ФРОНИУС-

УСТАНОВКА ДЛЯ СВАРКИ АЛЮМИНИЯ.



Содержание.

Введение

Материал

Простое определение сплава на месте

Присадочный материал для сварки алюминия

Способ

Особенности сварки с применением алюминиевых проволок

Сравнение поджига

Синхро-пульс

Газы

Подготовка соединения

Дефекты сварного шва

Использование в автомобильной промышленности

Передача, а также размножение этого документа, использование и сообщение его содержания не разрешается, если нет непосредственного распоряжения.

Нарушение обязывает к возмещению убытков, текст и рисунки соответствуют техническому состоянию при сдаче в печать.

Введение

Открыт в начале XIX века, с 1880 г. применяется как легкий металл. Добывается посредством электролиза оксида алюминия из глинозема.

Область применения.
Использование алюминия и его сплавов вместо материалов из стали приобретает все большее значение. Алюминий применяется в таких отраслях:

- Самолетостроение и космонавтика.
- Автомобильная промышленность (грузовые автомашины, автобусы, легковые автомобили).
- Судостроение.
- Вагоностроение.

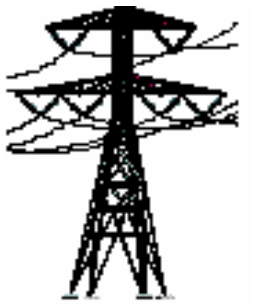
А также в классических сферах, как:

- Строительство цехов, ангаров.
- Производство стеллажей.
- Зимних садов.
- Окон и т. д.

Преимущества алюминия в сравнении со сталью.
- меньший удельный вес(р=2,7г/см куб.) при более высокой удельной прочности (до 450 Н/мм кв.);
- устойчивость против атмосферных воздействий;
- хорошая вязкость при минусовой температуре;
- очень хорошая пригодность для производства литейных профилей.

Важнейшие составляющие сплава алюминия.
- Магний Mg:0,3-7% более высокая прочность, мелкая зернистость
- Марганец Mn:0,3-1,2% лучшая коррозионная стойкость. (Соленая вода), более высокая прочность.
- Медь Cu:-5% более высокая прочность, меньшая коррозионная стойкость, важно для закаливаемости.
- Кремний Si:-12% для литья, понижает температуру плавления до 577С.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ АЛЮМИНИЯ И ЕГО СПЛАВОВ.

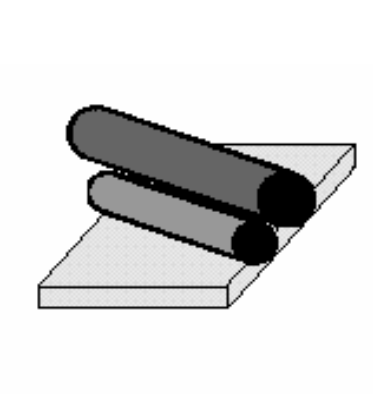


Электропромышленность Al99,5

- Проволоки для проводов.
- Проволоки для трансформаторов
- Охлаждающие ребра.

Производство украшений.

- Украшения.
- Декоративные накладки для легковых автомобилей.



Листы, трубы. AlMg 5…

- Производство емкостей, судостроение.
- Кузова, аппараты.

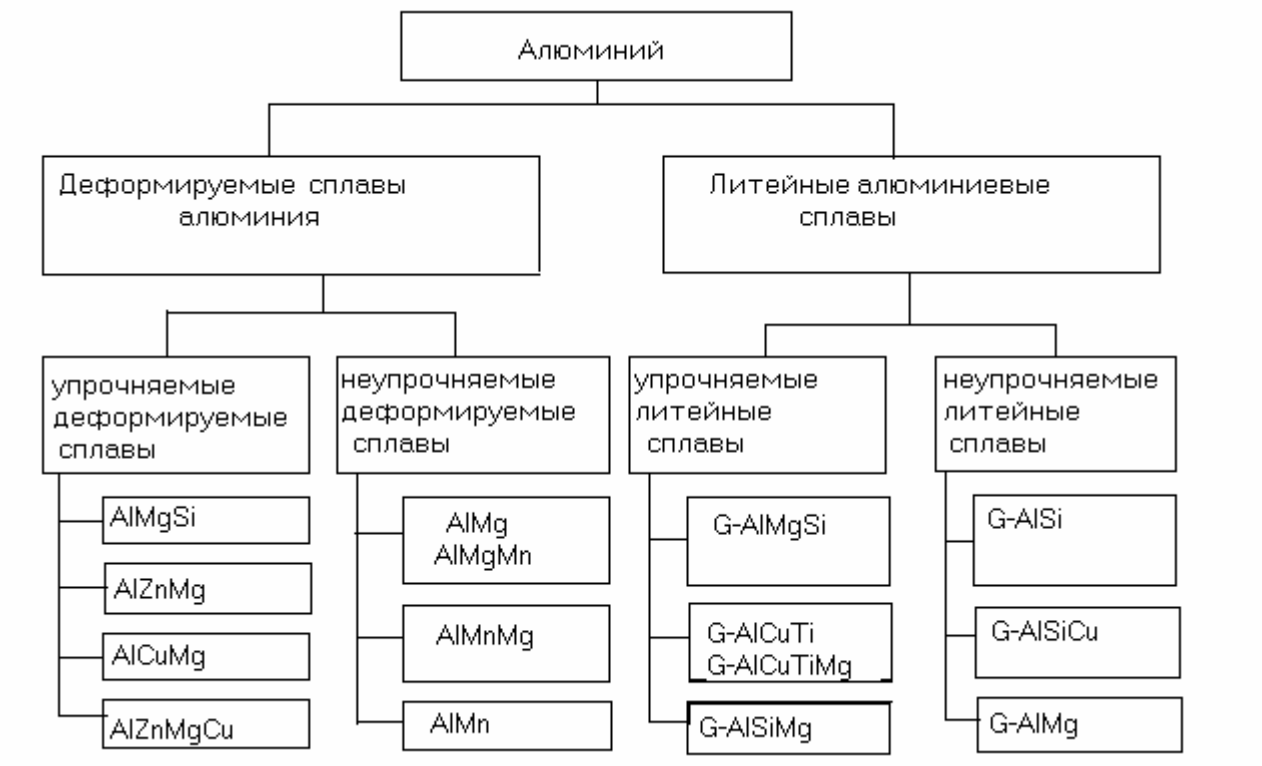
Профили. AlMgSi 6…

- Архитектура, фасады
- Окна, двери, фурнитура.
- Автомобилестроение.



Литье. AlSi 4…

- Корпуса коробки передач.
- Блоки двигателей.
- Головки цилиндров.
- Алюминиевые обода для легковых автомобилей.



Чистый алюминий.

Обладает высокой коррозионной стойкостью, но малой прочностью при растяжении (ок.80 Н/мм2), которая посредством холодной деформации может увеличиваться до 30 Н/мм2. Однако это холодное упрочнение опять утрачивается при сварке в области шва.

Например, чистый алюминий Al 99,9 или Al 99,5.

- **Практический совет:**
  Наилучший достигаемый внешний вид шва, но наименьшая прочность.

Упрочняемые деформируемые сплавы.
Сплавы алюминия с магнием или кремнием, цинком или медью (например, AlMgSi1, AlZn 4,5 Mg1,…) могут упрочняться термической обработкой до 450А/мм2.

Для упрочнения этот материал накаляют (накаливание в растворе), после чего закаливают и, в заключении, подвергают старению. При этом происходит повышающее прочность выделение элемента сплава в структуре алюминия. Старение при температуре помещения может осуществляться в течении нескольких дней (холодное упрочнение), или при температуре 80-160С (тепловое упрочнение) в течении короткого времени.

В процессе сварки упрочненные алюминиевые сплавы разупрочняются в зонах термического влияния.
Тепло, выделяющееся при сварке, разрушает первоначальные упрочнения тем больше, чем выше нагрев.
Посредством заключительной тепловой обработки, Вы можете опять достичь значения первоначальной прочности.
Сплав AlZn 4.5Mg 1, который после сварки, путем только лишь холодного старения дает новое увеличение до уровня первоначального значения прочности.

- **Практический совет.**

Упрочняемые деформируемые сплавы используются чаще всего, если стальная конструкция заменяется алюминиевым сплавом.

Неупрочняемые деформируемые сплавы.
Неупрочняемые алюминиевые сплавы не упрочняются термической обработкой. Благодаря упрочнению смешанных кристаллов они приобретают, в сравнении с чистым алюминием, более высокую прочность. В сплавах с магнием и марганцем прочность при растяжении может увеличиваться до 280 Н/мм2.
Например, AlMg1/AlMg3/AlMg4,5 Mn.

- **Практический совет.**

Применяются, если требуется высокая коррозионная стойкость (в морской воде). Металлические листы, рифленые листы, автомобилестроение.

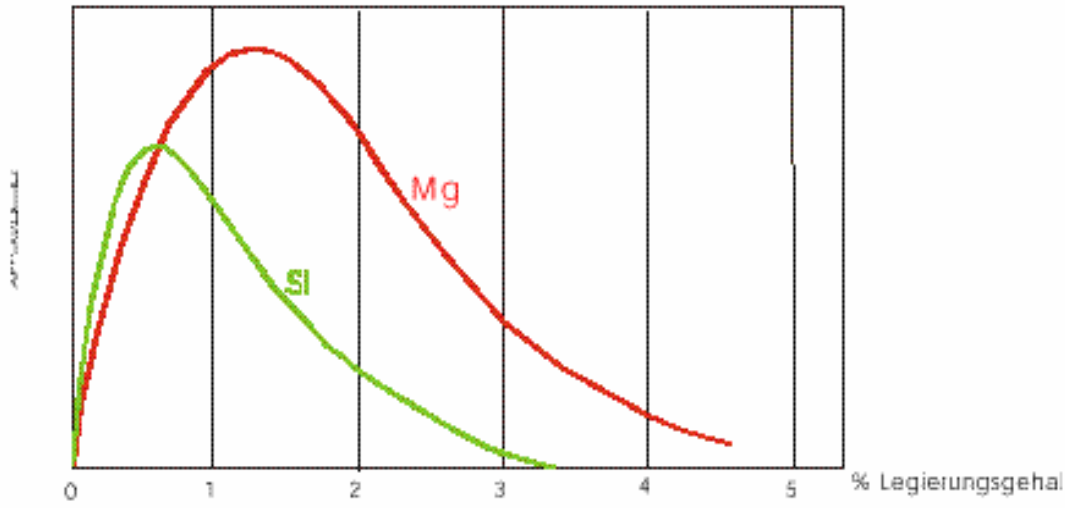
Литейные алюминиевые сплавы.

Литейные алюминиевые материалы получают путем легирования кремнием. При использовании таких литейных сплавов, как правило, производится только ремонтное сваривание (электродуговая сварка специальными стержневыми электродами, ВИГ или МИГ-сварка в среде защитного газа). Сварка производится с присадочным материалом такого же состава, как и основной материал, прежде всего тогда, если места сварки не должны отличаться от структуры литья. Сварочный присадочный материал для этих сплавов не должен содержать много водорода.

Цвет мест сварки после полировки такой же, как и основного материала. Считается нормальным, если сварочный шов после анодного оксидирования имеет несколько иную окраску. Это особенно проявляется при кремниевых присадочных материалах.

- **Практический совет.**

Благодаря невысокой температуре плавления, способствует более быстрому растеканию высокая скорость сварки и качественный вид шва.



% содержание легирующих элементов.

Склонность к образованию трещин у алюминия зависит от содержания кремния (Si) и магния (Mg).

Внимание: Магниевые сплавы более склонны к образованию трещин используйте программу окончательной заварки кратера.

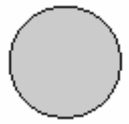
ПРОСТОЕ ОПРЕДЕЛЕНИЕ СПЛАВА НА МЕСТЕ.

ЩЕЛОЧНАЯ ПРОБА.
(Определение сплавов с медью, цинком, никелем и кремнием)
Раствор для испытания 1: Окись Na2O.

Каплю раствора(1) нанести на 3-5 минут на чистую поверхность листа (детали), потом смыть водой и капли промокнуть фильтрующей бумагой.



Al, AlMn, AlMg = нет окраски.
Чистый алюминий и сплавы с магнием и марганцем остаются без изменений. Различие можно распознать лишь через поверхностную твердость(например, нанесение царапин иглой). Если реакции нет, значит это не алюминиевый сплав, магниевый.



G-AlMgSi = Сплав AlMg+Si = светло-серый.



AlCuMg, AlZnMg = черный вытираемый.
Если сплав содержит медь, цинк или никель, то остается черное пятно.



G-AlSi = серый не вытираемый.
При содержании более чем 3% Si и отсутствии названных раннее тяжелых металлов, возникает серое пятно.

Стандарты.

EN 573-1(2)
например, обозначение материала-1(2).

EN	AW	5082	A	AlMg 4,5
Европейский стандарт	Алюминий Полуфабрикат	материал № напр. Австрия	национальный стандарт	(2) дополнит. старый стандарт.

Структура номера по DIN EN 573.

EN AW = деформируемый алюминиевый сплав.
EN AC = литейный алюминиевый сплав(еще нет действующего номера EN)

Система обозначения для деформируемых алюминиевых сплавов уже длительное время унифицирована посредством международного регистрирования во всем мире.

ПРИВЕДЕННЫЕ НИЖЕ ПРИМЕРЫ ДОЛЖНЫ ПОМОЧЬ ПОЛЬЗОВАТЕЛЮ ПРИ «ПЕРЕВОДЕ».

Обозначение по	DIN EN	DIN 17007	ISO	Международ. регистриров. сплавов	AA
Пример 1	EN AW-6060/ EN AW-AlMgSi	3.3206/ AlMgSi0,5	6060/ AlMgSi	6060	AA 6060
Пример 2	EN AW-6082/ ENAW-AlSi1MgMn	3.2315/ AlMgSi 1	6082/ AlSi1MgMn	6082	AA----- в США не нормиров.

1-я цифра: группа сплавовDIN EN AW

1. Алюминий $\geq$ 99.0%	прочный без термической обработки
2. Сплавы алюминий-медь	упрочняемый
3. Сплавы алюминий-марганец	прочный без термической обработки.
4. Сплавы алюминий-кремний	прочный без термической обработки
5. Сплавы алюминий-магний	прочный без термической обработки
6. Сплавы алюминий-магний-кремний	упрочняемый
7. Сплавы алюминий-цинк	упрочняемый
8. Другие алюминиевые сплавы	

Для более детального разъяснения смотри DIN 573.

СОПОСТАВЛЕННОЕ СРАВНЕНИЕ ОБОЗНАЧЕНИЙ МАТЕРИАЛОВ ПО РАЗЛИЧНЫМ СИСТЕМАМ.

(НЕ ВСЕГДА ТОЧНОЕ СООТВЕТСТВИЕ).

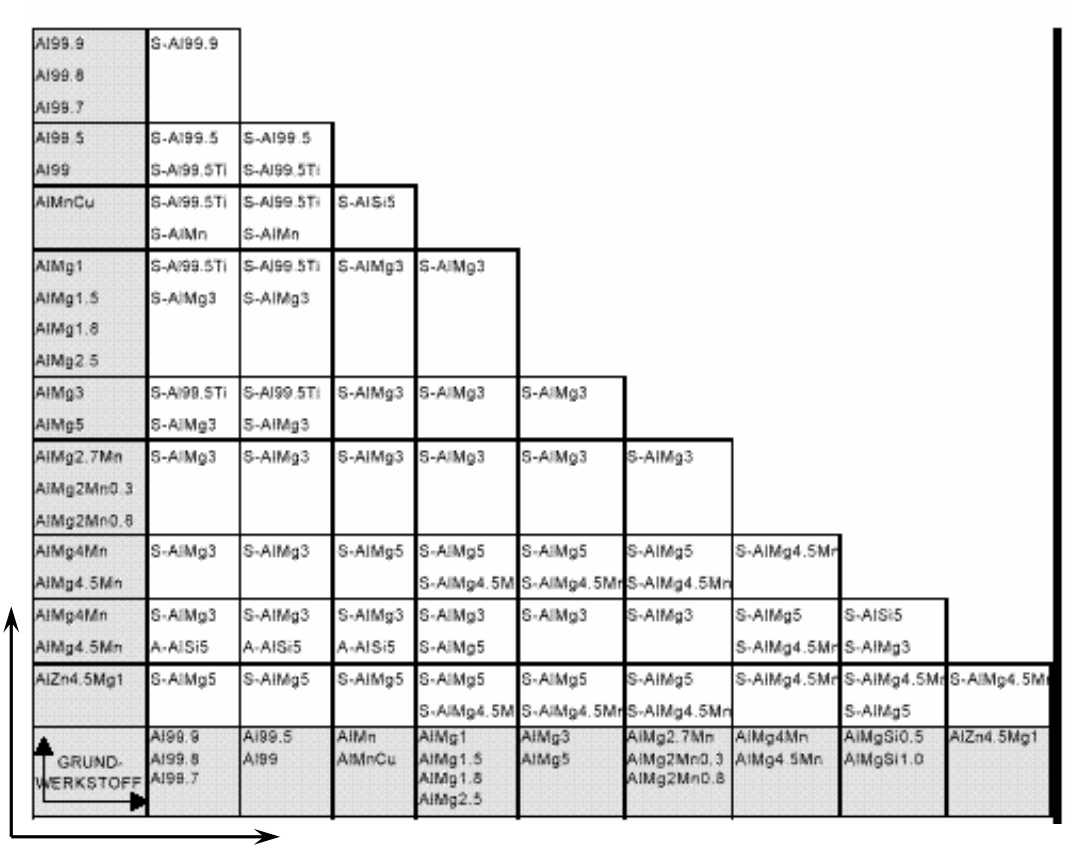
		Международный		F	GB	I
DIN- краткий символ (по DIN 1700)	Номер материал (по DIN 17007)	Международный реестр сплавов (AA) 1)	ISO (R 209)	Француск. краткий знак по NF A02-004	Великобр. краткий знак по BS,BS-L,DT D 2)	Краткий знак по UNI 3)
AL 99,98R	3.0385	(1199)		A-99	1	
AL99,8	2.0285	1080A	Al99.8	A-8	1A	P-AlP99.8
AL 99,7	3.0275	1070A	Al99.7	A-7		P-AlP99.7
Al 99,5	3.0255	1050A	Al99.5	A-5	1B	P-AlP99.5
Al99	3.0205	1200	Al99	A-4	1C	P-AlP99.0
AlMn	3.0515	3103	Al-Mn1		N3	P-AlMn1.2
AlMnCu	3.0517	3003	AlMn1Cu	A-M1		
AlMn0,5Mg0,5	3.0505	3105			N31	
AlMn1Mg0,5	3.0525	3005		A-MG0.5		
AlMn1Mg1	3.0526	3004		A-M1 G		PAlMn12Mg
ALMg1	3.3315	5005	Al-Mg1	A-G 0,6	N41	P-AlMg0.9
AlMg1,5	3.3316	(5050A)	AlMg1.5	A-G 1,5		P-AlMg1.5
AlMg2,5	3.3524	5052	AlMg2.5	5052		P-AlMg2.5
AlMg3	3.3535	5754	AlMg3	A-G 3M		(P-AlMg3.5)
AlMg4,5	3.3345	5082	AlMg4			P-AlMg4.4
AlMg5	3.3355	5056A	AlMg5		N6	P-AlMg5
ALMg2Mn0,3	3.3525	5221	AlMg2	A-G2M	N4	
AlMg2Mn0,8	3.3527			A-G2,5MC		
AlMg2,7Mn	3.3537	5454	AlMg3Mn	A-G3MC	N51	
AlMg4Mn	3.3545	5086		A-G4MC	N5/6	
AlMg4,5Mn	3.3547	5083	AlMg45Mn	A-G4,5MC	N8	
AlMgSi0,5	3.3206	6060	Al-MgSi	A-GS	H9	
AlMgSi0,8	3.2316	(6005)		A-SG 0,5	H10	P-AlSi0.5Mg
AlMgSiCu	3.3214	6061	AlMg1SiCu	A-GSUC	H20	P-AlMg1SiCu
AlMgSi1	3.2315	6082	AlSi1Mg	A-SGM 0,7	H30	P-AlMgSi
AlMgSiPb	3.0615	(6262)		A-SGPb		P-AlSi1MgMn
AlCuBiPb	3.1645	2011		A-U5PbBi	FC1	
AlCuMgPb	3.1655	(2030)		A-U4Pb		P-AlCu5.5PbBi
AlCu2,5Mg0,5	3.1305	2117	AlCu2Mg	A-U2G	2L69	
AlCuMg1	3.1325	2017A	AlCu4Mg	A-U4G	H14	P-AlCu4MgMn
AlCuMg2	3.1355	2024	AlCu4Mg	A-U4G1	2L97/98	P-AlCu4.5MgMn
AlCuSiMn	3.1255	2014	AlCu4SiMg	A-U4SG	H15	
AlZn4,5Mg1	3.4335	7020		A-Z5G		P-AlCu4.4SiMnMg
AlZnMgCu0,5	3.4345	(7079)		A-Z4GU		
AlZnMgCu1,5	3.4365	7075	AlZn6MgCu	A-Z5GU	2L95/96	P-AlZn5.8MgCu

1). Международный реестр сплавов ведется в Ассоциации алюминия (AA), Вашингтон. Многие западноевропейские страны, а также Австралия и Япония переходят на эти обозначения для деформируемых сплавов; Франция уже перешла (NF A 02-104). При не взятых в рамки четырехзначных обозначений состав идентичен с DIN.

2). Виды заготовок обозначаются в BS,при чистом алюминии, находится впереди, при сплавах, стоит между «N»(не упрочняемый) или «H» (упрочняемый) и цифрами Буквой: S=металлический лист; E=литое изделие; T=труба; F= поковка; G= проволока; например S1C= лист Al 99;HE3O=литый профиль из AlMgSi1.

3). В Италии также принято сокращенное написание, причем краткое обозначение уменьшено до одной буквы: Al=A, Mn=M, Mg=G, Cu=C, Si=S, Zn=Z; Например: P-AlZn 5,8 MgCu будет P-AZ 5,8 GC(P-=деформируемый сплав).

Присадочные материалы для сварки алюминия.



Основной материал.

Обозначение присадочного материала.	Поставляемые диаметры. МИГ	ВИГ	Основной материал обозначения согл. DIN
SG-Al 99,5 DIN 1732 W.Nr.3.0259 AWS ER 1100	0,8mm 1,0mm 1,2mm 1,6mm	 2,0mm 3,0mm	Al 99,5 Al 99 Al 99,8 Al 99,7
SG-AlMg 5 DIN 1732 W.Nr.3.3556 AWS ER 5356	0,8mm 1,0mm 1,2mm 1,6mm	 2,0mm 3,0mm	AlMg5,AlMg3,AlMgMn, AlZnMg1. Литейные сплавы с магнием, как с основным составляющим сплава.
SG-AlSi 5 DIN 1732 W.Nr.3.2245 AWS ER 4043	0,8mm 1,0mm 1,2mm 1,6mm	 2,0mm 3,0mm	AlSi5,AlMgSi0,8,AlMgSi1. Чистый алюминий и алюминиевые сплавы с примесями менее 2% веса основного сплава. Алюминиевые литейные сплавы, содержащие до ~7% Si

В основном, вышеуказанные сплавы могут применяться при сварке всех алюминиевых материалов. Для выбора нужного присадочного материала, в случаях специального использования, нужно, по возможности, всегда выбирать соответствующий виду сплав.
Обратите внимание, что при окончательной анодной обработке ни в коем случае нельзя обрабатывать с добавками, содержащими кремний, иначе сварочные швы окрасятся в темный цвет!

Выбор осуществляется по виду основного материала, принимая во внимание механические и химические нагрузки.

Сварочный присадочный материал	Основной материал
Al 99,5 Ti	Al 99,8 Al 99,5 AlMg
AlMg 5	Al 99,5 AlMg 4,5 Mn AlMg 3 AlMg 5 AlMgSi 1 AlZn 4,5 Mg AlCuMg
AlSi 5	AlMgSi 1 AlZn 4,5 Mg AlCuMg G-AlSiMg G-AlSiCu
AlSi 12	G-AlSi 12 G-AlSiMg G-AlSiCu

Обратите внимание на разницу цен между проволоками диаметром 1,0 или1,2мм и 1,6мм. Высококачественным импульсным источником питания Вы можете перейти на следующий по величине диаметр. К тому же проволоки с большим диаметром подаются легче!

Проволока диаметром 1,2мм имеет на 44% больший объем, чем диаметр 1,0.

- Площадь оксидирования.
- Загрязнение поверхности уменьшается.

Хранение проволоки.

- Хранить при температуре помещения;
- Хранить не более одного года;
- После окончания сварки герметически упаковать.(Совет: для поглощения влаги вложить силикатный гель или рис);
- Защищать от загрязнения.

Благодаря этому Вы уменьшите поглощение водорода (поры, трещины, старение, жесткость) и тем самым повысите качество сварки.

Свариваемость.

Специфические особенности материала.

Сварка алюминия существенно отличается от сварки стали. Температура плавления стали приблизительно1500°C, а алюминия около 660°C, и алюминиевых сплавов около 550-660°C.

- Al99,5 658-659°C(почти температура плавления), газы не могут своевременно выделиться из метала.
- AlMg 4,5 Mn 575-640°C(более долгий диапазон кристаллизации), благодаря большему времени газы могут лучше выделиться из метала.
- В четыре раза большая теплопроводность требует производить процесс сварки с большим тепловложением.
- Из-за большего в два раза теплового расширения увеличиваются напряжение и удлинение в свариваемой детали.

Нужно также принять во внимание оксидный слой, плавящийся, при высокой температуре (температура плавления около 2040°C), который находится на поверхности и препятствует сварке.

Алюминий не может переходить в хрупкое состояние или упрочняться в зонах теплового воздействия. Напротив, следует учитывать потерю прочности при упрочненных холодным способом и упрочняемых сплавах.

Чистый алюминий(Al99,9;Al99,5 и т.д.)	ХОРОШАЯ СВАРИВАЕМОСТЬ
Естественно прочные сплавы (AlMg-иAlSi-сплавы)	ХОРОШАЯ СВАРИВАЕМОСТЬ
Упрочняемые сплавы (AlMgSi и AlZnMg)	ХОРОШАЯ СВАРИВАЕМОСТЬ
AlCu(около 6% Cu или Zn) AlCuMg и AlZnMgCu (около 1,4-3,0% Cu образование трещин)	ЛИШЬ ОГРАНИЧЕНО ПРИГОДНЫЙ

Свариваемость литейных сплавов зависит от имеющихся дефектов литья (кроме литья под давлением).

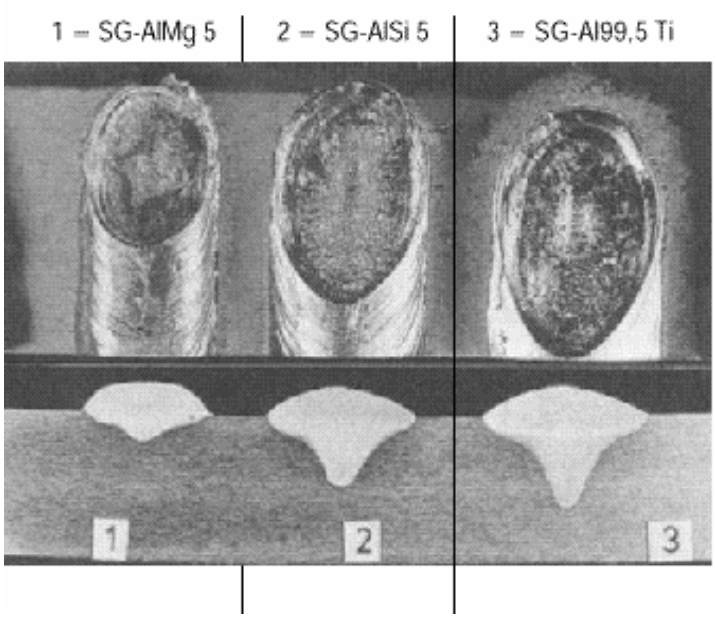
ФИЗИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ИСПОЛЬЗУЕМЫХ АЛЮМИНИЕВЫХ МАТЕРИАЛОВ:

Обозначение материала.	Электропроводность при 20°C Sm/mm2	Теплопроводность при 20°C W/cm K	Кристализация°C
Al 99,5	33,5…35,5	2,26…2,29	659…658
AlMg 5	14,0…19,0	1,20…1,34	625…590
AlMg 4,5 Mn	15,0…19,0	1,20…1,30	640…575
AlMgSi 0,5	26,0…35,0	2,00…2,40	650…615
AlMg 1 SiCu	23,0…26,0	1,63	640…595
AlZn 4,5 Mg 1	21,0…25,0	1,54…1,67	655…610
G-AlSi 12	17,0…26,0	1,30…1,90	580…570
G-AlSi 10 Mg	17,0…26,0	1,30…1,90	600…550

ВЛИЯНИЕ ЭЛЕКТРОПРОВОДНОСТИ РАЗЛИЧНЫХ СПЛАВОВ ПРОВОЛОЧНЫХ ЭЛЕКТРОДОВ НА ГЕОМЕТРИЮ ШВА.

ОПЫТ:

При одинаковых
-скорости подачи проволоки
-скорости сварки — ИЗМЕНЯЕТСЯ ЛИШЬ ПРИСАДОЧНЫЙ МАТЕРИАЛ
-источниках питания.



Электропроводность Sm*)/mm2	15…19	24…32	34…36
Сила сварочного тока**)A	250	300	340
Сварочное напряжение V	26	28	29

1Sm=1/p p=удельное сопротивление Ом/mm2
то есть, чем выше Sm, тем лучше электропроводность материала.

Результат:
Глубина провара зависит от используемого материала!!

*) Сименс.
**) Изменение силы тока устанавливается по различной электропроводности сплавов присадочного материала.

ФИЗИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА.

а). Коэффициент расширения в два раза выше, чем у стали. Это значит сильное удлинение и высокие напряжения:

СПОСОБЫ УСТРАНЕНИЯ:

- Соблюдать последовательность сварки
- Выбор способа сварки
- Возможна поперечная усадка

б). Теплопроводность в 4 раза больше, чем у стали. В этом состоит опасность дефектов соединений в толстых листах и газовых включений в металле шва. Далее следует соблюдать режим закалки при AlZn 4,5Mg 1.

СПОСОБЫ УСТРАНЕНИЯ:

- Предварительный подогрев
- Повысить тепловложение
- Положение горелки.

ВЛИЯНИЕ ОКСИДНОГО СЛОЯ.

Оксидный слой может быть причиной дефектов соединений (Al_2O_3), способствует образованию пор.

СПОСОБЫ УСТРАНЕНИЯ:

- Механическое устранение оксидного слоя (шлифование, очистка стальной щеткой, шабрение);
- Устранение химическим способом (травление);
- Удаление под действием сварочной дуги (положительная полярность);
- Флюс (газ-, электроды-, сварочный флюс, припой).

ПРИМЕЧАНИЕ:

Способ сварки влияет на тепловложение, удаление действием сварочной дуги (АС) и на концентрацию энергии.

СПОСОБЫ СВАРКИ.

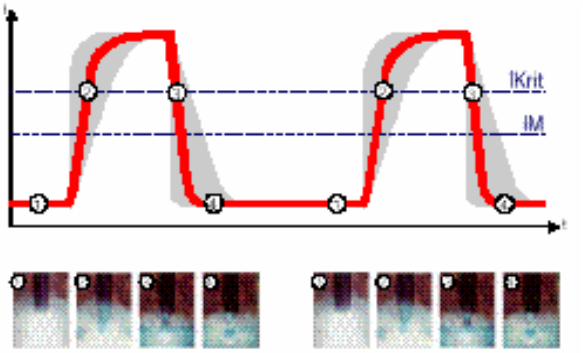
На то, какой способ использовать при сварке алюминия, оказывают влияние следующие факторы:

- Требование к качеству сварки;
- Экономичность;
- Вид заготовки (обрабатываемой детали);
- Толщина материала.

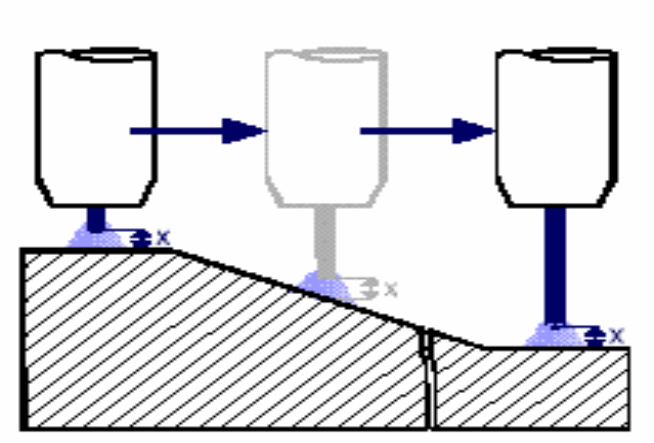
МИГ- СВАРКА

Здесь преимущественно применяется импульсно-дуговая сварка. При правильном выборе параметров капля присадочной проволоки точно по импульсу отрывается от электрода. Результатом является то, что процесс сварки протекает при минимальном разбрызгивании присадочного и основного металлов.

Экспериментально было установлено, что для различных присадочных материалов и защитных газов дифференцированные формы импульсов существенно улучшают результат сварки. Именно при сварке алюминия, где толщина материала становится все меньшей, главное требование состоит в том, чтобы источник питания в нижнем диапазоне мощности(около 30 А) давал особенно стабильную электрическую дугу. Понижение значения основного тока при этом также важен, как и быстрое автоматическое регулирование длины электрической дуги, то есть, при изменении свободной длины проволоки, длина дуги должна оставаться постоянной.



Изменяемая форма импульса.



Регулирование длины электрической дуги.

Преимущества:

- возможность сваривания тонких материалов (0,8мм);
- использование проволоки больших диаметров;
- небольшое тепловложение;
- небольшое удлинение;
- полностью механизирован процесс сварки.

Недостатки:

- увеличение образования пор;
- провар в позиции РА(горизонтально) при толстых материалах без разделки кромок.;
- сварка в местах прихватки может вести к дефектам шва.

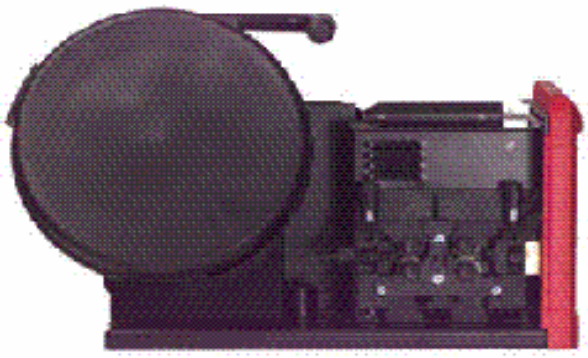
ОСОБЕННОСТИ СВАРКИ С ПРИМЕНЕНИЕМ АЛЮМИНИЕВЫХ ПРОВОЛОК.

Оснащение горелки

- Для обработки мягких алюминиевых проволок нужны горелки с графитовым или тефлоновым каналом и соответствующими насадками на гусаке горелки.
- Для алюминиевых проволок должны использоваться контактные наконечники следующего по величине диаметра проволоки.
- Для проволок из чистого алюминия или проволок с кремнием преимущество имеют системы Push-Pull.

Подача проволоки:

По сравнению со стальными проволоками алюминиевые очень мягкие. Поэтому особые требования предъявляются к подаче проволоки. Подача проволоки должна осуществляться без трения.



Четырех роликовый привод с прижимными роликами подачи при небольших усилиях прижима обеспечивает достаточное усилие на транспортируемую проволоку. Обычно используются гладкие, полированные ролики с полукруглым пазом.

- **Практический совет для установки усилия прижимных роликов.**

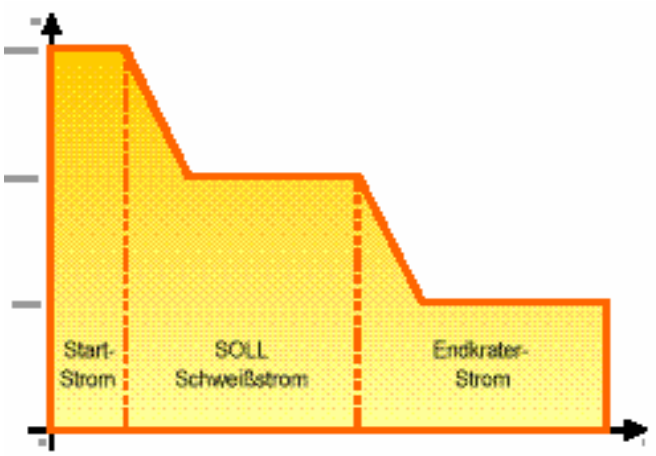
Усилие у передних прижимных роликов больше, чем у задних.
При торможении рукой ленты с проволокой, ролики должны проскальзывать! Размер хода проволоки не должен быть меньше 800 мм.

ЗАМЕЧАНИЕ:

Если меньше, чем 800 мм:

-Слишком большое трение в канале подачи проволоки (F2, тест нагрузки тока двигателя).
-Слишком большое трение в подающих роликах.
-Слишком большое трение в контактном наконечнике.
-Смещение подающих роликов.
-Большое усилие прижима роликов, поэтому проволока деформируется.

Начало и завершение процесса сварки алюминия.



Стартовый ток.	Сварочный ток.	Ток заварки кратера.

Сварочная программа от предотвращения не провара в начале шва при сварке алюминия.

Алюминий имеет не только небольшую плотность, но и является также хорошим проводником тепла.
Это ведет к возникновению не провара мест в начале сварки. Поэтому к началу сварки, посредством поддерживаемой источником питания функции, вызывается более высокая мощность сварки. Благодаря этому основной материал расплавляется уже во время фазы поджига. Если в сварочной ванне внесено достаточно тепловложения, сварочная мощность понижается до номинальной.
Если к концу сварочного шва идет перегрев и возникает опасность «прожига», мощность сварки сжигается.

- **Практический совет:**

Устанавливаемые величины начало/конец зависят от толщины свариваемого материала.

Проблемы во время поджига дуги:

В фазе поджига возникает короткое замыкание. При обычном поджиге во время короткого замыкания сила тока может увеличиться до 700А. Из-за высокой силы тока короткое замыкание происходит взрывообразно. В результате – брызги в начале сварочного шва.
Благодаря Option Spatter Free Ignition (SFI) этого можно избежать.

Преимущества обычного поджига:

- Не нужен привод Push-Pull.
- При хорошем возбуждении дуги, короткое время поджига.

Недостатки:

- Не воспроизводимый поджиг.
- Образование брызг.
- Чем толще проволока, тем выше ток поджига.
- Чрезмерная нагрузка на контактный наконечник из-за высокого тока поджига (более высокий ток во время всего процесса); больший износ контактного наконечника.

Источник питания должен иметь необходимый для разрушения закорачивающей перемычки ток. Он, в основном, выше, чем импульсный ток!

Option Spatter Free Ignition.

Option Spatter Free Ignition делает возможным, практически без брызг, поджиг сварочной дуги. К началу сварки проволока медленно подается к поверхности изделия и при касании останавливается. После этого задействуется сварочный ток и проволока отводится обратно. При достижении соответствующей длины дуги, проволока подается с предусмотренной для сварочного процесса скоростью.

Операции работы Option Spatter Free Ignition.

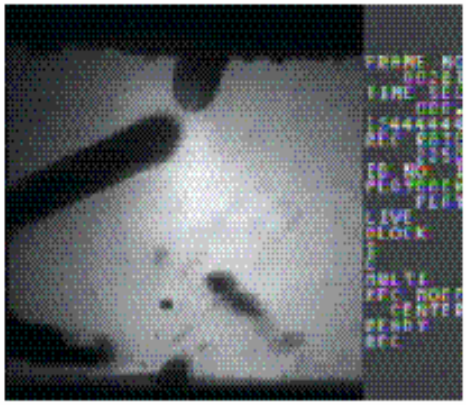
- Выбрать в меню SFI (параметр из меню плавный).
- Выйти из меню.
- Выбрать сварочную программу.

Указания! Свободное включение Option Spatter Free Ignition в настоящее время возможно только на заводе. В настоящее время основными являются лишь алюминиевые проволоки диаметром 1,0мм, 1,2мм и 1,6мм, а также системы подачи проволоки «Пушь-пуль» Фрониус (Robacta Driver и Пуль-МИГ).

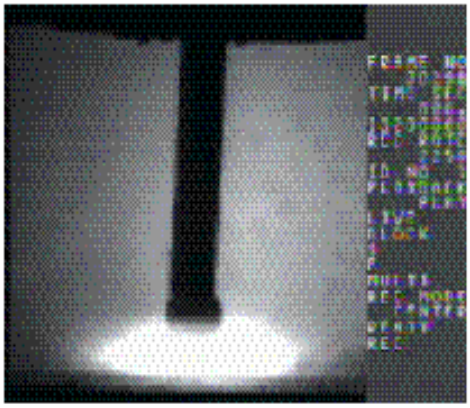
Преимущества поджига Spatter Free Ignition:

- Поджиг, практически без брызг.
- Меньшая нагрузка контактного наконечника током поджига (меньший износ).
- 100% воспроизводимый поджиг.
- Поджиг без проблем даже при толстых проволоках.
- Максимальный ток короткого замыкания, который должен иметь источник питания, не может быть меньше, чем импульсный ток.

СРАВНЕНИЕ ПОДЖИГА.



ОБЫЧНЫЙ



Spatter Free Ignition

ОПЦИЯ СИНХРО-ПУЛЬС.

Опция синхро-пульс рекомендуется для сварки алюминиевых сплавов, сварочные швы которых должны иметь качественный внешний вид (прежде всего в механизированных и автоматизированных отраслях).

Способ функции:

Опция синхро-пульс описывает электрическую дугу, которая меняет характеристику между двумя значениями мощности. Оба значения мощности получаются из позитивного и негативного изменения скорости подачи проволоки(V_D) устанавливаемую в меню величину dFd(0 до 2м/мин).

Например,

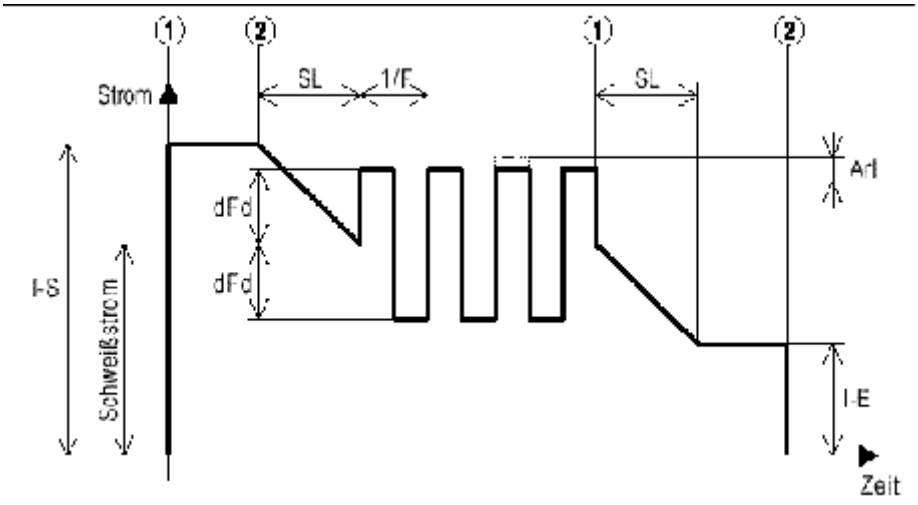
дано: V_D=10.0м/мин и =>значение мощности 1:=8,5м/мин
dFd=1,5м/мин =>значение мощности 2:=11,5м/мин

Частота F (0,5 до 5 Hz) определяет частотность изменений между значениями мощности и тока приведена в Setup-меню
Если установлена частота F=0, значит опция синхро-пульс выключена.

Корректировки длины электрической дуги для меньшего значения мощности осуществляется через параметр.
Корректировки длины электрической дуги (например, горелка Job master, механизм подачи, регулятор дистанционного управления,...).
Корректировки длины электрической дуги для большего значения мощности производится в Setup-меню через параметр “Arl“

Представленный ниже график показывает метод функции синхро-пульс, при использовании в режиме „Начало сварки алюминий“ (I-S=стартовый ток SL=Slope, I-S=конечный ток.

1 → Нажать и держать кнопку горелки.
2 ← Отпустить кнопку горелки.



ЗАЩИТНЫЕ ГАЗЫ ДЛЯ СВАРКИ АЛЮМИНИЙ.

Чистый аргон обеспечивает ровный стабильный переход в шов, но относительно интенсивности провара и гарантии против образования вызываемого водородом пористости, уступает смеси аргон-гелий. Оправдана в применении смесь аргон-гелий с содержанием аргона от 30 до 70%. Наиболее часто используется смесь из 50% гелия и 50% аргона. Увеличивающаяся доля гелия требует, при одинаковой длине дуги, более высокого напряжения дуги.

В последнее время были предложены также защитные газы с примесью O_2 (кислорода) и N_2 (азота) в области V_{pm}. Преимущество этого защитного газа заключается только в спокойной электрической дуге.

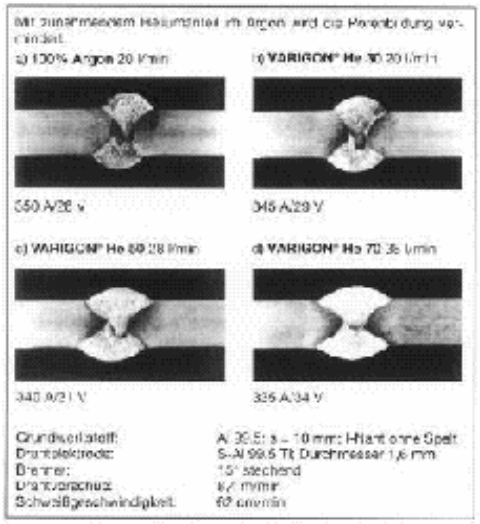
Добавки O_2 и N_2 не улучшают ни качество провара, и не уменьшают склонность сварочного шва к образованию пор.

ЗАЩИТНЫЕ ГАЗЫ

Аргон: (I 1 согласно DIN 32526 или EN 439) –стандартный защитный газ для сварки.

Аргон 70/He 30: (I 3 согласно DIN 32526 или EN 439), используется там, где предъявляются повышенные требования к недопустимости образования пористости для чистого алюминия и более повышенных толщинах.

Аргон 70/He 50 (I 3 согласно DIN 32526 или EN 439) применяется там, где предъявляются очень высокие требования относительно недопустимости образования пор, особенно в чистом алюминии, например , Al 99,5 или Al 99,8 или более повышенных толщинах.



Расход газа (относительно Аргона):

- Короткая электрическая дуга 12-15 л/мин;
- Струйная импульсная дуга 15-20 л/мин.

Для смешанных защитных газов действуют следующие данные:

Защитный газ	*Корректирующий фактор *)*	*Минимальное количество защитного газа*
Ar 70/He 30	1,17	20л/мин
Ar 50/He 50	1,35	28л/мин
Ar 30/He 70	1,70	35л/мин

С увеличением содержания гелия тепловложение облегчается.
Чистота и соотношение смешивания соответствуют DIN 32526 или EN 439.
Газы можно использовать для всех типов электрической дуги и диапазонов мощности. Другие сварочные защитные газы поставляются по запросу.

*) считанное количество газа х корректирующий фактор= ФАКТИЧЕСКИЙ РАСХОД ГАЗА.

Форма провара

Увеличение содержания гелия ведет к более широкому и тем самым более плоскому шву.Провар не выпуклый, как у аргона, а круглее и глубже. Более благоприятная величина провара обеспечивает надежный провар в области основания и позволяет применять повышенную скорость сварки.

ПОДГОТОВКА ШВА.

Обработка

При обработке и сварке требуется исключительная чистота, так как это понижает коррозионную стойкость и сварочные швы к образованию пор. Алюминий должен обрабатываться отдельно от стали.

Все инструменты, которые используются для стали, не должны применяться для алюминия. Обработка и хранение должны проводиться без пыли, насухо. Необходимы также чистая одежда и перчатки.

Алюминий очень чувствителен к концентрации напряжений (также при статистической нагрузке), поэтому его нельзя размечать чертежной иглой или маркировать прессом. Для обозначений используют, преимущественно, карандаш. Рихтовка алюминия прессом, молотком или нагревом возможны, однако следует принять во внимание указанные выше положения. Рихтовка нагревом, кроме того должна проводиться только после согласования с изготовителем. Все названные выше пункты действуют, в особенности, также для подготовки сварочного шва. Если не предусмотрен зазор, со стороны основания производится прихватка.

При сварке с зазором происходит скопление оксидных включений в середине шва.

- **Практический совет:**

Прежде очистить область шва щеткой (CrNi-щетка) и/или обезжирить (ацетон, алкоголь).

Формы подготовки кромок соединения

Используемые формы подготовки кромок определяются, прежде всего, толщиной материала и формой конструкции. При автоматизированной сварке обычно применяют прессованные профили со спрессованной опорой ванны.
Для водопроницаемых Y–или U-образных швов применяют подкладки для принудительного формирования корня шва.

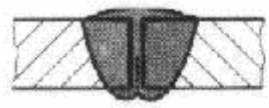
Толщина изделия, мм	Форма стыка	Проволока диамт., мм	Сварочный ток, А	Скорость сварки, см/мин	Расход газа, л/мин	Количество слоев
2	II	0,8	110	80	12	1
3	II	1,0	130	75	12	1
4	II	1,2	160	70	15	1
5	II	1,2	180	70	15	1
6	II	1,6	200	65	15	1
8	V	1,6	240	60	16	2
10	V	1,6	260	60	16	2
12	V	1,6	280	55	18	2
16	V	1,6	300	50	20	3
20	V	1,6	320	50	20	3

Ориентировочные данные для ручной сварки:

На данные величины оказывают влияние вид защитного газа, материал и тип электрической дуги.

Рекомендация:
Подготовка кромок соединения.

НЕВЕРНО: Без разделки кромок.



Оксидные включения торцевых поверхностей вынесены не полностью – «паз» в основании.

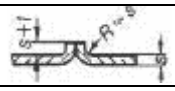
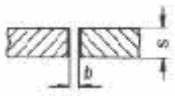
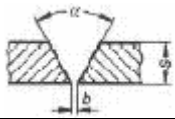
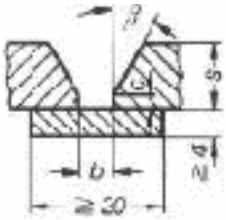
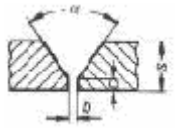
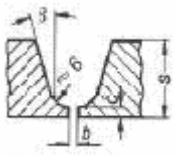
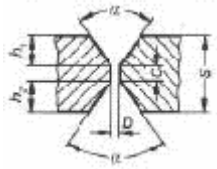
ВЕРНО: С разделкой кромок



Оксидные включения торцевых поверхностей вынесены полностью - хорошее провисание основания.

Избежание «паза» в основании путем разделки кромок со стороны основания.

Таблица 1: **Формы стыков и подготовки кромок для сварки ВИГ и МИГ.**

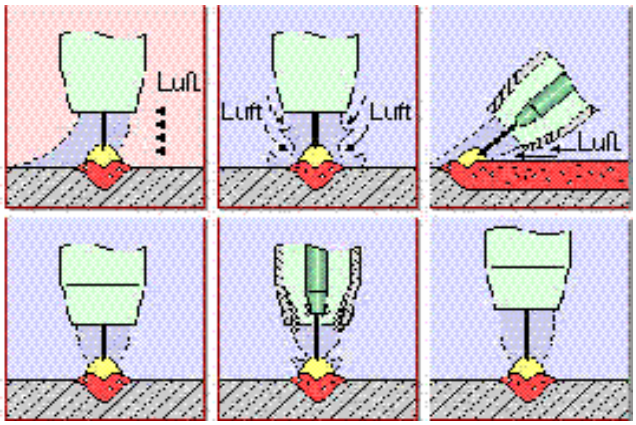
Толщина материала	Выполнение	Название	Символ	Форма стыка среза	Угол	Кол-во. Зазор		Способ сварки
до 2	одност				-	-	-	ВИГ
до 4	одност		**III**		-	-	-	ВИГ МИГ
до 4	одност	I-Naht	**II**		-	0-1	-	ВИГ
2 до 4					-	0-2	-	МИГ
4 до 16	двух сторон				-	0-3	-	ВИГ
					-		-	МИГ
4 до 10	одност или двух сторон	V-Naht	**V**		90-100	0-1	до2	ВИГ
6 до 20					50-70	0-2		МИГ
больше 6	одност	Y-Naht	**Y**		15-30	3-7	2-4	МИГ
больше 10	одност или двух сторон	Y-Naht	**Y**		60-70	0-4	3	ВИГ
					50-70		2-6	МИГ
больше 10	одност	U-Naht	**U**		до10	0-1	2-4	МИГ
больше 10	двух сторон	DY-Naht	**X**		50-70	0-2	3-4	МИГ

Обратите внимание на увеличение угла разделки кромок в сравнении со сталью!

ДЕФЕКТЫ СВАРНЫХ ШВОВ.

Следствие недостатка количества защитного газа.

Недостаточная защита сварочной ванны ведет к реакциям «воздух – сварочная ванна», и к пористым сварным швам с недостаточной прочностью.



Дефекты:

Приточный воздух (например, на рабочей площадке) мешает покрытию сварочной ванны защитным газом.

Следствие:

Недостаточное количество защитного газа, образование пор в сварочном шве.

Главной причиной образования пор в алюминии является попадание водорода и азота (от 0,5% N_2 => большая склонность к образованию пор).

ИСТОЧНИКИ ВОДОРОДА

- влажная или загрязненная область шва;
- влажный или загрязненный присадочный материал;
- водород в присадочном материале;
- негерметичная система горелки;
- вихревой поток;
- неспокойная дуга;
- влажный защитный газ из-за использования некачественного шлангового пакета или негерметичной системы.

ДЕФЕКТЫ СОЕДИНЕНИЙ.

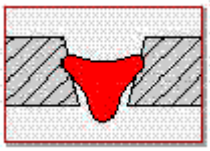
Только электрическая дуга (не сварочная ванна) обладает достаточной энергией, для того чтобы расплавить поверхность стыков и произвести прочное соединение.

Другие критерии влияния:

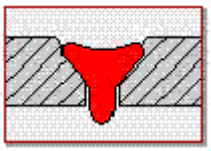
- тепловложение;
- электропроводность проволочного электрода;
- регулировочная характеристика параметров источника питания;
- тип электрической дуги;
- состав защитного газа.

Для того, чтобы избежать дефектов соединений, свариваемый шов должен быть профессионально подготовлен и обработан.

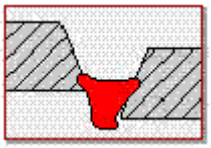
При этом могут быть сделаны следующие ошибки:



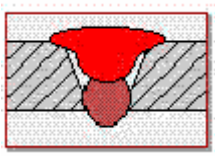
Слишком малый угол разделки кромок.
Нужен от 60°-70°.



Слишком большая высота притупления.



Слишком большое смещение кромок.

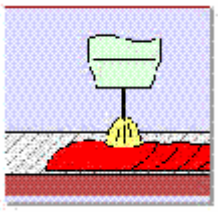


Сильно выпуклый направленный валик.
Правильно: перед сваркой основного шва нижний валик выполнить в форме впадины.

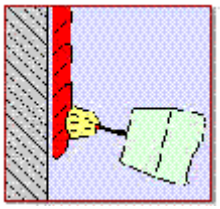


Дефекты соединений выступа при сварке электрической дугой небольшой мощности. Места выступа не обработаны.
Правильно: конец шва обработать, перед окончанием сварки, поджечь дугу и заварить кратер.

К дефектам соединения может привести то, что электрическая дуга проходит через сварочную ванну не достигает боковой стороны шва или уже сваренного слоя.



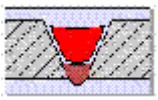
Слишком малая скорость сварки или слишком большая мощность плавки.
Не наваривать отдельные с большим сечением наплавные валики!

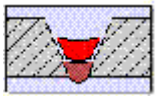


Сварка в позицииPG(вертикальный сверху вниз).Мощность плавления должна быть ограниченной.
Не варить слишком медленно!

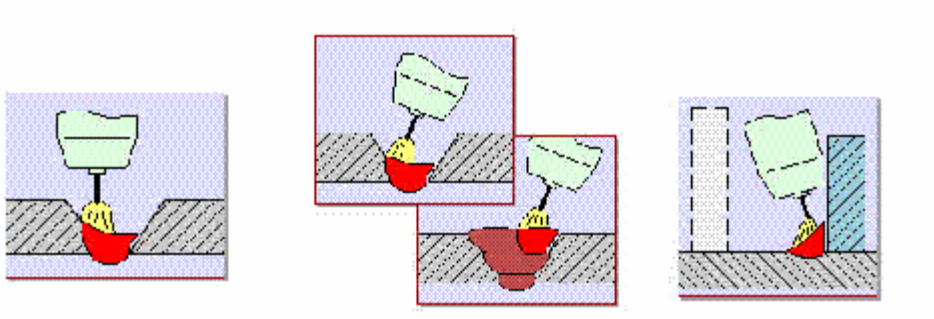


Большой угол наклона горелки.





При неправильном положении горелки сварочная дуга проплавляет боковую поверхность лишь с одной стороны.
Это ведет к дефектам соединения и непрочности.



Сварочная горелка смещена относительно основного шва.

Сварочная горелка наклонена в одну сторону шва.

Неправильное положение горелки из-за ограниченной доступности.

Оксидные включения.

Для стабильности электрической дуги небольшое количество оксидов необходимо, но их излишек способствует оксидным включениям, которые при динамической нагрузке становятся причиной возникновения трещин.

Трещины.

Для предотвращения трещин возникающих при нагреве, сваривают , как правило, высокомолекулярным присадочным материалом. Трещины кратера возникают из-за большой усадки алюминия. Этого можно избежать с помощью выводного листа или программы окончательной заварки кратера (для этого должен быть подходящий источник питания).

Качественная подготовка шва (зачистка, обезжиривание) также помогает избежать образования трещин.

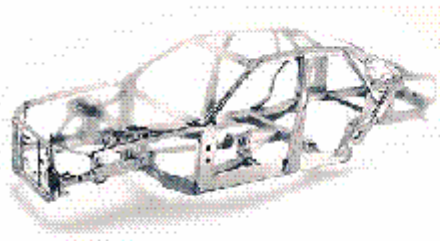
ИСПОЛЬЗОВАНИЕ В АВТОМОБИЛЬНОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ.

AUDI A2





AUDI A8





Литература:
DIN 17007
Deutscher Verband für Schweißtechnik
Metall-Schutzgasschweißen
Linde Sonderdruck Schutzgasschweißen von Alu
Aluminium-Taschenbuch (Herausgeber:Aluminiumzenntrale Düsseldorf)
www.audi.de