

МИНИСТЕРСТВО ВЫСШЕГО И СРЕДНЕГО СПЕЦИАЛЬНОГО  
ОБРАЗОВАНИЯ РСФСР

КУЙБЫШЕВСКИЙ ОРДЕНА ТРУДОВОГО КРАСНОГО ЗНАМЕНИ  
АВИАЦИОННЫЙ ИНСТИТУТ им. академика С. П. КОРОЛЕВА

ИССЛЕДОВАНИЕ  
АРГОННО-ДУГОВОЙ СВАРКИ  
АЛЮМИНИЕВЫХ СПЛАВОВ  
НЕПЛАВЯЩИМСЯ ЭЛЕКТРОДОМ

*ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 37*

КУЙБЫШЕВ 1980

УДК 621.791.754.293

Составитель — Л. А. Дударь

Рецензент — Ф. И. Китаев

утверждена на редакционно-издательском  
совете института 9.01.80 г.

## ИССЛЕДОВАНИЕ АРГОННО-ДУГОВОЙ СВАРКИ АЛЮМИНИЕВЫХ СПЛАВОВ НЕПЛАВЯЩИМСЯ ЭЛЕКТРОДОМ

Цель работы: практическое ознакомление с аппаратурой и технологией механизированной аргонно-дуговой сварки алюминиевых сплавов; исследование влияния отдельных параметров режима на геометрические размеры шва и прочность соединения.

### З а д а н и я

1. На основе изучения технологических особенностей аргонно-дуговой сварки алюминиевых сплавов неплавящимся (вольфрамовым) электродом исследовать влияние режимов сварки на геометрические размеры шва, конденсаторной батареи и генератора импульсов — на процесс сварки.

2. Провести сварку образцов встык с последующим определением коэффициента прочности и качества сварки (визуальным осмотром).

3. Составить отчет по выполненной работе. В кратких выводах объяснить влияние отдельных параметров режима на геометрию шва; конденсаторной батареи и генератора импульсов — на процесс сварки.

### ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ЭКСПЕРИМЕНТА

Основным затруднением при сварке алюминия и его сплавов является необходимость удаления с поверхности свариваемых кромок плотной и тугоплавкой окисной пленки, образу-

ющейся на поверхности металла и препятствующей получению качественного сварного соединения.

При сварке в защитных газах окисная пленка удаляется своеобразным воздействием электрического тока в процессе горения дуги.

При сварке постоянным током обратной полярности очищающее действие тока наблюдается на протяжении всего процесса горения дуги, а при сварке переменным током — только в те полупериоды, когда изделие является катодом. В течение других полупериодов, когда изделие является анодом, в сварочную ванну вводится основная часть тепловой энергии, расплавляющей основной металл.

Наиболее вероятный механизм воздействия электрического тока состоит в том, что движущиеся с большой скоростью положительные ионы бомбардируют поверхность сварочной ванны, разрушают пленку окиси и путем, так называемого, катодного распыления удаляют ее.

Действием тока может быть удалена сравнительно тонкая пленка окиси, поэтому при подготовке образцов под сварку удаление толстой пленки окиси алюминия производят химическим путем в следующем порядке:

обезжиривание в органических растворителях (авиационный бензин, ацетон или др.);

травление в 5% растворе NaOH в течение 1 мин при температуре раствора 60—65°C;

промывка в проточной холодной воде;

осветление в 30% растворе HNO<sub>3</sub> в течение 2—5 мин;

промывка в проточной холодной воде;

сушка до полного испарения влаги.

Допустимая продолжительность хранения очищенного основного и присадочного материала не должна превышать 5 суток. При более длительном хранении деталей окисная пленка удаляется шабером (рис. 1).

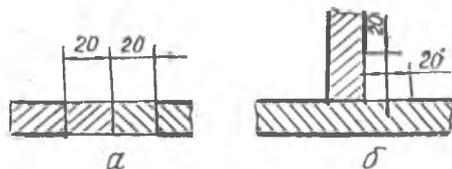


Рис. 1. Поверхности удаления окисной пленки перед сваркой (шабером): а — при стыковом соединении; б — при тавровом соединении

Проволока же подвергается повторному травлению или электрохимическому полированию.

При сварке неплавящимся вольфрамовым электродом питание дуги осуществляется от источника переменного тока. Необходимость сварки переменным током обусловлена тем, что при сварке постоянным током обратной полярности происходит значительный разогрев и возможно оплавление конца вольфрамового электрода. Влияние полярности тока и защитного газа на допустимые токи вольфрамового электрода показано в табл. 1 [1].

Таблица 1

Род тока	Защитный газ	Сила сварного тока (А) при диаметре электрода, мм		
		1—2	3	4
Постоянный прямой полярности	Аргон	65—150	140—180	250—340
	Гелий	50—110	100—140	200—300
Постоянный обратной полярности	Аргон	10—30	20—40	30—50
	Гелий	10—20	15—30	20—40
Переменный	Аргон	20—100	100—160	140—220
	Гелий	10—60	60—100	100—160

Примечание: при применении иттрированных и лантанированных электродов силу сварочного тока допустимо увеличивать на 15%.

Кроме того, известно, что в связи с разными условиями существования дуги на электродах (различие в работах выхода  $\phi_1$  и  $\phi_2$ , разные температуры  $T_{пл}$  и  $T_{кип}$ , разные формы электродов и разный теплоотвод от них) возможна асимметрия токов и напряжений в разные полупериоды горения дуги — так называемый, вентильный эффект (рис. 2) [2].

В табл. 2 приведены значения  $\Delta U$  (разности напряжений на прямой и обратной полярности) для некоторых пар электродов [3]. Напряжение на них всегда ниже в те полупериоды, когда катодом являются наиболее тугоплавкие и испаряющиеся при более высоких температурах электроды.

Таблица 2

Материал катода	W	W	W	W	W	C	C	Ti	Ti
Материал анода	Fe	Cu	Al	Ti	Mo	Fe	Cu	Fe	Al
$\Delta U, В$	7±1	9±1	10±2	5±1	2±1	6±1	8±1	3±1	4±1

Несимметрия напряжения дуги порождает несимметрию тока и его постоянную составляющую, отрицательно воздействующую на процесс сварки и качество сварных соединений.

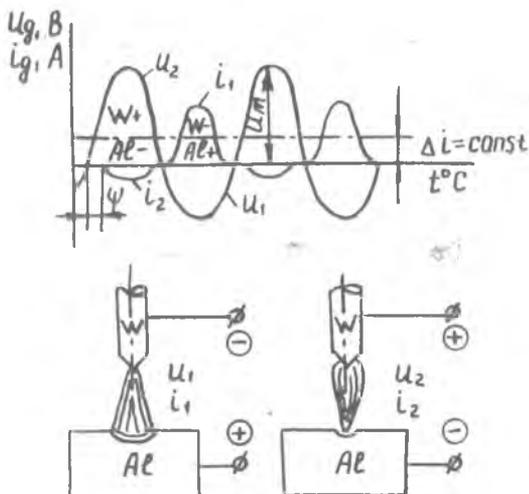


Рис. 2. Асимметрия токов и напряжений в дуге W—Al (вентильный эффект): а — схематизированная осциллограмма; б — расположение электродов при смене полярности

Например, при аргоно-дуговой сварке алюминия вольфрамовым электродом относительная асимметрия токов  $\Delta i = i_w - i_{Al}$  может достигать 50% от значения  $i_w$  и более. В этом случае стационарная термоэлектронная эмиссия с W—катода и его остаточная эмиссия значительно больше, чем с «холодного» Al—катода по трем основным причинам: 1 —  $T_{пл}^w \sim (4000^\circ\text{K}) \gg T_{пл}^{Al} \sim (950^\circ\text{K})$ ; 2 — катодное падение напряжения  $U_{к}^{Al}$  значительно больше, чем  $U_{к}^w$ ; 3 — теплоотвод в массивное алюминиевое изделие больше, чем в вольфрамовый стержень.

С увеличением составляющей постоянного тока нарушается стабильность процесса сварки, резко ухудшается чистота поверхности шва, появляются подрезы, чешуйчатость и другие дефекты, снижается прочность сварных соединений и пластичность металла шва.

Поэтому при сварке неплавящимся электродом в свароч-

ную цепь обычно вводится реактивное сопротивление. Для устранения или уменьшения постоянной составляющей в сварочную цепь вводится емкостное сопротивление, а для облегчения повторного зажигания дуги добавляется индуктивное сопротивление, что приводит к сдвигу фаз между напряжением холостого хода источника и током дуги. Повторное зажигание дуги облегчается, поскольку в этом случае в момент перехода тока через нулевое значение напряжение холостого хода не равно нулю.

Однако этих мер оказывается недостаточно для повышения стабильности горения дуги при сварке алюминиевых сплавов. Большое различие свойств основного металла и электрода приводит к тому, что имеет место практически полное выпрямление сварочного тока, несмотря на наличие в цепи индуктивности. В связи с этим для сварки неплавящимся электродом алюминиевых сплавов применяются в большинстве случаев специализированные источники питания. К ним относятся УДАР-300, ИПК-350-4 и др., имеющие специальное оборудование для повышения стабильности горения дуги.

#### ОПИСАНИЕ УСТАНОВКИ

Работа проводится на автомате типа АДСВ с питанием сварочной дуги переменным током от источника типа ИПК-350-4. Принципиальная схема и основные элементы установки показаны на рис. 3.

Источник питания ИПК-350-4 предназначен для ручной и автоматической сварки алюминия и его сплавов неплавящимся вольфрамовым электродом в защитной среде инертных газов переменным током.

Основными элементами его электрической схемы (показаны в левой части схемы на рис. 3) являются:

- 1 — сварочный трансформатор с шунтом подмагничивания;
- 2 — осциллятор;
- 3 — импульсный стабилизатор напряжения;
- 4 — конденсаторная батарея;
- 5 — реле дуги;
- 6 — реостат заварки кратера.

Принципиальная схема установки представлена в упрощенном виде без указания вспомогательных элементов.

Сеть ~ 380 В

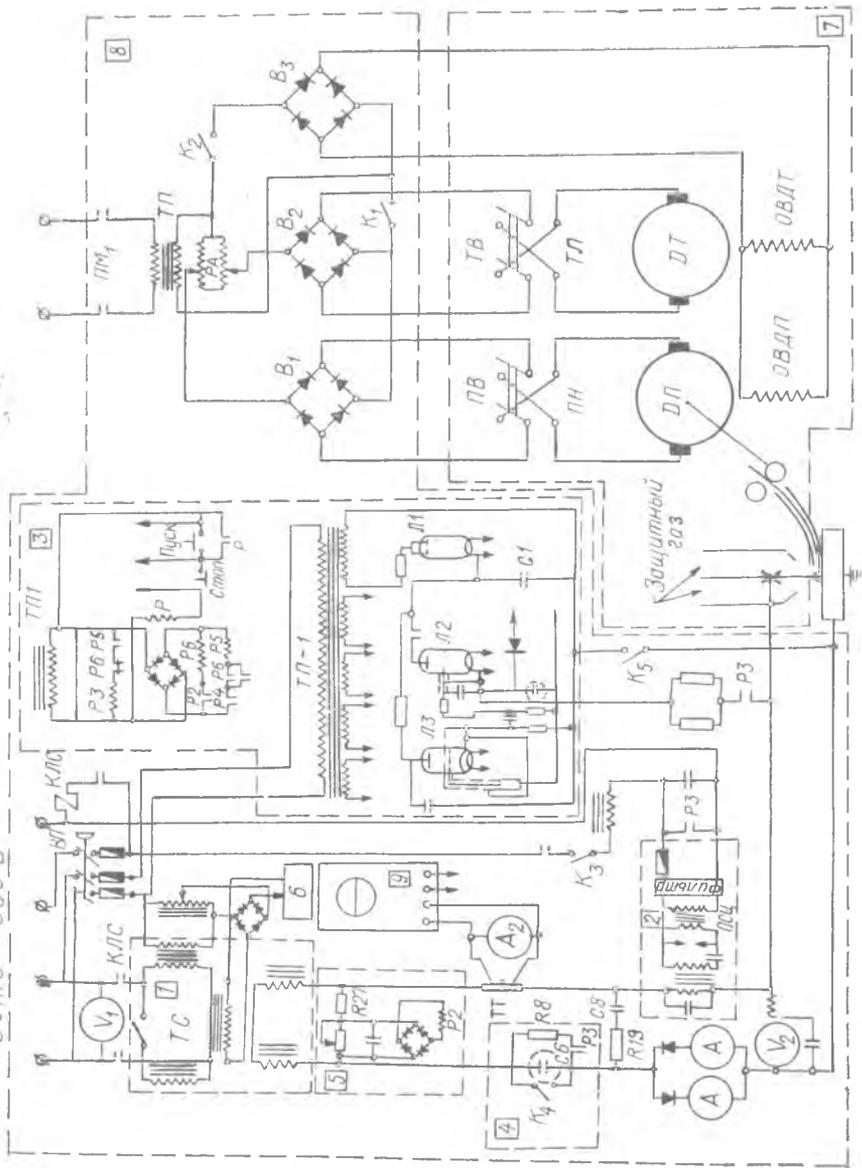


Рис. 3. Принципиальная схема установки

Силовая часть источника питания состоит из трансформатора с шунтом подмагничивания, позволяющего регулировать величину сварочного тока от 50 до 300 А. Для улучшения формы кривой сварочного тока (ускоренный переход через нуль) при его малых значениях применен дроссель, включенный в обмотку подмагничивания трансформатора: ток управления при токе нагрузки 300 А — 5,5 А; ступени регулирования: I — 50—150 А, П — 150—300 А.

Для возбуждения дуги в начальный момент сварки без прикосновения вольфрамового электрода к изделию используется осциллятор последовательного включения ОПИЗ-300. Осциллятор представляет собой маломощный искровой генератор высокочастотных затухающих колебаний. Он состоит из повышающего трансформатора ПТ с большим магнитным рассеянием, ко вторичной обмотке которого подключен разрядный колебательный контур, состоящий из конденсатора, индуктивности и искрового разрядника.

Когда напряжение на клеммах конденсатора достигает значения пробивного напряжения, происходит пробой зазора разрядника, и конденсатор разряжается на индуктивную катушку, которая наводит в связанной с ней второй катушке затухающие импульсы напряжения высокой частоты до 250000 Гц и напряжение до 2500 В. Это обеспечивает надежное возбуждение дуги через газовый промежуток между электродом и изделием.

Импульсный стабилизатор напряжения обеспечивает надежное возбуждение дуги в полупериоды обратной полярности. При смене прямой полярности на обратную стабилизатор подает на дуговой промежуток импульсы напряжения порядка 250—300 В, повышающие величину напряжения зажигания в момент обратной полярности при сварке алюминиевых сплавов (рис. 4).

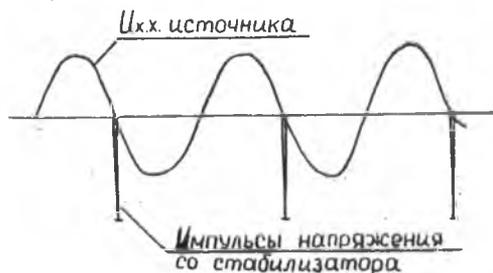


Рис. 4. Схема подачи импульсов напряжения со стабилизатора в сварочную цепь

Основными элементами схемы импульсного стабилизатора напряжения являются: кенотрон Л1 (однополупериодный выпрямитель), зарядно-разрядная цепь С1, Р5, Р6, тиратрон Л2 (электронный ключ) и вспомогательный тиратрон Л3, управляющий работой тиратрона Л2.

Стабилизатор в связи с синхронизированной подачей импульсов напряжения обеспечивает более надежное повторное загорание дуги по сравнению с осциллятором.

Конденсаторная батарея С<sub>6</sub> неполярных электролитических конденсаторов емкостью 100000 мкф служит для подавления составляющей постоянного тока в сварочной цепи.

Реле дуги Р<sub>2</sub> предназначено для управления работой реле Р<sub>3</sub>, осуществляющего переключение сварочного промежутка с осциллятора на импульсный стабилизатор. С включением установки на сварку реле дуги Р<sub>2</sub> срабатывает от напряжения холостого хода сварочного трансформатора (70 В) и своими Н. О контактами включает цепь реле Р<sub>6</sub>, которое приводит в действие пуско-регулирующую аппаратуру (см. ниже) и производит своими Н. З контактами коммутацию реле Р<sub>3</sub>, переключающего схему с режима возбуждения от осциллятора на режим стабилизации дуги от импульсного стабилизатора. Это переключение осуществляется за счет того, что с появлением сварочного тока напряжение на сварочном трансформаторе падает и отключает реле дуги Р<sub>2</sub>.

Реостат заварки кратера РЗК включен в цепи управления сварочным током и предназначен для заварки кратера сварочного шва в конце сварки. По мере введения сопротивления РЗК в обмотку управления сварочного трансформатора мощность дуги постепенно уменьшается. Управление двигателем РЗК осуществляется с пульта управления автомата.

Источник питания ИПК-350-4 размещен в металлическом шкафу, разделенном на три отсека: нижний, средний и верхний. В нижнем отсеке установлены: сварочный трансформатор с шунтом подмагничивания, дроссель ДР, электромагнитный клапан КЭГ. В среднем отсеке расположены: осциллятор, сварочный контактор, батарея конденсаторов, трансформатор тока, конденсатор С<sub>8</sub> и сопротивления R<sub>8</sub>, R<sub>19</sub>, R<sub>27</sub>. В верхнем отсеке крепятся реостат заварки кратера и вертикальная панель с аппаратурой цепей управления источника питания. Панель управления с аппаратурой управления, сигнализацией контроля работы источника питания выполняют одновременно роль дверцы верхнего отсека шкафа.

Технические данные источника питания ИПК-350-4 и автомата для дуговой сварки в среде аргона АДСВ-2 приведены в табл. 3.

Т а б л и ц а 3

Техническая характеристика	Единицы измерения	Величина показателя
ИПК-350-4		
Первичное напряжение переменного тока 50 Гц	В	380
Вторичное напряжение холостого хода	В	70±10
Номинальный сварочный ток при ПР 65%	А	300
Пределы регулирования тока	А	50—300
АДСВ-2		
Толщина свариваемого материала: нержавеющих и жаропрочных сталей, алюминиевых сплавов	мм —	0,8—4,0 0,8 и выше
Род тока — постоянный, переменный		
Максимальный сварочный ток	А	400
Напряжение питающей сети	В	220/380
Диаметр присадочной проволоки	мм	1,0—2,5
Скорость подачи присадочной проволоки	м/ч	10—80
Скорость перемещения тележки		
маршевая	м/ч	—
сварочная	—	—
Установочные перемещения сварочной головки		
поперек шва	мм	160
по вертикали	—	100
Поворот вокруг горизонтальной оси	град	360
Поворот вокруг вертикальной оси	—	90

Принципиальная электрическая схема автомата АДСВ-2 обеспечивает дистанционное включение аргона, сварочного тока, двигателей перемещения тележки (в случае сварки продольных швов) и подачи присадочной проволоки. Управление автоматом производится при помощи кнопок и тумблеров, установленных на пульте управления.

Электрооборудование (см. рис. 3, правая часть) размещено на тракторе 7 и в распределительном пульте (шкафу управления). На сварочном тракторе находятся два электродвигателя (для перемещения каретки и подачи присадочной проволоки), сварочная головка, пульт управления, включающие кнопки и тумблеры управления, приборы сварочного тока и напряжения, клеммники. Шкаф управления 8 связан со сварочным трактором с помощью разъемов кабелем, включающим провода цепи управления, сварочным кабелем и шлангом, проводящим аргон.

*РАБОТА ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ СХЕМЫ ИПК-350-4.* Для подготовки установки к пуску необходимо включить пакетный выключатель ВП, при этом получают питание цепи управления и накальные цепи электронных ламп. Работу можно начинать только через три минуты, необходимые для прогрева ламп.

При нажатии на кнопку «Пуск» срабатывает промежуточное реле  $P_4$ , которое своими Н.О—контактами включает сварочный контактор КЛС и подготавливает к включению цепь катушки реле  $P_5$ .

При срабатывании КЛС появляется напряжение холостого хода сварочной цепи и срабатывает реле дуги  $P_2$ , которое своими Н.О — контактами включает цепь реле  $P_6$ . Реле  $P_6$  включает Н.О — контакты реле  $P_5$ , а своими Н.З — контактами блокирует цепь  $P_3$  от включения Н.О — контактами  $P_5$ . Реле  $P_5$  включает Н.О — контактами осциллятор и обеспечивает возбуждение дуги, при этом напряжение в дуговом промежутке резко снижается, и реле  $P_2$  отключается. Это приводит к отключению реле  $P_6$ , которое Н.З — контактами включает реле  $P_3$ . Реле  $P_3$  своими Н.О — контактами обеспечивает переход с осциллятора на импульсный стабилизатор напряжения, кроме того своими Н.З — контактами реле  $P_3$  разрывает цепь разрядного сопротивления  $R_8$ , шунтирующего конденсаторную батарею  $C_6$ .

Процесс сварки характеризуется следующим состоянием управляющей аппаратуры: реле  $P_4$ ,  $P_5$  и  $P_3$  включены; реле  $P_2$ ,  $P_6$  выключены. Процесс сварки прекращается нажатием кнопки «СТОП», что приводит к разрыву цепи реле  $P_4$  и отключению КЛС. Установка при этом возвращается в исходное положение.

В электрическую схему лабораторной установки ИПК-350-4 внесены следующие изменения: установлены ключ  $K_3$ , позволяющий выключать осциллятор; ключ  $K_4$  (рубиль-

ник), что позволяет проводить шунтирование конденсаторной батареи, и ключ  $K_5$ , с помощью которого отключается стабилизатор напряжения. Указанные изменения схемы позволяют проверить влияние каждого из этих устройств на процесс и качество сварки.

**ПОДГОТОВКА АВТОМАТА К СВАРКЕ.** Перед сваркой автомат с помощью переключателя ТВ «Тележка вправо» или ТЛ «Тележка влево» устанавливается в месте начала сварки. Между вольфрамовым электродом и изделием устанавливается зазор 1—3 мм. С помощью переключателя ПВ «Проволока вперед» и ПН «Проволока назад» присадочной проволоке придается нужный вылет из направляющего наконечника.

**С в а р к а.** С помощью осциллятора ОППЗ-300 зажигается сварочная дуга. После создания ванночки расплавленного металла включается переключатель ПВ. Начинается подача присадочной проволоки и передвижение каретки. Скорость подачи проволоки и скорость передвижения каретки (скорость сварки) регулируется автотрансформатором РА. Якорь двигателя подачи проволоки ДП питается через селеновый выпрямитель  $V_1$ . Обмотки возбуждения ОВДПи ОВДТ включены параллельно и питаются через селеновый выпрямитель  $V_3$ .

В процессе сварки контроль за режимом осуществляется по амперметру  $A_2$  и вольтметру  $V_2$ . Вольтметр с помощью защитного дросселя ДРЗ и конденсатора С защищается от токов высокой частоты осциллятора. Цепь управления автомата питается от понижающего трансформатора ТП, который подключается в сеть магнитным пускателем ПМ<sub>1</sub>.

**О к о н ч а н и е с в а р к и.** Нажатием выключателя  $K_1$  «Стоп» разрывается цепь якоря двигателя подачи присадочной проволоки ДП и якоря двигателя каретки ДТ, т. е. прекращается подача присадочной проволоки и движение каретки. Одновременно с этим автоматически замыкается цепь якоря ДРЗК и обмотки возбуждения ОВДРЗК двигателя реостата для заварки кратера. Двигатель начинает вращаться. При его вращении происходит переключение контактов реостата заварки кратера в сторону увеличения сопротивления. В результате достигается плавное уменьшение силы сварочного тока и качественная заварка кратера. Двигатель реостата заварки кратера питается через селеновый выпрямитель.

Прекращается вращение двигателя конечным выключателем ВК. При этом автоматически разрывается цепь катушки магнитного пускателя, что в свою очередь приводит к выключению

чению сварочного трансформатора, а, следовательно, к прекращению горения сварочной дуги.

После окончания сварки выключается подача аргона.

## ПОРЯДОК ВЫПОЛНЕНИЯ РАБОТЫ

К работе допускаются студенты, прошедшие инструктаж по правилам техники безопасности и ответившие на вопросы карточек для предварительного контроля.

1. *Исследование влияния режима на проплавление основного материала.* На предварительно протравленной пластине из алюминиевого сплава (АМг5, АМг6) (толщиной 3 мм, без присадочного материала по назначенным режимам) проплавляются шесть швов. Результаты наблюдений и замеров геометрических размеров шва заносятся в протокол № 1.

2. *Сварка образцов встык.* Режим сварки выбирается, исходя из толщины и марки материала. Ориентировочные режимы механизированной аргоно-дуговой сварки алюминиевых сплавов системы Al—Mg приведены в табл. 4.

При визуальном осмотре как с внешней стороны, так и со стороны проплава шва не должно быть пор, трещин, свищей, пропусков и подрезов. Проплав должен быть равномерным.

3. *Определение величины постоянной составляющей тока.* Постоянная составляющая тока определяется по амперметрам при шунтировании конденсаторной батареи.

Результаты наблюдений и расчета заносятся в протокол № 2.

4. *Определение коэффициента прочности сварного соединения.* Из сваренных встык пластин и основного металла изготавливаются образцы для испытания на растяжение в соответствии с ГОСТ 1497-61. Толщина образцов должна быть равна толщине основного металла. Усиление шва снимают механическим способом до уровня основного металла. Испытания с использованием таких образцов служат для определения временного сопротивления наиболее слабого участка сварного соединения.

Коэффициент прочности сварного соединения определяется по формуле

$$K = \frac{\bar{\sigma}_{в св}}{\sigma_{в осн}}$$

где  $\bar{\sigma}_{в св}$  — среднее значение  $\sigma_{в}$  по результатам испытания трех образцов.

Результаты механических испытаний заносятся в протокол № 3.

Таблица 4

Толщина листов, мм	Диаметр электрода, мм	Сила тока А	Расход аргона, л/мин	Примечание
1,0—1,5	2,0	100—120	7—8	Диаметр сопла 8—10 мм
1,5—2,5	2,5	120—150	10—12	Диаметр присадочной проволоки 1,6—2,0
2,5—3,0	3,5	140—180	12—16	Скорость подачи присадочной проволоки 80—100 м/ч

Размеры швов должны соответствовать нормативным данным, приведенным в табл. 5.

Таблица 5

Толщина листов, мм	Размер шва, мм			Эскиз сечения шва
	$e$	$g_1$	$g_2$	
1,5—2,0	5,0—8,0	0,5—1,5	0—0,3	
2,5—3,0	6,0—9,0	0,5—2,0	0—3,0	

## СОДЕРЖАНИЕ ОТЧЕТА

1. Узловая схема установки и перечень применяемого оборудования и приборов.
2. Протокол записей показаний приборов и измерений, результаты обработки опытов.
3. Результаты сравнения полученных расчетов с нормативными, заключение о качестве сварки.
4. Краткие выводы по работе.

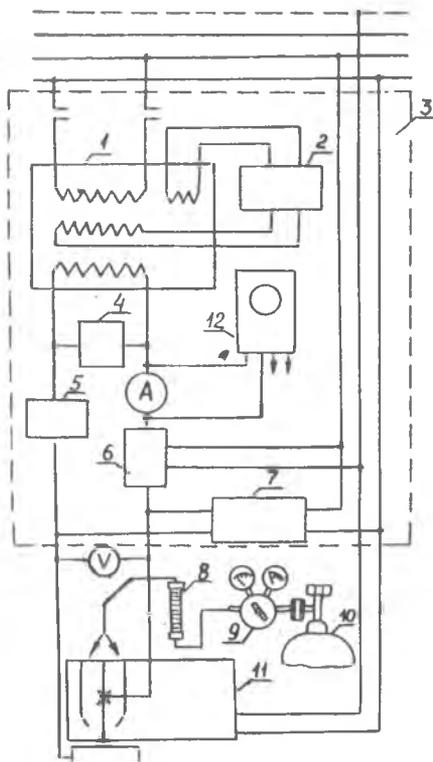
## Л и т е р а т у р а

1. Акулов А. И., Бельчук Г. А., Демянцевич В. П. Технология и оборудование сварки плавлением. М.: Машиностроение, 1977, 432 с.
2. Теоретические основы сварки. Под ред. В. В. Фролова. М.: Высшая школа, 1970, 592 с.
3. Лесков Г. И. Электрическая сварочная дуга. М.: Машиностроение, 1970, 320 с.

ОТЧЕТ ПО ЛАБОРАТОРНОЙ РАБОТЕ № 37

Кафедра «Производство летательных аппаратов»		Исследование аргонодуговой сварки алюминиевых сплавов	Лаборатория сварки
Дата выполнения работы	Группа	Фамилия студента	Подпись студента

*Перечень применяемого оборудования*



1. Сварочный трансформатор с шунтом подмагничивания.
2. Реостат заварки кратера.
3. Шкаф управления.
4. Реле дуги.
5. Конденсаторная батарея.
- 6, 12. Осциллятор.
7. Импульсный стабилизатор.
8. Ротаметр.
9. Редуктор.
10. Баллон с газом.
11. Сварочный трактор.

Схема установки

КРАТКИЕ ВЫВОДЫ ПО ЧАСТЯМ РАБОТЫ

Работа зачтена \_\_\_\_\_ 19\_\_\_\_ г.

*Подпись преподавателя* \_\_\_\_\_

ПРОТОКОЛ № 1

№ опыта	Сила тока, А	Скорость сварки, м/ч	Напряжение на дуге, В	Геометрические размеры шва, мм				Эскиз сечения шва
				$e$	$a$	$\Delta a$	$g$	
1								
2								
3								
4								
5								
6								

ПРОТОКОЛ № 2

№ опыта	Состояние конденсаторной батареи	$I_1$ А	$I_2$ А	$I_3$ А	$I_4$ А
1	Батарея включена				
2	Батарея выключена				

Здесь  $I_1$  — общий ток в дуге;  $I_2$  — ток на прямой полярности;  $I_3$  — ток на обратной полярности;  $I_4 = I_2 - I_3$  — величина постоянной составляющей.

ПРОТОКОЛ № 3

№ образца	$F$ мм	$P$ кгс	$\sigma_{в св}, \sigma_{в осн}$ кгс/мм	$K$	Характер разрушения образца
1					
2					
3					
4					

Составитель — *Леонид Арсеньевич Дударь*

ИССЛЕДОВАНИЕ АРГОННО-ДУГОВОЙ СВАРКИ  
АЛЮМИНИЕВЫХ СПЛАВОВ НЕПЛАВЯЩИМСЯ ЭЛЕКТРОДОМ

Лабораторная работа № 37

Редактор Э. Грязнова  
Техн. редактор Н. Каленюк  
Корректор Л. Антонова

Сдано в набор 21.V.1980 г. Подписано в печать 20.VI. 1980 г.  
Формат 60×84<sup>1</sup>/<sub>16</sub>. Бумага оберточная белая. Литературная гарнитура.  
Высокая печать. Усл. п. л. 0,93. Уч.-изд. л. 0,82. Заказ № 582. Тир. 500 экз.  
Бесплатно.

---

Куйбышевский ордена Трудового Красного Знамени  
авиационный институт им. С. П. Королева,  
г. Куйбышев, ул. Молодогвардейская, 151.

Тип. УЭЗ КуАИ, г. Куйбышев, ул. Ульяновская, 18.