

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ, ВЫСШЕЙ ШКОЛЫ И ТЕХНИЧЕСКОЙ
ПОЛИТИКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
САМАРСКИЙ ордена ТРУДОВОГО КРАСНОГО ЗНАМЕНИ
АВИАЦИОННЫЙ ИНСТИТУТ им. АКАДЕМИКА С. П. КОРОЛЕВА

**ИССЛЕДОВАНИЕ АРГОНОДУГОВОЙ СВАРКИ
АЛЮМИНИЕВЫХ СПЛАВОВ НЕПЛАВЯЩИМСЯ ЭЛЕКТРОДОМ**

Методические указания к лабораторной работе № 9

САМАРА 1992

Составитель Дударь Л. А

УДК 621.791.754.293

Исследование аргонодуговой сварки алюминиевых сплавов неплавящимся электродом: Метод, указания к лаборатор. работе № 37 / Самар., авиац. ии-т. Сост. Л. А. Дударь. Самара, 1992. 21 с.

В работе изучаются физические явления сварочной дуги неплавящимся электродом в защитной среде аргона и исследуется влияние параметров режима на формирование сварочного шва, определяется коэффициент прочности соединения алюминиевых сплавов.

Предназначены для студентов дневной и вечерней форм обучения специальностей 13.01, 13.02, 13.03, 13.04, 13.06, 13.07, 11.08. Составлены на кафедре производства летательных аппаратов.

Печатаются по решению редакционно-издательского совета Самарского ордена Трудового Красного Знамени авиационного института имени академика С. П. Королева

Рецензент В. В. М а т в е е в

Ц е л ь р а б о т ы : практическое ознакомление с аппаратурой и технологией механизированной аргодуговой сварка 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 аргодуговой сварки алюминиевых сплавов неплавящимся (вольфрамовым) электродом исследовать влияние режимов сварки на геометрические размеры шва.
2. Провести сварку образцов встык с последующим определением коэффициента прочности и качества сварки (визуальным осмотром).
3. Составить отчет о выполненной работе. В кратких выводах объяснить влияние отдельных параметров режима на геометрию шва.

ФИЗИКО-МЕХАНИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА СВАРИВАЕМЫХ АЛЮМИНИЕВЫХ СПЛАВОВ

Алюминиевые сплавы по своим физико-механическим свойствам являются наиболее важным конструкционным материалом в производстве летательных аппаратов. В самолетостроении алюминиевые сплавы составляют около 3/4 доли всех материалов.

Как известно, алюминиевые сплавы разделяются на две основные группы деформированные и литейные. Теоретической границей, разделяющей эти сплавы, служит предел растворимости элементов в твердом растворе (рисунок 1) [3].Содержание легирующих элементов деформируемых, сплавах обычно не превышает 8-%, т.е. меньше предела растворимости. При нагреве легирующие

элементы могут быть переведены в однофазное состояние, при котором обеспечивается их высокая деформационная способность. Концентрация легирующих элементов в литейных сплавах превышает гас предельную растворимость в алюминии и имеет в структуре эвтектику.

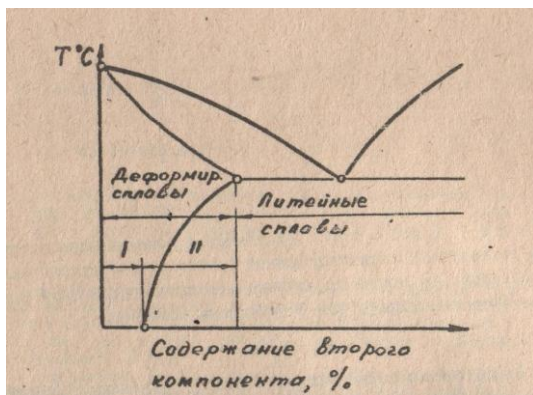


Рисунок I - Классификация алюминиевых сплавов по бинарной диаграмме состояния: I - сплавы, не упрочняемые термообработкой; II - сплавы, упрочняемые термообработкой

Деформируемые алюминиевые сплавы, в свою очередь, разделяются на неупрочняемые термообработкой и термоупрочняемые. К термоупрочняемым относятся сплавы, имеющие концентрацию легирующих элементов больше предела растворимости при комнатной температуре (см. Рисунок I).

В сварных конструкциях летательных аппаратов получили наибольшее распространение деформируемые алюминиевые сплавы, не термоупрочняемые термообработкой (АМц, АМг, АМгЗ, АМг5В, АМг6 и др.) и термоупрочняемые (АБ, 1201, 1915 и др.), а также алюминий АД, АДТ и др. Механические свойства некоторых сплавов приведены в табл. I. Литейные сплавы в сварных конструкциях летательных аппаратов применяются реже.

К особенностям сварка алюминия и его сплавов следует отнести следующее:

наличие и возможность образования тугоплавкого окисла ($T_{пл} = 2050^{\circ}\text{C}$);

резкое падение прочности при высоких температурах;
 большая величина коэффициента линейного расширения;

Таблица 1

Марка	Вид термообработки	Временное сопротивление, МПа	Условный предел текучести, МПа	Относительное удлинение, %	Твердость по Бринеллю НВ
АД1	М	80	30	35	25
	П	120	80	15	30
АМц	М	120	50	23	30
	П	180	130	10	40
АМг2	М	190	90	23	45
	П	250	270	8	68
АМг3	М	225	120	22	58
АМг5	М	300	160	20	65
АМг6	М	340	170	20	-
	П	360	-	12	-
	Н	380	280	6	-
АВ	Т1	350	290	12	95
1201	Т1	420	300	12	-
1915	Т1	380	250	8	-

Примечание: М - отожженный, П- полунагартованный, Н - нагартованный, Т1 - закаленный и искусственно состаренный.

высокое тепло- и электропроводность;
 склонность к возникновению трещин;
 сравнительно высокие прочностные характеристики;
 хорошая технологичность;
 высокая коррозионная стойкость.

Совокупность этих свойств позволяет отнести алюминий к телу важнейших технических материалов, приведенных в табл. 2.

В производстве летательных аппаратов сварку алюминиевых сплавов плавлением осуществляют в основном электродуговыми способами неплавящимся и плавящимся электродами в защитной среде нейтральных газов аргона и гелия. В последнее время все большее применение находит сварка электронным лучом в вакууме.

Основным затруднением при сварке алюминия и его сплавов является необходимость удаления с поверхности свариваемых кромок плотной и тугоплавкой окисной пленки, образующейся на поверхности металла и препятствующей получению качественного сварного соединения.

Таблица 2
Некоторые физико-механические свойства материалов [3]

Металл	$T_{пл}, ^\circ C$	$r, г / см^3$	$E, МПа$	$\sigma_B, МПа$	σ_B / γ
Al	660	2,7	71000	80	2,9
Mg	651	1,74	42000	120	6,9
Ti	1800	4,5	105000	650	14,5
Cu	1083	8,9	110000	240	2,7
Fe	1535	7,8	215000	210	2,2

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

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 °С ;

промывка в проточной холодной воде;

осветление в 30% растворе HNO_3 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 (рисунок 2).

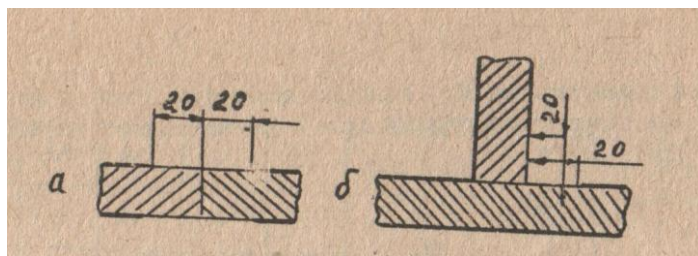


Рисунок 2 - Поверхности удаления окисной пленки перед сваркой (шабером):

а- при стыковом соединении, б- при тавровом соединении

Проволока 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 таблице 3 [1].

Таблица 3

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	200-140	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

П р и м е ч а н и е : 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 (различия в работах выхода Y_1 и Y_2 , разные температуры $T_{пл}$ и $T_{крит}$, разные формы электродов и разный теплоотвод от них) возможна асимметрия токов и напряжений в разные полупериоды горения дуги - так называемый вентильный эффект (рисунок 3) [4].

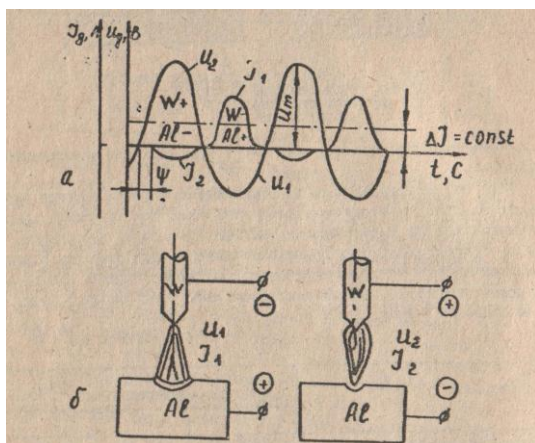


Рисунок 3 - Асимметрия токов и напряжений в дуге W-Al (вентильный эффект):
 а- схематизированная осциллограмма;
 б- расположение электродов при смене полярности

В таблице 4 приведены значения ΔU (разности напряжений на прямой и обратной полярности) для некоторых пар электродов [2]. Напряжение на них всегда ниже в те полупериода, когда катодом являются наиболее тугоплавкие и испаряющиеся при более высоких температурах электроды.

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

Таблица 4

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

Например, при аргодуговой 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) $T_{nl}^w \ll (4000K) \ll T_{nl}^{Al} \ll (950K)$; 2) катодное падение напряжения U_K^{Al} значительно больше, чем U_K^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 сварочную 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 ИПК-350-4 и другие, имеющие специальное оборудование для повышения стабильности горения дуги.

ОПИСАНИЕ УСТАНОВКИ

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

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

Основными элементами его электрической схемы (показаны в левой части схемы на рисунке 4) являются: 1 - автомат типа АДСВ ; 2 -осциллятор; 3 - конденсаторная батарея; 4 - осциллограф; 5 - реле дуги; 6 - реостат заварки кратера; 7 - сварочный трансформатор с шунтом подмагничивания; 8 - импульсный стабилизатор напряжения; 9 - пульс управления авизоматом.

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

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: при токе нагрузки 300 А ток управления равен 5,5 А. Ступени регулирования: 1) 50 - 150 А; 2) 150 - 300 А.

Для возбуждения дуги в начальной момент сварки без прикосновения вольфрамового электрода к изделию используется осциллятор последовательного включения ОПЗ-300. Осциллятор (рисунок 5) 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 C_1 , индуктивности L и искрового разряда P . Конденсаторы C_2 и C_3 являются фильтрующими, не пропускающими ток низкой частоты высокого напряжения.

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.

Высокая частота, вспомогательного зажигающего тока выбирается для устранения физиологического воздействия тока на организм сварщика. Ток высокой частоты примерно 50000 Гц и выше вследствие поверхностного эффекта проходит по тонкому наружному слою кожных покровов человеческого тела, не задевая нервных окончаний. Мощность вспомогательного тока приходится ограничивать несколькими десятками ватт, так как тепловое действие тока остается и при высокой частоте, и ток значительной мощности может вызвать ожоги у сварщика, разрушить изоляцию при замыканиях и т.п.

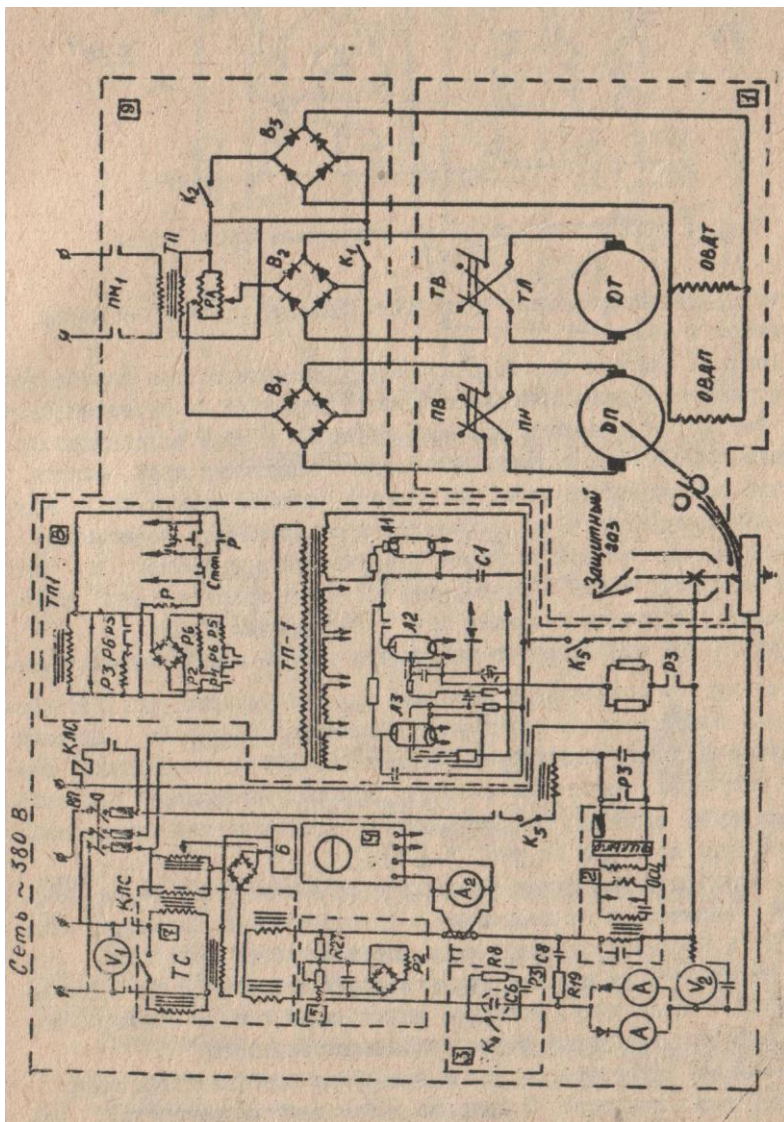


Рисунок 4 - Принципиальная схема установки

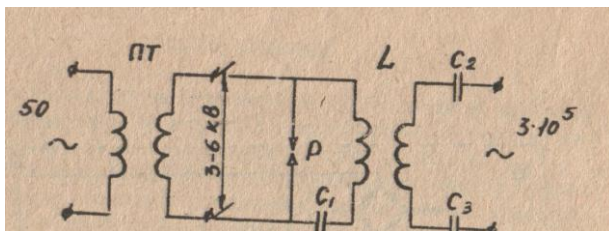


Рисунок 5 - Принципиальная электрическая схема осциллятора

Импульсный стабилизатор напряжения обеспечивает надежное возбуждение дуги в полупериоды обратной полярности (Рисунок 6). 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. Принципиальная электрическая схема стабилизатора дуги показана на рисунке 7[5].

На электрической схеме стабилизатора конденсатор через ventиль B заряжается от повышавшего трансформатора небольшой мощности ПТ. А B момент перехода тока через нуль в полупериоды обратной полярности включается коммутирующий элемент КЭ и конденсатор разряжается ка дугу. Подбором величины C и R можно получать импульсы требуемой формы и продолжительности.

Основными элементами схемы импульсного стабилизатора напряжения являются: кенотрон $Л1$ (однополупериодный выпрямитель), зарядно-разрядная цепь $C_1, P5, P6$ тиратрон $Л2$ (электронный ключ) и вспомогательный тиратрон $Л3$. управляющий работой тиратрона на $Л2$.

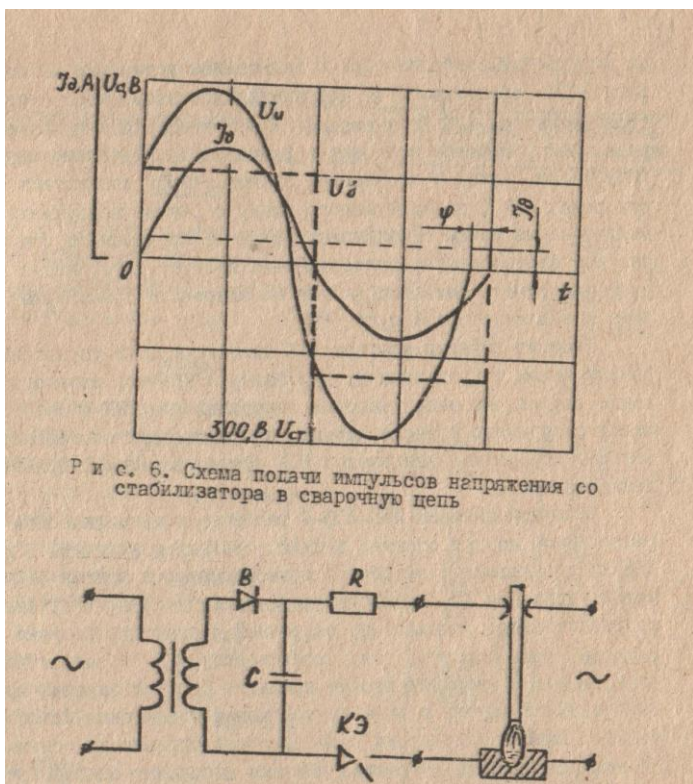


Рисунок 7 – Принципиальная электрическая схема стабилизатора

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

Конденсаторная батарея C_B неполярных электролитических конденсаторов емкостью 100000 мкф служит для подавления составляющей постоянного тока в сварочной цепи.

Реле дуги $P2$ предназначено для управления работой реле $P3$ осуществляющего переключение сварочного промежутка с осциллятора на импульсный стабилизатор. С

включением установки на сварку реле дуги **P2** срабатывает от напряжения холостого хода сварочного трансформатора (70 В) и своими *H.O* контактами включает цепь реле **P6**, которое приводит в действие пускорегулирующую аппаратуру (см. ниже) и производит своими *H3* контактами коммутацию реле **P3**, 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 **P2**.

Реостат заварки кратера РЗК включен в цепи управления сварочным током и предназначен для заварки кратера сварного шва в конце сварки. По мере введения сопротивления РЗК в обмотку управления сварочного трансформатора мощность цуги 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 **C8** и сопротивление **R8, R19, R27**. 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 ШЖ-350-4 и автомата для дуговой сварки в среде аргона АДСВ-2 приведены в таблице 5.

Таблица 5

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	мм	0,8-0,4
Алюминиевых сплавов	мм	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	м/ч	-
Установочные перемещения сварочной головки:		
поперек шва	мм	160
по вертикали	мм	100
Поворот вокруг горизонтальной оси	град	360
Поворот вокруг вертикальной оси	град	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. рисунок 4, правая часть) размещено на тракторе 7 и в распределительном пульте (шкаф управления). На сварочном тракторе находятся два электродвигателя (для перемещения каретки и подачи

присадочной проволоки), сварочная головка, пульт управления, включающие кнопки и тумблеры управления, прибора сварочного тока и напряжения, клеммники. Шкаф управления 8 связан со сварочным трактором с помощью разъемов кабелем, включающим провода управления, сварочным кабелем и шлангом, проводящими 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 дачи. Работу можно начинать только через три минуты, необходимые для прогрева ламп.

При нажатии на кнопку "Пуск" срабатывает промежуточное реле которое своими *Н.О.*- контактами включает сварочный контактор КЛС и подготавливает к включению цепь катушки реле *P5*.

При срабатывании КЛС появляется напряжение холостого хода сварочной цепи и срабатывает реле цуги *P2*, которое своими *Н.З.*- контактами включает цепь реле *P6*. Реле *P6* включает *Н.О.*- контакты реле *P5*, а своими *Н.З.*- контактами блокирует цепь *P3* от включения *Н.О.*- контактами *P5*. Реле *P5* включает *Н.О.*- контактами осциллятор и обеспечивает возбуждение дуги, при этом напряжение в дуговом промежутке резко снижается, и реле *P2* отключается. Это приводит к отключению реле *P6*, которое *Н.О.*- контактами включает реле *P3*. Реле *P3* своими *Н.О.*- контактами обеспечивает переход с осциллятора на импульсный стабилизатор напряжения, кроме того, своими *Н.З.*- контактами *P3* разрывает цепь разрядного сопротивления *P8*, шунтирующего конденсаторную батарею *С6*.

Процесс сварки характеризуется следующими состояниями управляющей аппаратуры: реле *P4*, *P5* и *P3* включены; реле *P2*, *P6* включены. Процесс сварки прекращается нажатием кнопки "Стоп", что приводит к

разрыву цепи реле *P4* и отключении КЛС. Установка при этом возвращается в исходное положение.

Подготовка автомата к сварке. Перед сваркой автомат с помощью переключателя ТВ "Тележка вправо" или ТЛ "Тележка влево" устанавливается в месте начала сварки. Между вольфрамовом 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.

Сварка. С помощью осциллятора ОППЗ-300 зажигается сварочная дуга. После создания ванночки расплавленного металла включается переключатель НВ. Начинается подача присадочной проволоки и передвижение каретки. Скорость подачи проволоки и скорость передвижение каретки (скорость сварки) регулируется автотрансформатором РА. Якорь двигателя подачи проволоки ДП питается через селеновый выпрямитель В1. Обмотки возбуждения *OBD2* и *OBD1* включены параллельно через селеновый выпрямитель В3.

В процессе сварки контроль за режимом осуществляется по амперметру А2 и вольтметру У2. Вольтметр с помощью защитного дросселя ДРЗ и конденсатора С защищается от тоов высокой частоты осциллятора. Цепь управления автомата питается, от понижающего трансформатора ТП , который подключается в сеть магнитным пускателем ПМ1 .

Окончание сварки. Нажатием выключателя К1 "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 выключением ВК. При этом автоматически разрывается цепь катушки магнитного пускателя, что, в свою очередь, приводит к выключению сварочного трансформатора и, 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 аргонодуговой сварки алюминиевых сплавов системы *Al-Mg* приведены в таблице 6.

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.

Таблица 6

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 мм
<i>Продолжение табл. 6</i>				
2,5-3,0	3,5	140-180	12-16	Скорость подачи присадочной проволоки 80-100 м/с

3. 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.

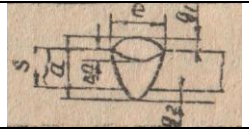
Коэффициент прочности сварного соединения определяется по формуле

$$K = \frac{\overline{\sigma_{Всв}}}{\overline{\sigma_{Восн}}},$$

где $\overline{\sigma_{Всв}}$ - среднее значение σ_B по результатам испытания трех образцов. Результаты механических испытаний заносятся в протокол № 2.

Размеры швов должны соответствовать нормативным данным, приведенным в таблице 7.

Таблица 7

Толщина листов, мм	Размер шва, мм			Эскиз сечения шва
	<i>e</i>	<i>g1</i>	<i>g2</i>	
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	

С о д е р ж а н и е о т ч е т а

- 1) Узловая схема установки и перстень 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.

Порядок оформления отчета приведен в приложении.

Библиографический список

1. Акулов А.И., Бельчук Г.А., Демянцевич В.П. Технология и оборудование сварки плавлением. М.: Машиностроение, 1977. 432. с.
2. Лесков Г.И. Электрическая сварочная дуга. М.: Машиностроение, 1970. 320 с.
3. Николаев Г.А., Фридлиндер И.Н., Арбузов Ю.П. Свариваемые алюминиевые сплавы. У.: Металлурги, 1990. 296 с.
4. Теоретические основы сварки /Под ред. В.В.Фролова. М.: Высш.шк., 1988. 559 с.» ил..
5. Технология к оборудованию сварки плавлением /Г. Д.Никифоров, Г.В.Бобров, В.М.Никитин и др. М.: Машиностроение, 1986.320 с.
6. Хренов К.К. Сварка, резка и пайка металлов. М.:Машиностроение, 1970. 408 с.

Отчет по лабораторной работе № 37

Кафедра «Производства двигателей летательных аппаратов»	Исследование аргодуговой сварки алюминиевых сплавов		Лаборатория сварки
Дата выполнения работы	Группа	Фамилия студента	Подпись студента



КРАТКИЕ ВЫВОДЫ ПО ЧАСТЯМ РАБОТЫ

Работа зачтена _____

Подпись преподавателя _____

ПРОТОКОЛ №1

Номер опыта	Сила тока, А	Скорость сварки, м/ч	Напряжение на дуге, В	Геометрические размеры шва, мм				Эскиз сечения шва
				e	a	Δa	g	
1								
2								
3								
4								
5								
6								

Протокол № 2

Номер образца	S, мм	b, мм	F, мм	P, мм	$\sigma_{Всв}$, МПа $\sigma_{Восн}$	$\sigma_{В.св.ср.}$	K*	Характер разрушения образца
1								
2								
3								
4								

$$* K = \frac{\sigma_{В.св.ср.}}{\sigma_{В.осн.}}$$

ИССЛЕДОВАНИЕ АРГОНОДУГОВОЙ СВАРКИ АЛЮМИНИЕВЫХ СПЛАВОВ НЕПЛАВЯЩИХСЯ ЭЛЕКТРОДОМ

Составитель Дударь Леонид Арсеньевич
Редактор Н.Д. Чайникова
Техн. редактор Г.А. Усачев
Корректор Н.С. Куприянова

Подписано в печать 25.05.92. Формат $60 \times 84^{1/16}$.
Бумага оберточная. Печать офсетная.
Усл. печ. л. 1,2. Усл. кр.-отт. 1,2. Уч.-изд. л. 1.1
Тираж 200 экз. Заказ 131. Бесплатно.

Самарский ордена Трудового Красного Знамени авиационный
институт имени академика С.П. Королёва.
443086 Самара, Московское шоссе, 34.

Участок оперативной полиграфии Самарского авиационного
института. 443001 Самара, ул. Ульяновская, 18.