



ДОНСКОЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ

ЦЕНТР ДИСТАНЦИОННОГО ОБУЧЕНИЯ И ПОВЫШЕНИЯ  
КВАЛИФИКАЦИИ

Кафедра «Машины и автоматизация сварочного производства»

## **Особенности сварки алюминиевых сплавов вольфрамовым электродом на переменном токе**

Методическое указание к лабораторной работе  
по дисциплине

### **«Плазменно-дуговые процессы сварочного производства»**

Автор  
Щёкин В.А.  
Грицына А.Н.

Ростов-на-Дону, 2012



## Аннотация

В работе рассмотрены особенности сварки алюминиевых сплавов на переменном гоне вольфрамовым электродом, устройство и принцип работы сварочной установки УДГ-180. методика выбора диаметра электрода и сварочного тока, а также влияние подготовки кромок металла на качество сварного шва.

## Авторы

к.т.н., проф. В.А. Щёкин

к.т.н., доц. А.Н. Грицына





## Оглавление

<b>1. Цель работы.....</b>	<b>4</b>
<b>2. Общие положения по сварке алюминиевых сплавов.....</b>	<b>4</b>
<b>3. Устройство установки УДГ-180 и порядок работы .....</b>	<b>7</b>
<b>4. Выбор режима сварки.....</b>	<b>9</b>
<b>5. Возможные неисправности и их устранение .....</b>	<b>10</b>
<b>6. Рабочее задание .....</b>	<b>10</b>
<b>7. Оборудование и материалы .....</b>	<b>10</b>
<b>8. Содержание отчета .....</b>	<b>11</b>
<b>9. Литература.....</b>	<b>11</b>

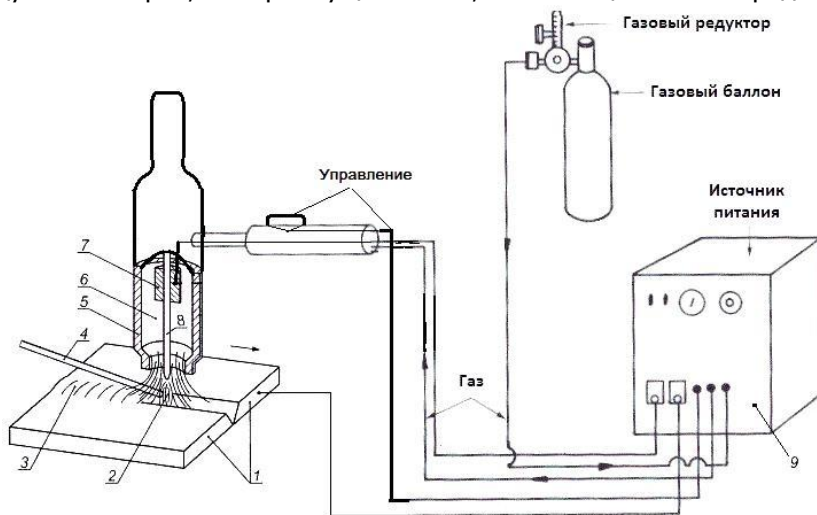


## 1. ЦЕЛЬ РАБОТЫ

Изучить особенности сварки алюминиевых сплавов вольфрамовым электродом на переменном токе, устройство установки УДГ-180 и порядок работы на ней.

## 2. ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ ПО СВАРКЕ АЛЮМИНИЕВЫХ СПЛАВОВ

Алюминий и его сплавы (Амг2, Амг3, Лмг5, Амгб, Амц) нашли широкое применение в различных отраслях промышленности из-за малого удельного веса, высоких механических свойств, высокой коррозионной стойкости и хорошей свариваемости. Алюминиевые сплавы свариваются всеми существующими способами дуговой сварки, но преимущественно, неплавящимся электродом



в инертных газах (способ ТИГ),

Рис.1. Схема дуговой сварки вольфрамовым электродом в аргоне (ТИГ)

- 1-заготовки; 2-дуга; 3-сварной шов; 4-присадочный металл;
- 5-сопло; 6-защитный газ; 7-контактный наконечник;
- 8-вольфрамовый электрод; 9-источник питания.



Основными затруднениями при сварке сплавов являются:

- наличие на поверхности изделия тугоплавкой окисной пленки  $Al_2O_3$  ( $T_{пл} = 2050^\circ C$ ,  $\gamma - 3.9 \text{ г/см}^3$ ),
- склонность к порообразованию из-за водорода,
- склонность к образованию горячих трещин,
- большие деформации изделия из-за высоких значений термического коэффициента.

Окисная пленка, кроме высокой температуры плавления, имеет пониженную электро- и теплопроводность, хорошо адсорбирует влагу, что приводит к блужданию дуги и к росту содержания водорода в зоне плавления металла (образованию пор). Шлаковые включения на основе  $Al_2O_3$  составляют 25-35% дефектов сварного шва.

Основные меры борьбы с окисной пленкой: перед сваркой - механическая или химическая очистка (травление деталей), а при сварке - удаление ее за **счет** компонентов покрытия или флюса, таких как  $K_2CO_3$ ,  $NaCl$  или механизма катодного распыления в полупериод обратной полярности (бомбардирования поверхности катода – изделия ионами защитного газа - аргона).

Основной причиной порообразования алюминиевых сплавов является водород, который может поступать в зону дуги. Источники водорода: окисная пленка, сварочные материалы (при недостаточной их прокалке или очистке), технологическая смазка. Наиболее склонны к порообразованию сплавы  $AlMg$  из-за большего коэффициента диффузии водорода магния и образования окисной пленки  $MgO \cdot nH_2O$ . Поры составляют 40-50% дефектов сварного шва.

При использовании переменного тока электропроводность дуги различна в разные полупериоды полярности. Она выше в полупериод прямой полярности (катод- вольфрамовый электрод), когда происходит термоэмиссия электронов за счет высокой температуры плавления вольфрама и низкой его теплопроводности и автоэлектронная эмиссия. При обратной полярности (катод-изделие) электропроводность дуги ниже, т. к. присутствует только автоэлектронная эмиссия из-за низкой температуры плавления изделия. Кроме того, требуется повышенное напряжение для повторного возбуждения дуги, рис. 2. В соответствии с различным напряжением дуги в разные полупериоды различна и величина тока, т. е. в сварочной цепи появляется постоянная составляющая тока (выпрямляющий вентильный эффект) из-за различий тепловых свойств электрода и изделия.

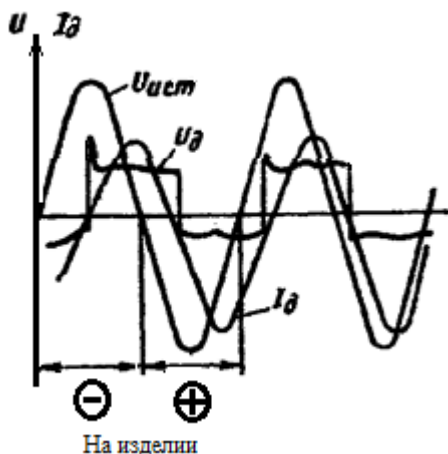


Рис.2. Асимметрия дуги переменного тока при сварке вольфрамовым электродом в аргоне:  
 $U_{ист}$  - напряжение источника тока,  $U_d$  - напряжение дуги,  $I_d$  - ток дуги.

Величина постоянной составляющей зависит от величины тока, скорости сварки, металла изделий. Ее наличие ухудшает качество сварных швов на алюминиевых сплавах и снижает стойкость вольфрама. Для уменьшения ее величины применяют различные способы (неполярные конденсаторы, диоды параллельным подключением балластного сопротивления и др.), которые входят в состав установки.

Необходимость сварки переменным током алюминиевых сплавов вызвана тем, что при сварке постоянным током прямой полярности затруднено удаление окисной пленки с поверхности алюминия, а при сварке на обратной полярности происходит перегрев и расплавление вольфрамового электрода.

Для сварки применяются электроды по ГОСТ 23949-80 марок:

- ЭВЧ- чистый вольфрам ( $W=99.7\%$ ),
- ЗВЛ- вольфрам с окисью лантана ( $La_2O_3 = 1,1...1,4\%$ ),
- ЭВИ- вольфрам с окисью иттрия ( $Y_2O_3 = 1,5... 3,5\%$ ),
- ЭВТ- вольфрам с окисью тория ( $Th_2O_3 = 1,5... 2,0\%$ )

Электроды ЭВЧ используют для сварки на переменном токе, а остальные на переменном и постоянном токах. Выбор величины тока для определенного диаметра, в связи с указанным выше, зависит от рода и полярности тока, состава газа и марки вольфрама. На стойкость электрода также влияет форма его заточки, рис. 3.



Плазменно-дуговые процессы сварочного производства

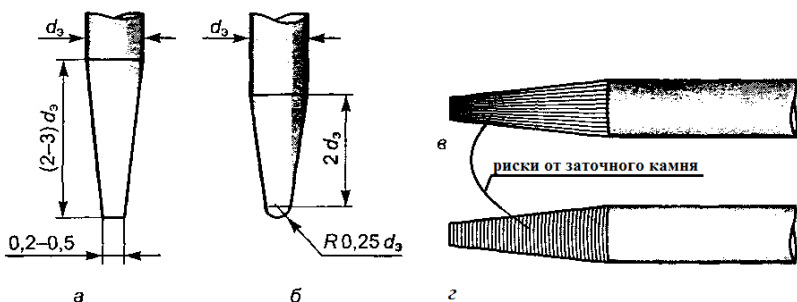


Рис. 3. Заточка вольфрамовых электродов для сварки: а - постоянным током; б - переменным током; в - правильная; г - неправильная.

**3. УСТРОЙСТВО УСТАНОВКИ УДГ-180 И ПОРЯДОК РАБОТЫ**

С учетом особенностей сварки на переменном токе установка содержит источник питания дуги - трансформатор, дроссель для регулирования сварочного тока, осциллятор - стабилизатор для первичного возбуждения дуги и для повышения устойчивости горения дуги при переходе с прямой на обратную полярность. Блочная схема установки приведена из рис.4.

Кроме того, установка содержит схему управления на печатных платах, газовый клапан и вентилятор.

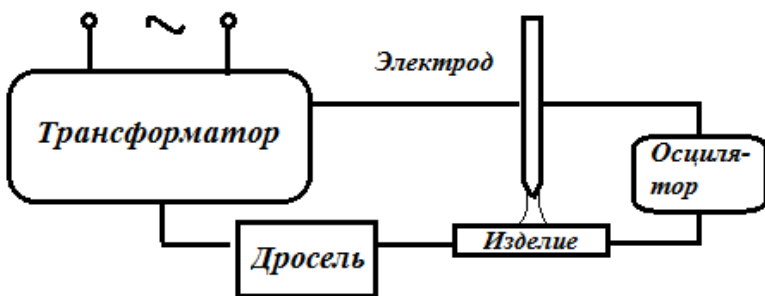


Рис.4. Блочная схема установки УДГ – 180.

Органы управления, расположенные на лицевой панели установки показаны на рис.5.

Перед сваркой тумблером 4 устанавливаем режим ТИГ, вставляем вольфрамовый электрод в кангу горелки с вылетом



Плазменно-дуговые процессы сварочного производства

от 3 до 10 мм в зависимости от диаметра и сопла горелки. Ориентировочно устанавливаем требуемый сварочный ток по шкале 2 (точность задания тока по шкале в режиме ТИГ порядка 20%). Подаем напряжение сети на установку выключателем 9, открываем вентиль на баллоне с аргоном и с помощью редуктора устанавливаем необходимый расход аргона.

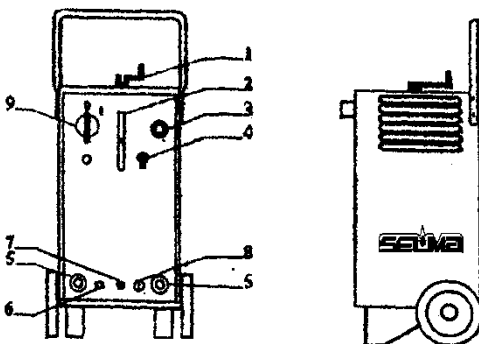


Рис.5. Общий вид установки УДГ 180: 1 - ручка регулирования сварочного тока; 2 - шкала установки тока; 3 - регулировка «Длительности продувки после сварки»; 4 - тумблер выбора режима «ММА-ТИГ»; 5 - токовые разъемы для подключения электроддержателя (ММА режим сварки покрытым-электродом) или горелки (ТИГ) и кабеля с клеммой; 6 - вход газового тракта; 7 - выход газового тракта (ТИГ); 8 - разъем включения установки от кнопки на горелке (ТИГ); 9 - переключатель «Сеть».

Включение холостого хода и газового клапана осуществляется Нажатием кнопки на горелке, рис.6. Возбуждение дуги выполняется без касания за счет работы осциллятора. Отключение подачи газа, схемы возбуждения и вторичного напряжения производится при отпускании кнопки на горелке. Прекращение подачи газа происходит за плавно регулируемое время от  $2 \pm 1$  до  $20 \pm 5$  сек. с помощью потенциометра 3 на лицевой панели в режиме ТИГ.



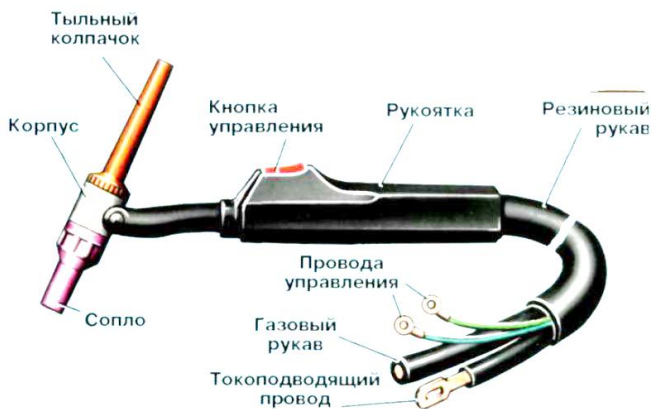


Рис.6. Горелка для сварки вольфрамовым электродом в аргоне.

#### 4. ВЫБОР РЕЖИМА СВАРКИ.

Выбор диаметра вольфрама производится в зависимости от величины тока (табл.1), а тока – по толщине свариваемого металла.

Таблица 1

$d_{\text{вольф.}}$ , мм	Толщина металла, мм	Сварочный ток, А
1,6	1,5	40-60
3,0	2,0	60-100
4,0	3,0	100-170

Параметры режима аргоно-дуговой сварки стыковых соединений алюминиевых сплавов вольфрамовым электродом приведены в табл.2.

Таблица 2

S, мм	dv, мм	Dпр, мм	Iсв, А	Vсв, м/ч	Q, л/мин
1,5	4,0	2,0	80-100	15-20	7-8
2,0			100-120		
3,0			150-170	10-16	12-16

Прочность сварного сплава АМгб составляет 0,8-0,95 прочности основного металла.



## 5. ВОЗМОЖНЫЕ НЕИСПРАВНОСТИ И ИХ УСТРАНЕНИЕ

Неисправность	Причина	
Не возбуждается дуга	Плохой контакт изделия с токоподводом	Проверить контакт
Шов покрыт черным налетом	Горячий электрод касается металла шва или присадка касается электрода	Заменить электрод или зачистить его конец
Аргон не подается в зону сварки	Большой вылет электрода	Уменьшить вылет
Большой расход вольфрама	Подсос воздуха в зону дуги или большой ток	Проверить герметичность газового тракта или уменьшить ток
Частый выход из строя сопла	Не работает газовый клапан или мал вылет электрода	Проверить клапан или увеличить вылет до 3-10 мм в зависимости от диаметра

## 6. РАБОЧЕЕ ЗАДАНИЕ

1. Наплавить валики на заданных режимах по току при разной подготовке детали к сварке (без удаления и с удалением окисной пленки, при наличии и без наличия технологической смазки, при наличии и без наличия влаги).
2. Внешним осмотром оценить качество сварного соединения по формированию шва, наличие поверхностных дефектов.
3. Измерить твердость металла на участках «шов - ЗТВ - основной металл» при сварке с поперечными колебаниями электрода и без них.
4. Сделать заключение о качестве сварного соединения и указать причины дефектов сварного шва.

## 7. ОБОРУДОВАНИЕ И МАТЕРИАЛЫ

1. Установка УДГ-180 и баллон с аргонem В или 1 сорта по ГОСТ 10157
2. Вольфрамовый электрод марки ЭВЧ или ЭВИ-2 по ГОСТ 23949.
3. Присадочная проволока марки СвАМц или СвАМг диаметром 2,0-3,0 мм.
4. Образцы из сплава АМц или АМг3, АМг5.



## Плазменно-дуговые процессы сварочного производства

5. Твердомер типа ТШ - 2М.
6. Защитная маска, металлическая щетка, органические растворители, ветошь.

### **8. СОДЕРЖАНИЕ ОТЧЕТА**

Отчет должен содержать:

1. Название и цель работы.
2. Рабочее задание.
3. Блочную схему установки УДГ-180.
4. Таблицу с режимами сварки.
5. Оценку качества сварного соединения по внешнему виду или по твердости.
6. Выводы по работе.

### **9. ЛИТЕРАТУРА**

1. Сварка в машиностроении/ Под ред. А. И. Акулова. Т.2.М.: Машиностроение, 1978.
2. А. И. Акулов и др. Технология и оборудование сварки плавлением. М.: Машиностроение, 1977.
3. Н.А. Юхин. Ручная дуговая сварка неплавящимся электродом в защитных газах. М.: Изд-во «СОУЭЛО», 2007.