин точечной и рельефной сварки с пневматическим или гидравлическим приводом.

#### *Работа схемы*

Рабочий цикл регулятора начинается с момента нажатия на педальную кнопку КП.

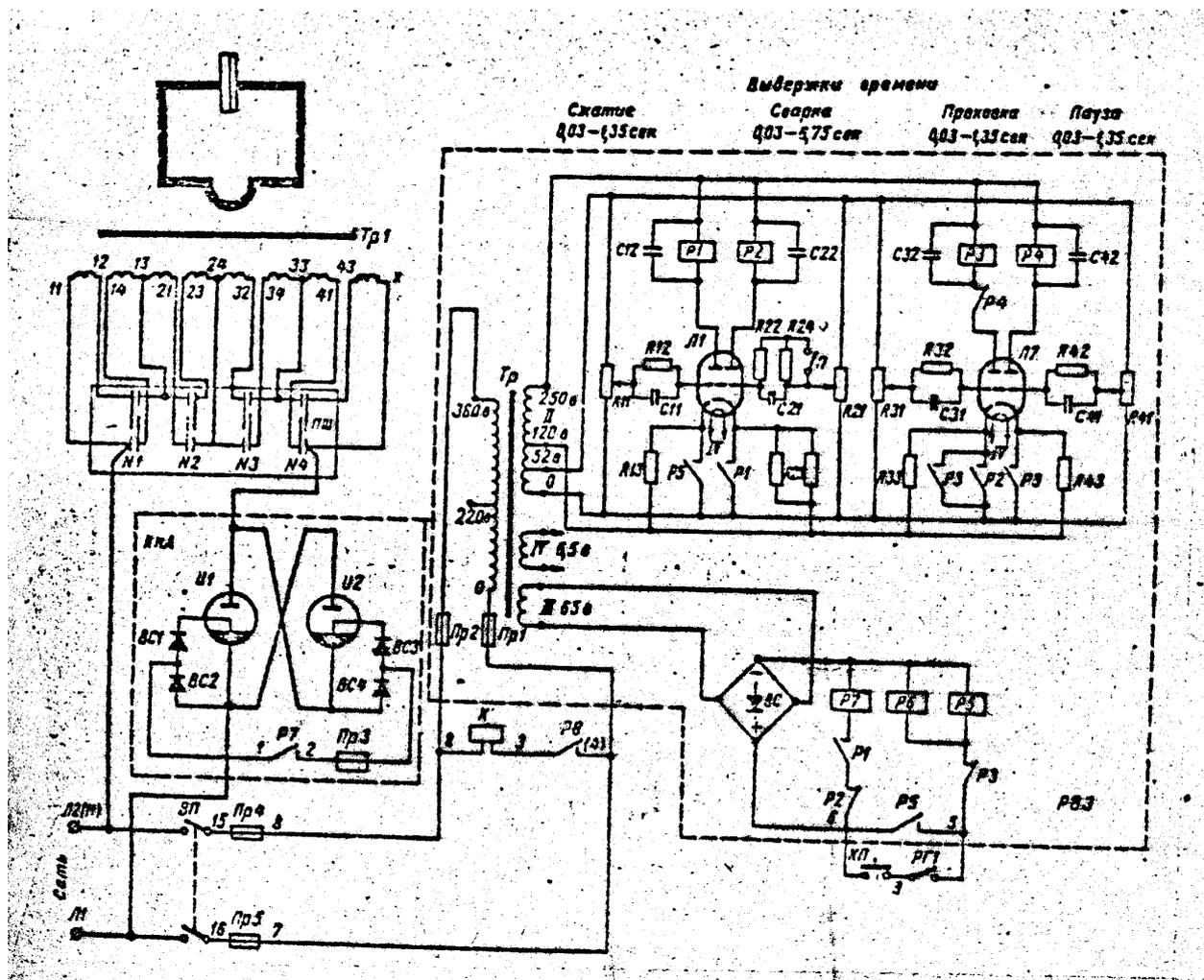


Рис. 2.2. Принципиальная электрическая схема машины МТ-1610 с контактором типа КИА

Нажатием кнопки замыкается цепь питания реле  $P_5$  и  $P_6$  через контакты реле  $P_3$ . Реле  $P_6$  сработав своими контактами, замыкает цепь питания плектропневматического клапана, который заставляет сжаться электроды машины. Одновременно срабатывает реле  $P_5$  и своими контактами блокирует контакты pedalной кнопки, благодаря чему регулятор отработает свой полный цикл, даже если кнопку разомкнуть. Вторая пара контактов реле  $P_5$  - замкнет анодную цепь первого (левого по схеме) триода лампы  $L_1$ , благодаря чему конденсатор  $C_{11}$  начнет разряжаться на сопротивление  $R_{12}$ . По мере разряда конденсатора  $C_{11}$  будет уменьшаться величина отрицательного запирающего напряжения на сетке первого триода лампы  $L_1$ , что приведет к появлению и дальнейшему увеличению ее анодного тока. В момент, когда величина анодного тока лампы достигнет значения величины тока срабатывания реле  $P_1$ , последнее сработает. Контактными реле  $P_1$  замыкается цепь питания выходного реле  $P_7$ , которое включит электромагнитный или игнитронный контактор машины, и начинается прохождение сварочного тока. Промежуток времени с момента срабатывания реле  $P_5$  (смыкание электродов машины до момента срабатывания реле  $P_1$  (включение сварочного тока) определяет время "сжатие".

Величина выдержки времени "сжатие" регулируется потенциометром  $R_{11}$ . Вторая пара контактов реле  $P_1$  замкнет анодную цепь второго триода лампы  $L_1$ , что приведет в действие цепь выдержки времени "сварка", так как сеточный конденсатор  $C_{21}$  переключен на разряд. Конденсатор  $C_{21}$  разряжается или на сопротивление  $R_{22}$ , если переключатель  $\Pi$  замкнуть, или на сумму сопротивлений  $R_{22}$  и  $R_{24}$ , если переключатель  $\Pi$  разомкнут.

Таким образом, при помощи переключателя  $\Pi$  создаются два диапазона для регулирования времени "сварка". На первом диапазоне, когда конденсатор  $C_{21}$  разряжается на одно сопротивление  $R_{22}$ , разряд конденсатора происходит быстрее, чем на втором диапазоне, когда конденсатор  $C_{21}$  разряжается на два последовательно соединенных сопротивления  $R_{22}$  и  $R_{24}$ . По истечению заданной выдержки времени "сварка" сработает реле  $P_2$  включенное в анодную цепь второго триода лампы  $L_1$ . Реле  $P_2$ , своими контактами включит цепь питания реле  $P_7$ , контакты которого в свою очередь включают контактор сварочного тока. Промежуток времени с момента срабатывания реле  $P_1$  (включение сварочного тока) до момента срабатывания реле  $P_2$  (включение сварочного тока) определяет время "сварка". Величина выдержки времени "сварка" регулируется потенциометром  $R_{21}$ . Вторая пара контактов реле  $P_2$  замкнет анодную цепь первого триода лампы  $L_2$ , что приведет в действие цепь выдержки времени "проковка", так как сеточный конденсатор  $C_{31}$  переключен на разряд и начал разряжаться на сопротивление  $R_{32}$ . По истечении выдержки времени "проковка" сработает реле  $P_3$  своими н.з. контактами разомкнет цепь питания реле  $P_5$  и  $P_6$ , а своими н.о. контактами первой парой заблокирует н.о. контакт реле  $P_2$  в анодной цепи первого триода лампы  $L_2$  и второй парой замкнет анодную цепь второго ее триода, включив тем самым цепь выдержки времени "пауза". При отпуске реле  $P_6$  разорвется цепь питания электропневматического клапана. Выключение клапана снимает нагрузку с электродов машины и заставляет их раскрыться.

При отпуске реле  $P_5$  последовательно отпускают реле  $P_1$  и  $P_2$ , и сеточные конденсаторы  $C_{11}$  и  $C_{21}$  переключаются на заряд, что подготовит цепи "сжатие" и "сварка" к следующему циклу работы регулятора. Вторая пара н.о. контактов реле  $P_3$  разблокирует педальную кнопку, что предотвратит повторение цикла работы, если педальная кнопка к этому моменту будет разомкнута. Промежуток времени с момента срабатывания реле  $P_2$  (включение сварочного тока) до момента срабатывания реле  $P_3$  (размыкание электродов машины) определяет время "проковка". Величина выдержки времени "проковка" регулируется потенциометром  $R_{31}$ . По истечении заданной выдержки времени "пауза" сработает реле  $P_4$  и своими н.з. контактами разорвет анодную цепь первого триода лампы  $L_2$ .

При размыкании анодной цепи первого триода лампы  $L_2$  отпустит реле  $P_3$  и своими н.о. контактами переключит сеточные конденсаторы  $C_{31}$  и  $C_{41}$  на заряд, чем подготовит цепи "проковка" и "пауза" к следующему циклу работы. Одновременно реле  $P_3$ , своими н.з. контактами подготовит цепь питания реле  $P_5$  и  $P_6$  для следующего цикла. Если педальная кнопка

окажется замкнутой, то при этом сработают реле  $P_5$  и  $P_6$ , и цикл повторится в описанной выше последовательности. Если же pedalная кнопка замкнута не будет, то работа регулятора на этом прекратится, а все цепи регулятора придут в исходное положение и будут подготовлены к следующему циклу, т.к. конденсаторы  $C_{11}$ ,  $C_{21}$ ,  $C_{31}$ ,  $C_{41}$  окажутся заряжены вновь, при автоматической работе регулятора промежуток времени между срабатыванием реле  $P_3$  и  $P_4$  определит время "пауза" (время, в течение которого электроды машины остаются разомкнутыми). Величина выдержки времени "пауза" регулируется потенциометром  $R_{41}$ .

### Оборудование и материалы

1. Точечная машина (МТ-1610).
2. Описания, чертежи, схемы и необходимые справочные материалы.
3. Заготовки образцов из листовой холодно катанной стали толщиной 0,5+0,5 мм

### Содержание и методика выполнения работы

1. По описанию и схемам ознакомиться с конструкцией точечной машины и её технологическими возможностями, основные технические данные занести в таблицу 2.1.
2. Подробно изучить конструкции схемы отдельных узлов машины:
  - сварочного трансформатора;
  - вторичного контура;
  - механизмов сжатия электродов;
  - электрическую схему машины;
  - систему охлаждения;
  - внешние характеристики машины
3. При выключенном сварочном токе опробовать работу и взаимодействие всех узлов машины.
4. Обратит внимание на регулируемые на машине параметры режима сварки (пределы регулирования).
5. Включить машину в сеть и произвести пробную сварку заготовки.
6. Приготовить заготовки для сварки с последующими испытаниями на разрыв. Выбрать параметры сварки (см. таблицу 2.2).

Таблица 2.2.

Режимы точечной сварки на машине МТ-1610

Толщина деталей	Сварочный ток, А	Длительность протекания тока, с	Усилие сжатия, Н	Свариваемые металлы
мягкие режимы				
0,5+0,5	4000-4500	0,1-0,2	500-1000	Низкоуглеродистые стали
1,0+1,0	5000-6000	0,2-0,3	1000-2000	
1,5+1,5	6000-7000	0,24-0,5	1500-3500	
2,0+2,0	7500-8000	0,36-0,6	2500-5000	
жесткие режимы				
0,5+0,5	6000-6500	0,08-0,1	1200-1800	Низкоуглеродистые

1,0+1,0	7000-8000	0,12-0,14	2500-3000	стали
1,5+1,5	9000-10000	0,16-0,22	4000-5000	
2,0+2,0	10000-11500	0,18-0,24	6000-7000	
0,5+0,5	4500-5000	0,08-0,12	2500-3000	Нержавеющие стали
1,0+1,0	5000-5700	0,16-0,18	3500-4500	
1,5+1,5	6000-7500	0,20-0,24	5000-6500	
2,0+2,0	7500-8500	0,24-0,30	8000-9000	

7. Установить на машине выбранные параметры режима точечной сварки.

8. Сварить образцы, изменяя параметры режима сварки:

- величину тока;
  - время протекания тока;
  - величину давления;
  - толщину свариваемых заготовок;
  - размеры рабочей поверхности - электрода
- данные занести в таблицу 2.3.

Таблица 2.3.

Таблица параметров режима точечной сварки

№/№	Вторичное напряжение $U_{20}$ , В	Первичный ток $I_1$ , В	Коэффициент трансформации $k$	Мощность машины $P$ , кВт	Сварочный ток $I_2$ , А	Усилие сжатия $P_{св}$ , Н	Время сварки $t_{св}$ , с	Диаметр электрода $d_э$ , мм	Толщина металла $s$ , мм	Внешний вид соединения

9. Испытать образцы на разрыв результаты измерений занести в таблицу 2.4.

Таблица 2.4.

№/№ образца	Усилие $P_{раз}$ , Н	Площадь сварного соединения $F$ , м <sup>2</sup>	Напряжение среза $\tau_{ср}$ , Н/м <sup>2</sup>	Место разрушения

### Содержание отчета

1. Цель работы
2. Назначение и технические данные машины.
3. Электрическая схема машины
4. Результаты режимов сварки и механического испытания образцов, выводы к работе

### Контрольные вопросы

1. Назовите основные узлы точечных машин для контактной сварки?
2. Опишите работу точечной машины с пневматическим приводом механизма сжатия
3. Каково назначение электронного регулятора времени и принцип работы РВЭ?

4. Как устроен и работает асинхронный контактор типа КИА?
5. Что входит в основные параметры режима точечной сварки?
6. Как влияют усилия сжатия, сварочный ток и время включения тока на качество сварной сварки.

**СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ**

1. Акулов А.И., Бельчук А.К., Демянцевич В.П. «Технология и оборудование сварки плавлением», М.: Машиностроение. 1977. 436с.
2. Технология и оборудование контактной сварки. Учебное пособие/ Под. ред. В.Д. Орлова. М.: Машиностроение, 1986. 325с.
3. Абралов М.А., Дуняшин Н.С. Конспект лекций по дисциплине «Основные способы сварки, наплавки и пайки» для подготовки бакалавров. Ташкент: ТашГТУ, 2002, 124 с.
4. Абралов М.А., Абралов М.М. Пайвандлаш иши асослари, Тошкент: Талъин, 2004, 272с
5. Сварка и свариваемые материалы: В 3-хт. Т 2. Технология и оборудование. Справочное издание /Под. ред. В.М. Ямпольского. М.: Изд-во МГТУ им Н.Э. Баумана, 1998. 574 с.
6. Карагозов Э.С. Сварка металлов давлением. М.: Машиностроение, 1975. 380 с.
7. Петрунин И.Е., Лоцманов С.И., Николаев Г.А. Пайка металлов. М.: Машиностроение, 1973. 280 с.