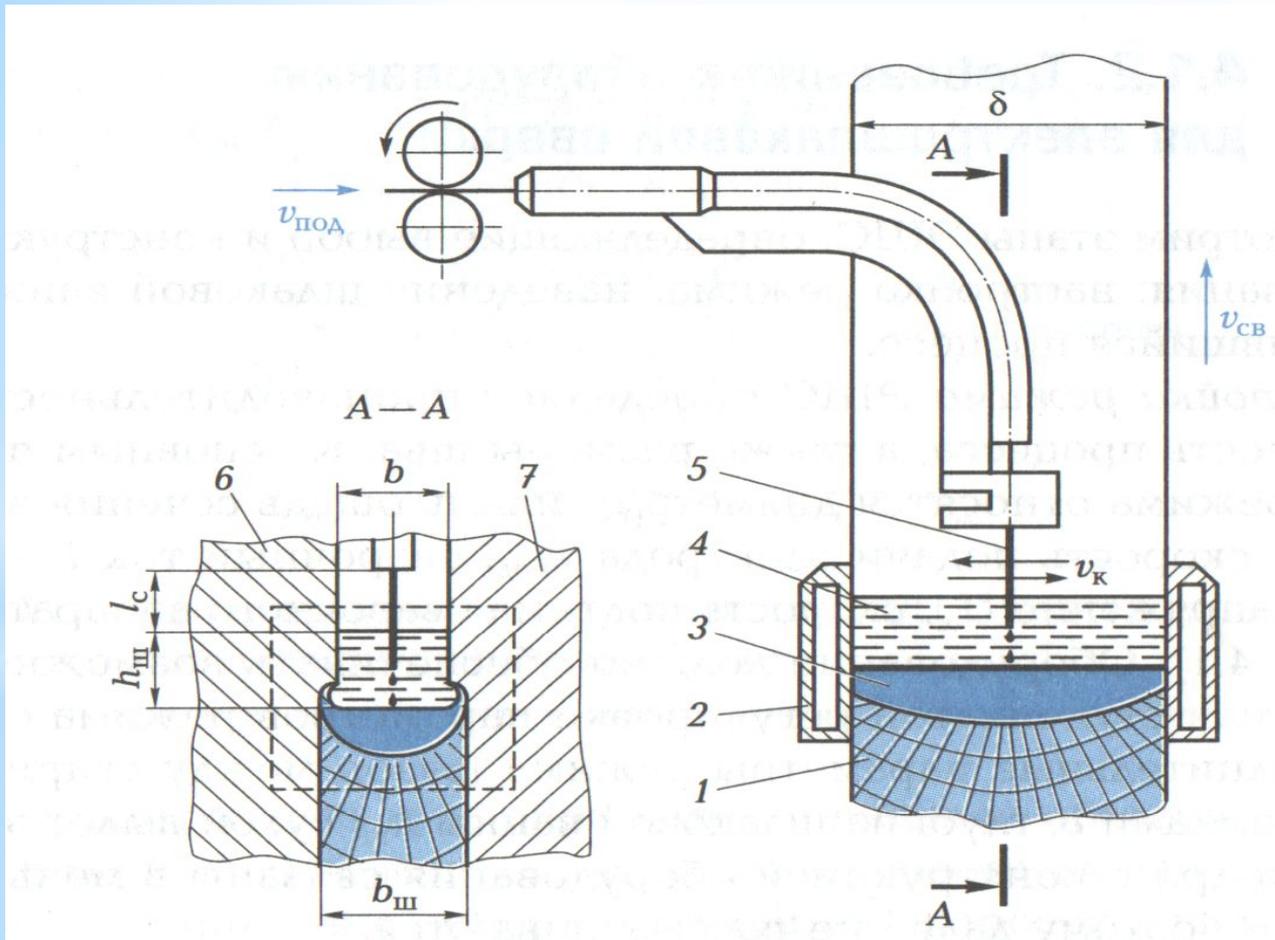


УСТАНОВКИ ДЛЯ ЭЛЕКТРОШЛАКОВОЙ СВАРКИ

Электрошлаковая сварка (ЭШС) — один из видов сварки плавлением. Источником нагрева при ЭШС является шлаковая ванна, в которой выделяется теплота при протекании по ней сварочного тока от электрода к металлической ванне. Ванна расплавленного шлака создается в пространстве, образованном кромками свариваемых деталей и формирующими приспособлениями (ползунами). Сварочный ток, проходя через расплавленный шлак, нагревает его до температуры, превышающей температуру плавления основного и электродного металлов. Шлак расплавляет подаваемый в него электрод и оплавляет кромки свариваемых деталей. Расплавленный металл стекает на дно шлаковой ванны, образуя металлическую ванну. По мере подъема уровня металлической ванны расплавленный металл в нижней части ванны охлаждается и кристаллизуется, образуя шов, соединяющий кромки свариваемых деталей.



- 1 – шов;
- 2 – ползуны;
- 3 – металлическая ванна;
- 4 – шлак;
- 5 – электрод;
- 6, 7 – свариваемые детали.

В сравнении другими способами, в частности с дуговой сваркой под флюсом, ЭШС обладает рядом **преимуществ** :

- возможность получения за один проход сварного соединения практически любой толщины без разделки кромок свариваемых деталей;
- высокая устойчивость процесса, мало зависящая от рода тока, и нечувствительность к кратковременным изменениям тока;
- высокая производительность плавления электрода, в 1,5— 2 раза превышающая этот показатель сварки под флюсом;
- высокая экономичность в сравнении со сваркой под флюсом, заключающаяся в снижении расхода флюса в 10-20 раз и электроэнергии до 20%.

Электрошлаковая сварка имеет и недостатки, вынуждающие к усложнению оборудования:

- возможность сварки только в вертикальном или близком к вертикальному положению свариваемых деталей;
- необходимость установки перед сваркой технологических деталей (стартовые карманы, формирующие устройства, выводные планки);
- необходимость водяного охлаждения формирующих устройств.

Характеристики саморегулирования ЭШС

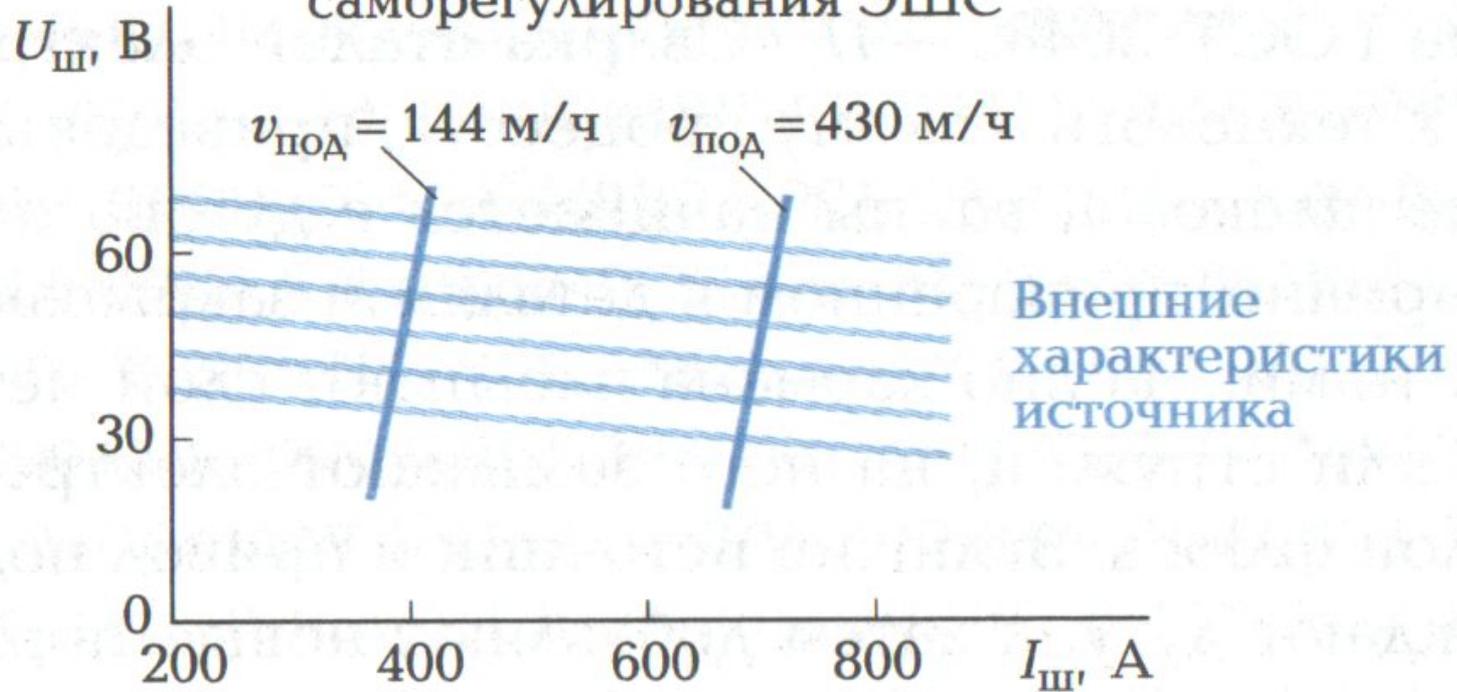


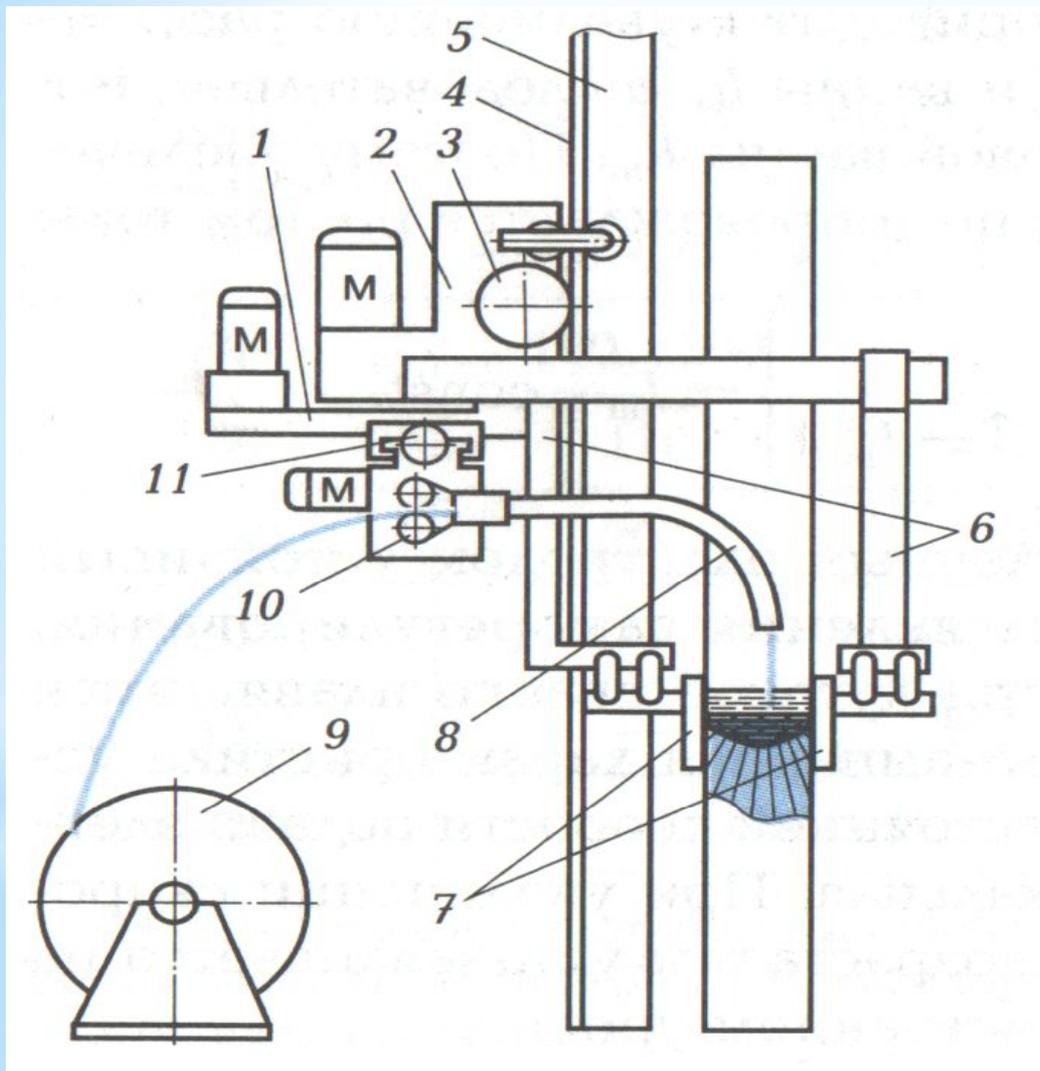
Таблица 4.1. Режимы электрошлаковой сварки деталей из низкоуглеродистой стали

Толщина свариваемых деталей, мм	Число электродных проволок		Сварочное напряжение, В
	без колебаний	с колебаниями	
30	1	—	43... 44
50	2	1	45... 46
150	3	1	48... 50
300	—	2	50... 52
450	—	3	53... 55
450	4 и плавящийся мундштук		46... 48

Окончание табл. 4.1

Толщина свариваемых деталей, мм	Скорость подачи проволок, м/ч		Скорость сварки, м/ч	
	без колебаний	с колебаниями	без колебаний	с колебаниями
30	180... 300	—	2... 2,5	—
50	170	255	2,0	1,5
150	200	420	1,0	0,7
300	—	320... 450	—	0,5... 0,7
450	—	260... 390	—	0,4... 0,6
450	200... 270		0,6... 0,8	

Конструктивная схема рельсового аппарата для ЭШС



- 1 – механизм горизонтального перемещения;
 - 2 – тележка;
 - 3 – приводная шестерня;
 - 4 – зубчатая рейка;
 - 5 – направляющая рельса;
 - 6 – подвески;
 - 7 – ползуны;
 - 8 – мундштук;
 - 9 – кассета;
 - 10 – подающий механизм;
 - 11 – суппорт поперечного перемещения.
- Источник питания;
 - Шкаф управления.

На рисунке приведена конструктивная схема рельсового аппарата для ЭШС. Аппарат установлен на вертикальной направляющей - рельсе 5 с зубчатой рейкой 4. В зацеплении с рейкой находится приводная шестерня 3 ходового механизма перемещения тележки 2, при вращении шестерни 3 осуществляется вертикальное перемещение аппарата с маршевой или сварочной скоростью. На тележке расположен механизм 1 горизонтального перемещения, с помощью которого электрод движется вдоль зазора между свариваемыми деталями при настройке или колебаниях при сварке. Ниже установлен суппорт поперечного перемещения 11 для настройки положения электрода в зазоре свариваемых деталей. На суппорте закреплен подающий механизм 10. Механизмом 10 электродная проволока из кассеты 9, расположенной отдельно от тележки, с помощью изогнутого мундштука 8 подается в зазор между свариваемыми деталями. Каждый механизм имеет собственный двигатель М. Для удержания металлической и шлаковой ванн используются формирующие устройства в виде ползунов 7, закрепленных на подвесках 6 и плотно прижатых к свариваемым деталям. В состав аппарата входят также непоказанные на рисунке источник питания и шкаф управления.

Схемы ходовых механизмов вертикального перемещения

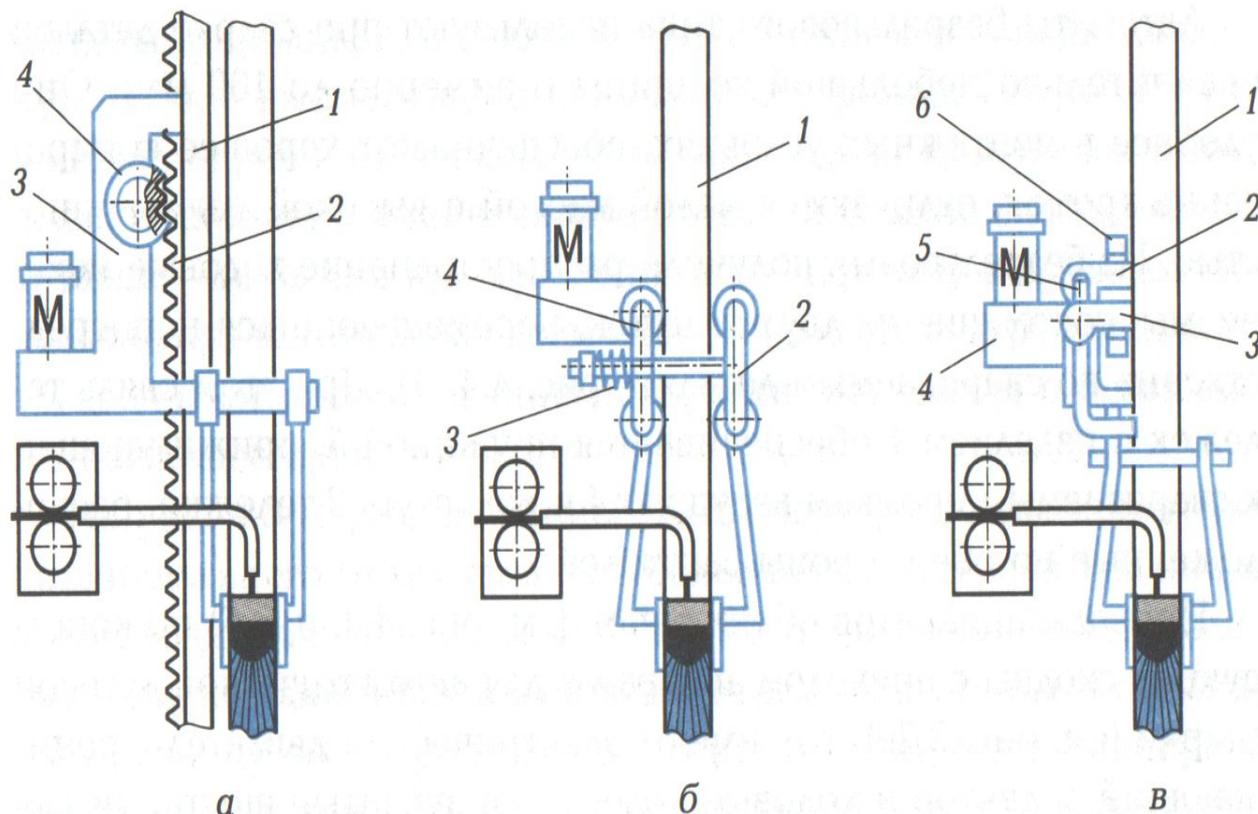


Рисунок (а):

- 1 – рельс;
- 2 – рейка;
- 3 – ходовой механизм;
- 4 – приводная шестерня.

Рисунок (б):

- 1 – изделие;
- 2 – холостая тележка;
- 3 – пружина;
- 4 – ведущая тележка.

Рисунок (в):

- 1 – изделие;
- 2 – электромагнит;
- 3 – электромагнит;
- 4 – приводное устройство;
- 5 – коленчатый вал;
- 6 – электрическая катушка.

а) рельсовый тип;

б) безрельсовый тип (связь тележек с изделием обеспечивается пружиной);

в) безрельсовый тип (магнитное сцепление рабочего органа с деталями).

Механизмы рельсового типа осуществляют перемещение аппарата по жесткой или гибкой направляющей, установленной параллельно свариваемым кромкам. Как правило, он и имеют жесткую связь между приводом ходовой тележки и рельсом, или необходимое сцепление обеспечивается с помощью сил трения. В первом случае (рис. а) связь между рельсом 1 и ходовым механизмом 3 осуществляется за счет сцепления приводной шестерни 4 с рейкой 2, расположенной на рельсе. Во втором случае механизмы, в которых связь тележки с рельсом осуществляется за счет трения между ведущими роликами и направляющей, позволяют использовать простой и дешевый рельс, например угловой прокат.

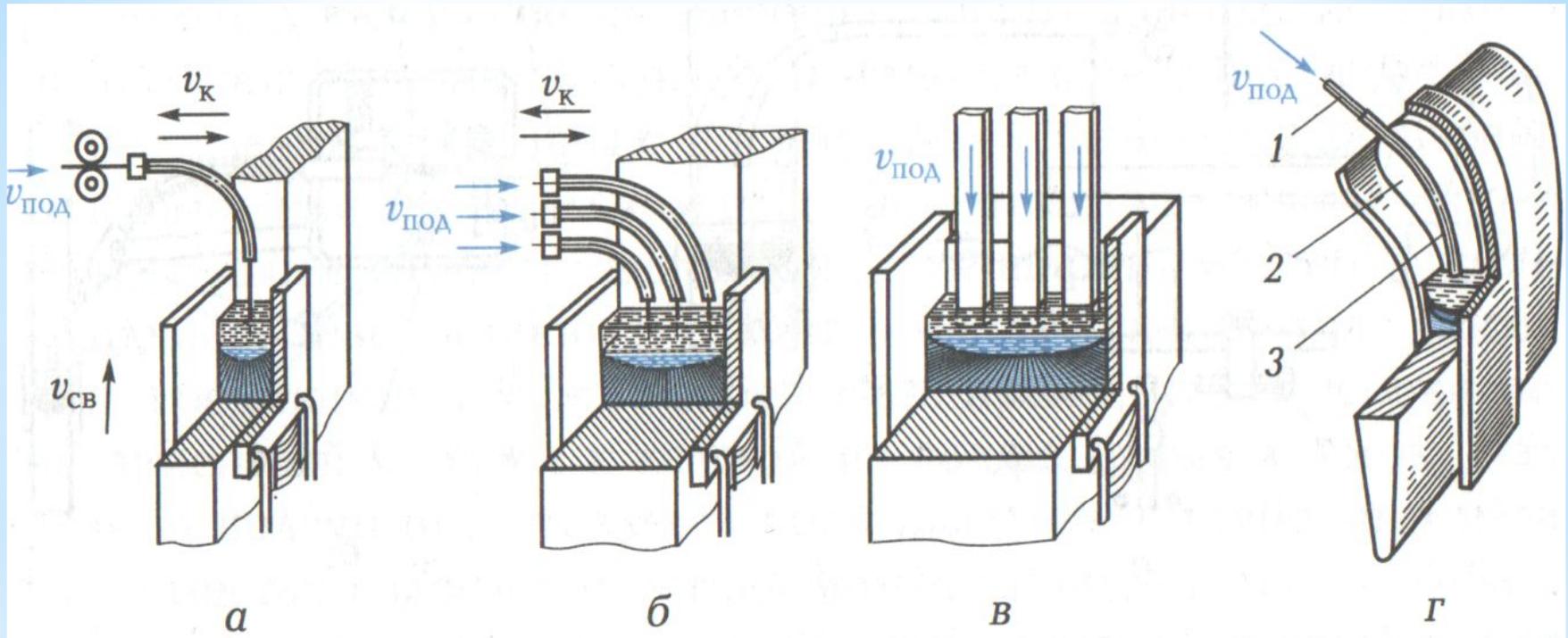
Из безрельсовых получили распространение ходовые механизмы, состоящие из двух тележек, перемещающихся непосредственно по свариваемым деталям (рис. б). При этом связь тележек с изделием 1 обеспечивается пружиной 3, прижимающей к свариваемым кромкам ведущую 4 и холостую 2 тележки, расположенные по обе стороны заготовок.

Приводы аппаратов обоих типов (рис. а и б) по конструкции сходны с приводом аппаратов для автоматической дуговой сварки, т.е. имеют электрический двигатель, понижающий редуктор и ходовые колеса или зубчатые шестерни для сцепления с рейкой.

Магнитошагающие аппараты (рис. в) удерживаются и перемещаются по вертикальной поверхности свариваемых деталей 1 с помощью электромагнитов 2 и 3, связанных между собой коленчатым валом 5. При вращении коленчатого вала от приводного устройства 4 электромагниты поочередно отрываются от деталей, «переступая» по ним в направлении сварки. Магнитный поток в системе создается электрической катушкой 6. Существуют другие типы магнитных ходовых механизмов, использующих электрические или постоянные магниты: тележки с магнитными колесами, гусеничные устройства, траки которых содержат магниты, и др.

Ручные ходовые механизмы используют при изготовлении конструкций относительно небольшой толщины (до 50 мм) преимущественно в условиях монтажа и в труднодоступных местах, где большое значение имеют малая масса и габаритные размеры, а также простота конструкции аппарата.

Схемы систем подачи электродов



- а) сварка одиночным электродом;
- б) сварка несколькими электродами;
- в) сварка пластинчатыми электродами;
- г) сварка плавящимся мундштуком.

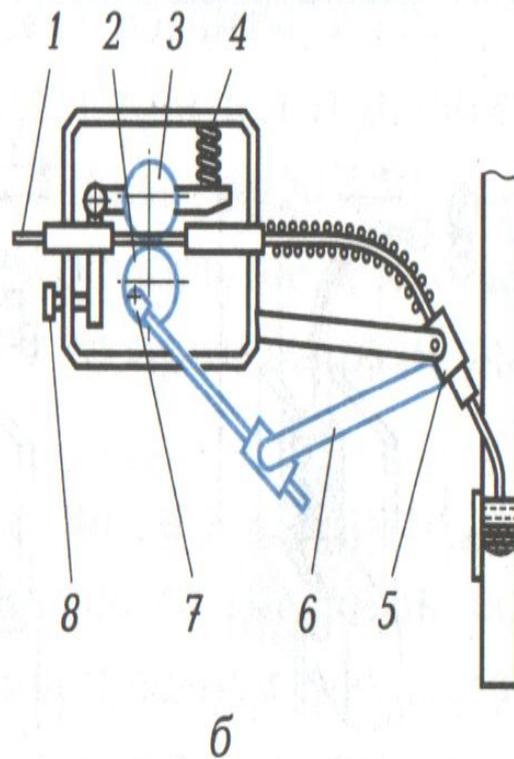
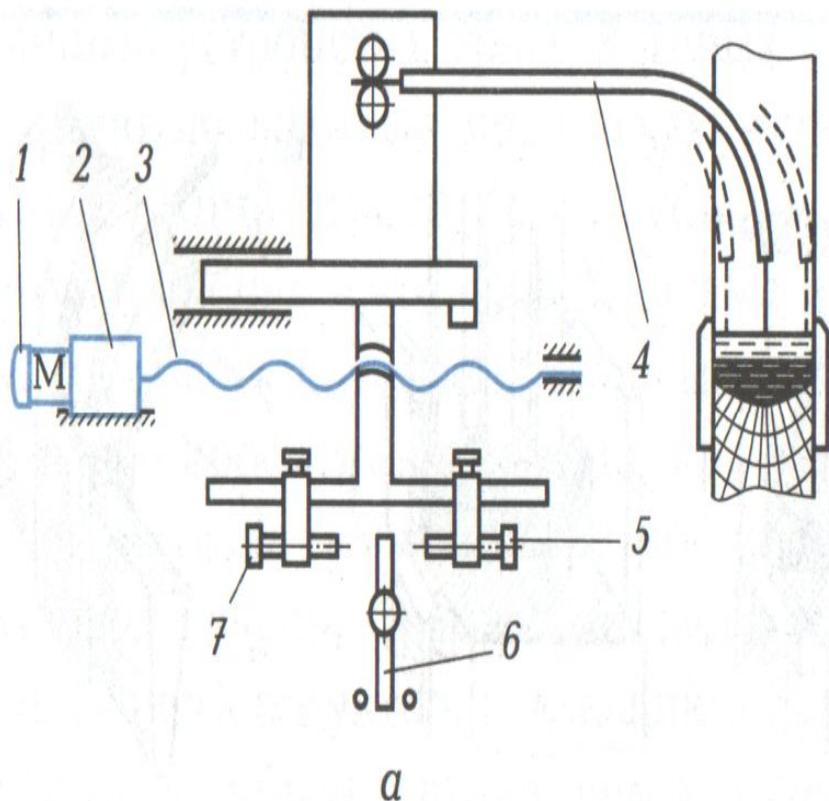
Механизм подачи одиночного электрода (рис. а), имеет пару роликов — подающий и прижимной, доставляет проволоку в шлаковую ванну со скоростью подачи.

В многоэлектродном аппарате (рис. б), как правило, на каждый из электродов назначается отдельная пара роликов. При сварке тремя электродами в качестве источника питания обычно применяют трехфазный трансформатор.

В аппарате для сварки пластинчатыми электродами (рис. в) они опускаются в шлаковую ванну с помощью механизма подачи, либо для этой цели используется механизм вертикального перемещения всего аппарата.

Сварка плавящимся мундштуком (рис. г) — наиболее универсальный способ, которым можно соединять детали, имеющие переменную толщину и криволинейную форму. Плавящийся мундштук состоит из пластин 2, снабженных каналами 3 для подачи электродной проволоки 1. Плавящийся мундштук повторяет конфигурацию свариваемого стыка и надежно изолируется от свариваемых кромок. В процессе сварки мундштук плавится, оставаясь неподвижным, а недостаток металла для заполнения зазора компенсируется непрерывной подачей электродных проволок.

Схемы механизмов колебания электрода



а) с отдельным приводом;

б) с общим приводом

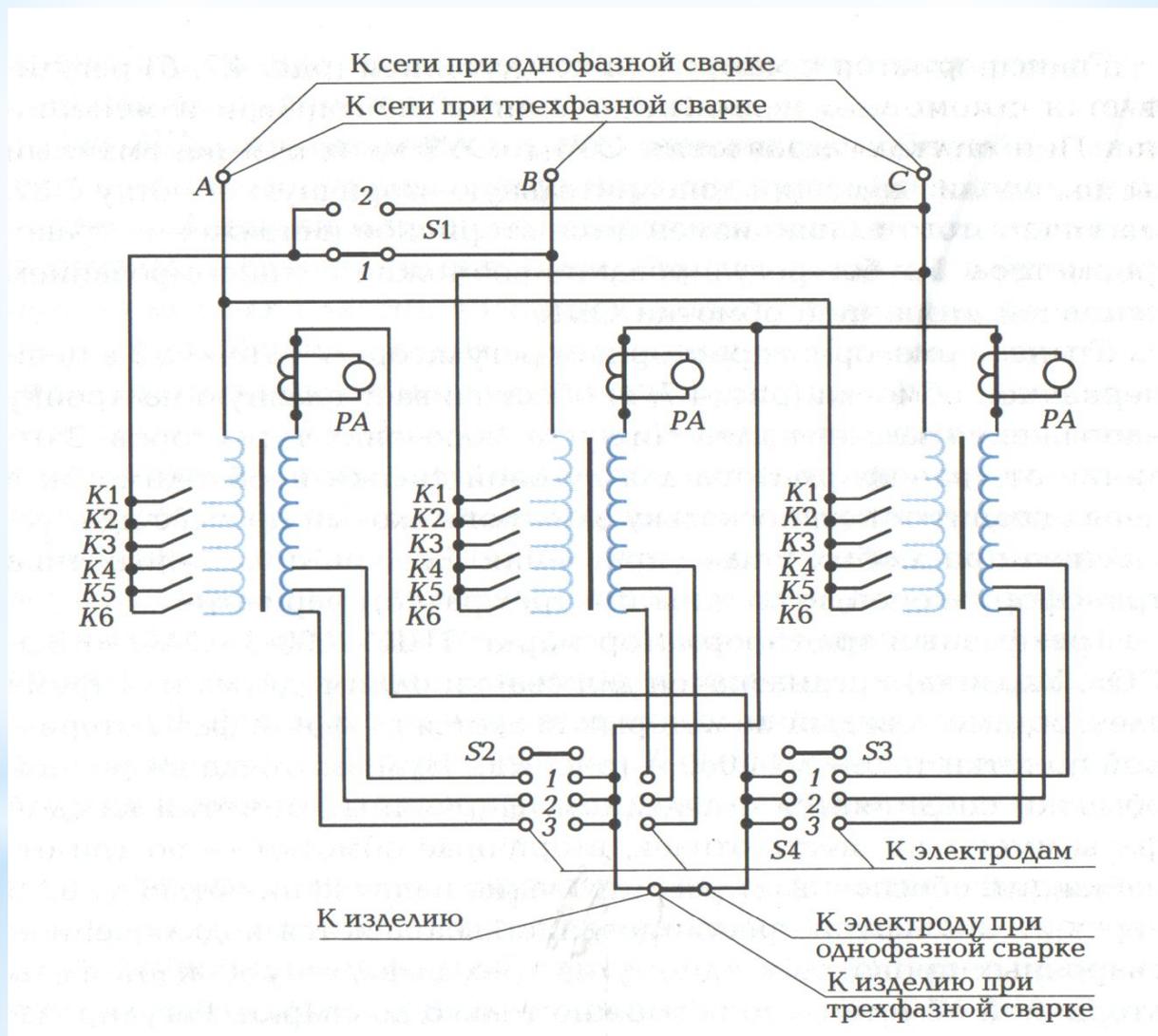
- 1 – двигатель;
- 2 – редуктор;
- 3 – ходовой винт;
- 4 – мундштук;
- 5 – упор;
- 6 – переключатель;
- 7 – упор.

- 1 – проволока;
- 2,3 – ролики;
- 4 – пружина;
- 5 – мундштук;
- 6 – шатун;
- 7 – палец;
- 8 – винт.

Механизм колебания с отдельным приводом (рис. а) имеет двигатель 1 с редуктором 2 и ходовым винтом 3, который перемещает сварочную головку с мундштуком 4 вдоль зазора между деталями, обеспечивая более равномерный разогрев шлаковой ванны и равномерное оплавление кромок свариваемых деталей. Изменение направления движения мундштука осуществляется упорами 5 и 7 конечных выключателей при достижении ими переключателя 6. При переключении сначала происходит остановка, а затем реверс привода. Настройка момента остановки привода и амплитуды колебаний выполняется перестановкой упоров. Выдержка мундштука в течение нескольких секунд в крайних положениях выполняется с помощью реле времени.

В схеме с общим приводом (рис.б) объединены механизмы колебания и подачи. Колебания электрода осуществляются периодическим перегибом электродной проволоки и 1 в токоподводящем мундштуке 5. Для этого поступательное движение проволоки преобразуется во вращательное движение роликов 2 и 3, на одном из которых расположен палец 7 кривошипно-шатунного механизма, шарнирно связанный с шатуном 6. Во избежание деформации проволоки ролики прижимаются друг к другу пружиной 4 с постоянным усилием. При сварке без колебаний прижимной ролик 3 отводится винтом 8.

Упрощенная принципиальная схема трансформатора ТШС-1000-3



Установки для электрошлаковой сварки и наплавки.

Производители оборудования:

- **ПАО “Каховский завод электросварочного оборудования”**
- **Институт электросварки им. Е.О.Патона НАН Украины**
- **ESAB**

ПАО “Каховский завод электросварочного оборудования”:

- Автомат электрошлаковый А-550
- А 820 К
- А 1304
- А 535

Автомат электрошлаковый А-550



Предназначен для однопроводной ЭШС металла толщиной от 30мм до 450мм. Сварка производится на постоянном токе одним, двумя или тремя электродами одновременно с двухсторонним принудительным формированием шва.

Предназначен для следующих видов соединений:

- продольных стыковых швов толщиной от 30мм до 450мм;
- кольцевых швов с наружным диаметром до 3000 мм при толщине стенок от 30мм до 450 мм.

Технические характеристики

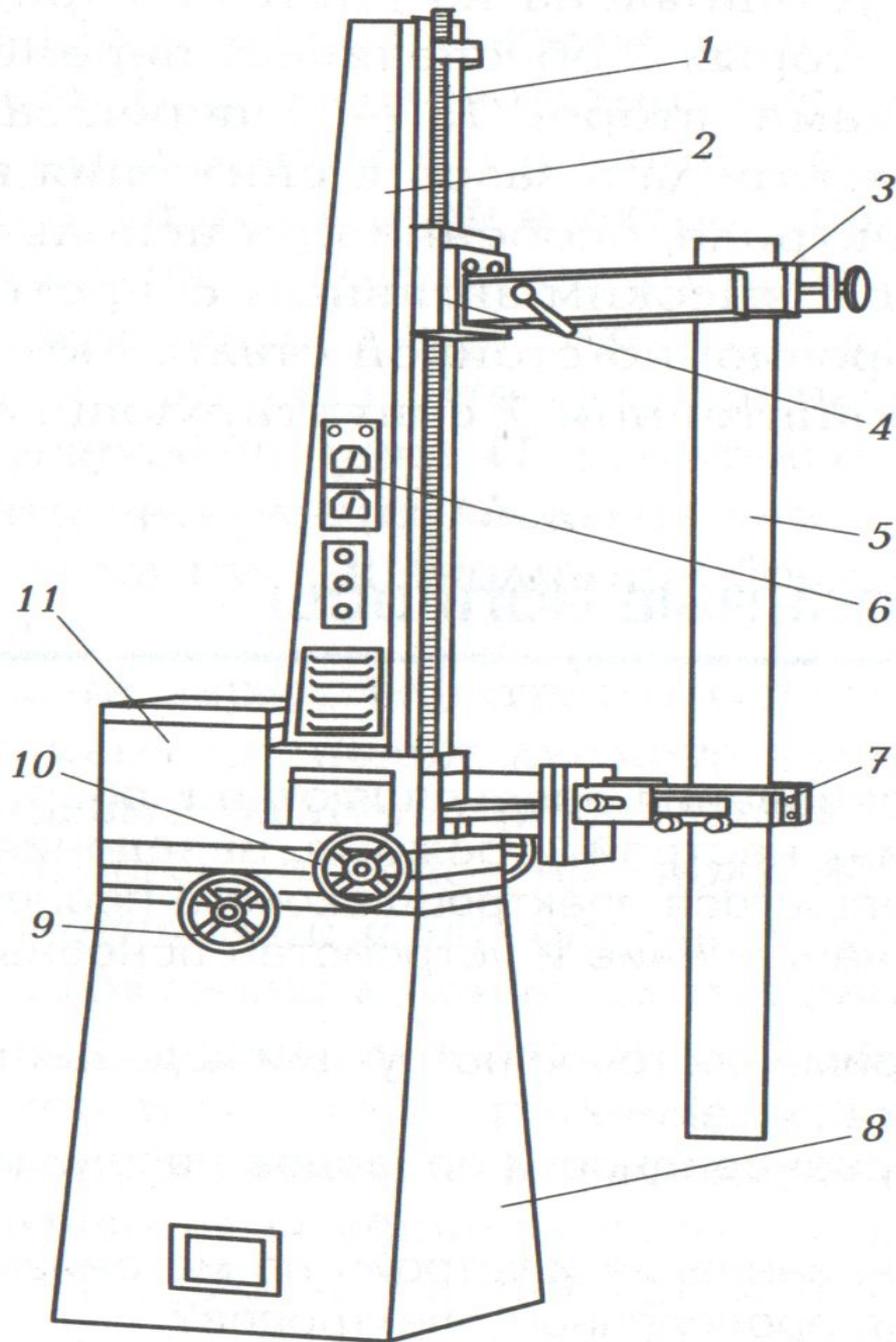
Характеристика	Норма
1. Напряжение питающей сети 3-х фазного постоянного тока, В	380 ± 10%
2. Частота питающей сети, Гц	50
3. Окружающие условия: температура ° С	+5 - +50
4. Относительная влажность max	95%
5. Номинальный сварочный ток на каждом электроде, при ПВ= 80% , А при ПВ=100% , А	1000 900
6. Количество электродов, шт.	3
7. Диаметр электродной проволоки, мм	3
8. Скорость подачи электродной проволоки, м/ч	60 - 400 ± 15%
9. Скорость колебаний электродов, м/ч	21 - 75 ± 15%
10. Ход электродов при колебательном движении, мм	до 250
11. Продолжительность остановки мундштуков у ползунов, с	до 6
12. Расстояние между электродами, мм	50 - 145
13. Скорость сварки (вертикальное перемещение), м/ч	0,4 - 9 ± 15%
14. Маршевая скорость (вертикальное перемещение), м/ч	0 - 70
15. Поперечная корректировка мундштука совместно с ползунами, мм	50
16. Поперечная корректировка мундштуков относительно ползунов, мм	± 15
17. Радиальная корректировка мундштуков, град	5
18. Расход воды для охлаждения ползунов и щупа, л/мин	10 - 30
19. Масса проволоки на катушке, кг подвесной напольной	30 100
20. Толщина свариваемого металла, мм	30 - 450
21. Масса элементов установки, кг электрошлаковый аппарат колонна три напольные катушки шкаф управления пульт управления три сварочные выпрямителя	260 1010 77 460 20 1650
22. Габаритные размеры элементов установки, мм электрошлаковый аппарат колонна напольная катушка шкаф управления пульт управления сварочный выпрямитель	2155x415x1300 2266x1600x6280 870x290x900 1300x670x1800 600x580x1000 960x680x890

КОМПЛЕКТ ПОСТАВКИ

В комплект поставки входит :

- а) сварочная головка, шт.
- б) колонна, шт.
- в) подставка для катушки, шт.
- г) рукоятка , шт.
- д) катушка для сварочной проволоки на 30 кг, шт.
- е) катушка для сварочной проволоки на 100 кг, шт.
- ж) соединения электрические, комплект
- з) шкаф управления, шт.
- и) пульт управления, шт.
- к) сварочные выпрямители, шт.
- л) комплект сменных и запасных частей и принадлежностей

1
1
3
1
3
3
1
1
1
3
1



- 1 – механизм подачи;
- 2 – колонна;
- 3 – токоподводящий зажим;
- 4 – ползун;
- 5 – электродная пластина;
- 6 – пульт управления;
- 7 – кронштейн с шунтирующим токоподводом;
- 8 – станина;
- 9 – суппорт;
- 10 – суппорт;
- 11 – привод подачи электрода.

Электродная пластина 5 закрепляется в токоподводящем зажиме 3, жестко связанном с ползуном 4 винтового механизма подачи 1. Подача электрода по мере его плавления осуществляется приводом 11, снабженным электродвигателем постоянного тока с регулируемой частотой вращения.

Винтовой механизм с приводом смонтирован в колонне 2, собранной на станине 8, внутри которой установлена вся пускорегулирующая аппаратура. Пульт управления 6 расположен на колонне. Система управления позволяет автоматически поддерживать заданный режим сварки путем изменения скорости подачи электрода.

Для установочных и корректировочных перемещений электрода относительно кромок свариваемых деталей колонна с винтовым приводом установлена на системе горизонтальных суппортов, один из которых 9 обеспечивает перемещение вдоль зазора между кромками, второй 10 – поперек зазора. Для точного направления электрода в зазор и снижения влияния падения напряжения в электроде, особенно при использовании электродов из материалов с высоким активным сопротивлением, например титана и коррозионно-стойкой стали, автомат снабжен дополнительным кронштейном 7 с шунтирующим токоподводом.

Особенности А-550:

- управлением сварочным процессом осуществляется контроллером;
- плавное регулирование скорости сварки и маршевой скорости;
- аппарат оснащён системами аварийного контроля сварочным процессом (подача сварочной проволоки, охлаждающей жидкости, давление воздуха, короткого замыкания, сбой в работе колебания) со звуковым и визуальным оповещением;
- независимое, раздельное управления сварочными выпрямителями;
- аппарат имеет плавное регулирование и цифровое отображение сварочных режимов (тока, напряжения, скорости подачи, скорости перемещения);
- ввод данных с панелей оператора расположенных на сварочной головке и на пульте управления;
- аппарат оснащён видеокамерой следящей за процессом происходящим в сварочной ванне с отображением на ЖК панели;
- все кабеля в аппарате защищены в коробах, а в гибких местах уложены в кабелеукладчик;
- оператор может следить и управлять сварочным процессом находясь на подвижной платформе и подниматься вместе со сварочной головкой;
- оператор может следить и частично управлять сварочным процессом находясь за пределами аппарата, с дистанционного пульта управления;
- шкаф управления с принудительной вентиляцией и внутренним освещением, со звуковой системой контроля безопасности;
- тормозные механизмы с катушками позволяющие наматывать сварочную проволоку до 100кг.

Особенности сварочной головки:

- плавное регулирование скорости подачи сварочной проволоки;
- ступенчатое регулирования механизма колебания электродов;
- пневматический зажим заднего ползуна с возможностью и ручного зажима;
- 4-х роликовые правильно-прижимные механизмы;
- ручная вертикальная корректировка механизмов подачи проволоки;
- отдельная подача сварочной проволоки в зону сварки;
- ручная осевая и горизонтальная корректировка сварочных электродов для подачи сварочной проволоки;
- возможность задержка по времени сварочных электродов в зоне сварки при колебательном процессе;
- установка 3-х стандартных катушек с проволокой на тормозные механизмы до 30кг каждой на подвижную платформу;
- охлаждаемые медные ползуны обеспечивают принудительное формирование шва с усилением, а также хорошее формирование шва при смещении кромок изделия до ± 8 мм.

А 820 К



Автомат сварочный предназначен для электрошлаковой сварки плавящимся мундштуком изделий из стали вертикальных швов на постоянном токе обратной полярности металла толщиной от 18 до 70 мм., а также для электродуговой сварки порошковой проволокой металла толщиной от 14 до 35 мм. с двухсторонним формированием шва медными ползунами. Электродуговая сварка сплошной проволокой производится при толщинах металла от 14 до 20 мм.

Технические характеристики:

Наименование параметра	Норма
Напряжение питающей сети 3-х фазного переменного тока, В	380
Частота питающей сети, Гц	50
Номинальный сварочный ток при ПВ=100%, А	700
Диаметр сварочной проволоки, мм сплошной порошковой	2,0-3,2 2,5-3,2
Скорость сварки, м/ч	4,0-15,0
Скорость подачи сварочной проволоки, м/ч	120-720
Амплитуда колебаний электрода, мм	0-50
Частота колебания электрода при скорости подачи сварочной проволоки 300 м/ч, цикл/мин	18
Емкость флюсобункера, дм ³	2,5
Габаритные размеры, мм сварочная головка механизм подачи шкаф управления	455x390x740 410x175x276 785x470x890
Масса, кг сварочная головка механизм подачи шкаф управления	31 19,4 105

А 1304



Аппарат предназначен для электрошлаковой сварки плавящимся мундштуком изделий из сталей или алюминия и его сплавов.

Аппарат может применяться при изготовлении толстостенных деталей, деталей сложной конфигурации, а также при ремонтных работах.

Технические характеристики:

Наименование параметра	Норма		
	А 1304	А 1304-03	А 1304-06
Номинальное напряжение сети, В	380	380	380
Частота тока питающей сети, Гц	50	50	50
Номинальный сварочный ток, А	при ПВ=100% 3000	при ПВ=100% 6000	при ПВ=100% 9000
Количество электродов, шт	4	4	4
Диаметр электродной проволоки, мм	3	3; 5	3; 5; 6
Диапазоны регулирования скорости подачи электродной проволоки, м/ч: 1 диапазон 2 диапазон	20 - 150 50 - 330	20 - 150 50 - 330	20 - 150 50 - 330
Толщина свариваемого металла, мм	60 - 250	60 - 350	60 - 450
Масса, кг: сварочной головки катушки с подставкой шкафа управления сварочного трансформатора ТРМК-3000	61,6 37 50 1750	61,6 37 50 1750	61,6 37 50 1750
Габаритные размеры, мм: сварочной головки катушки с подставкой шкафа управления сварочного трансформатора ТРМК-3000	400×542×790 860×420×740 650×300×310 1250×1200×1500	400×542×790 860×420×740 650×300×310 1250×1200×1500	400×542×790 860×420×740 650×300×310 1250×1200×1500

Автомат А -535 для ЭШС проволочными электродами

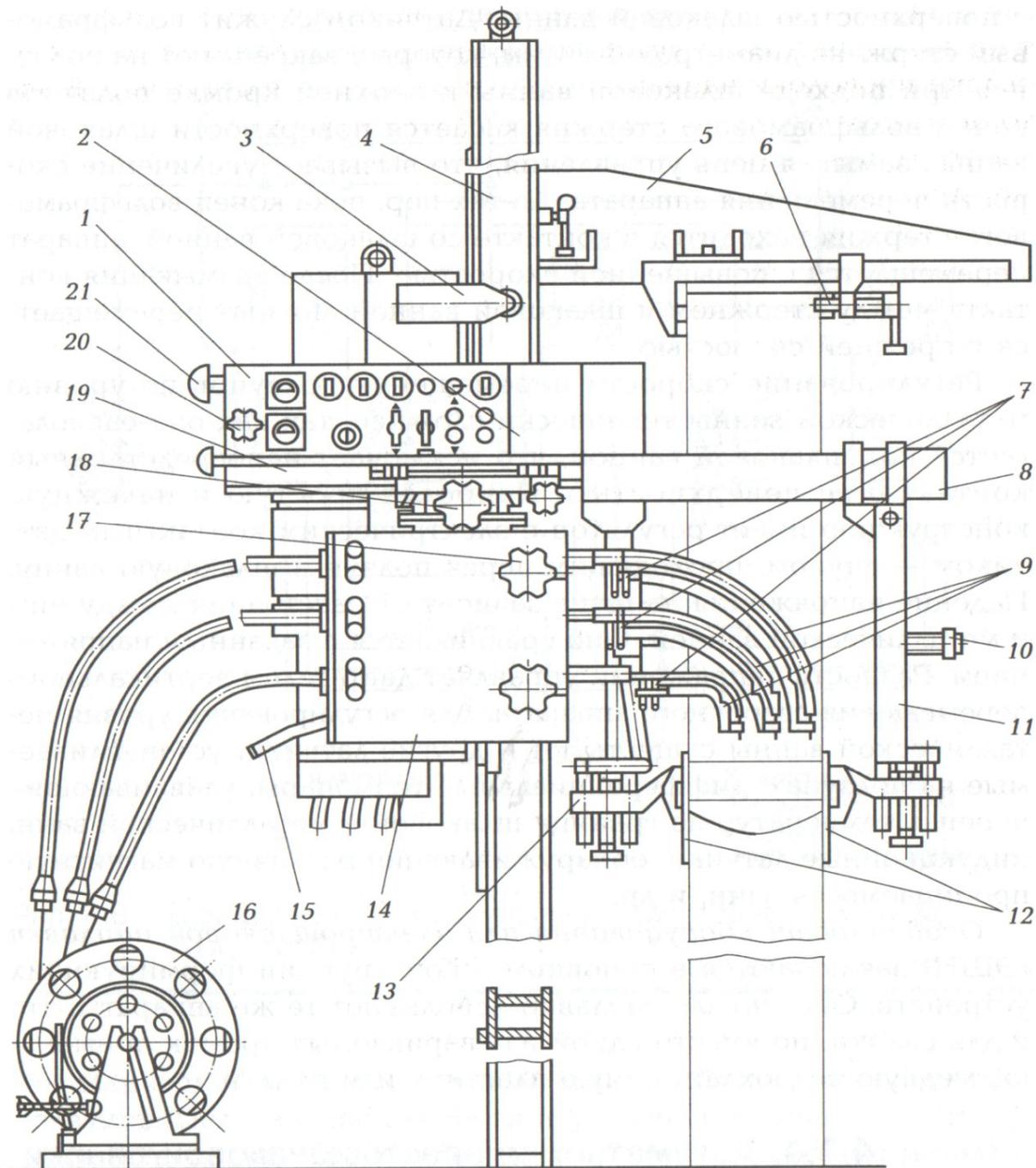


Аппарат предназначен для односторонней электрошлаковой сварки с двусторонним формированием шва сталей толщиной до 450 мм. Аппарат позволяет осуществлять сварку продольных и кольцевых стыковых швов, угловых и тавровых соединений.

Может поставляться в исполнении, предназначенном для сварки вертикально-стыковых швов сталей толщиной до 250 мм., а также различных других швов и толщин по спецзаказу.

Технические характеристики

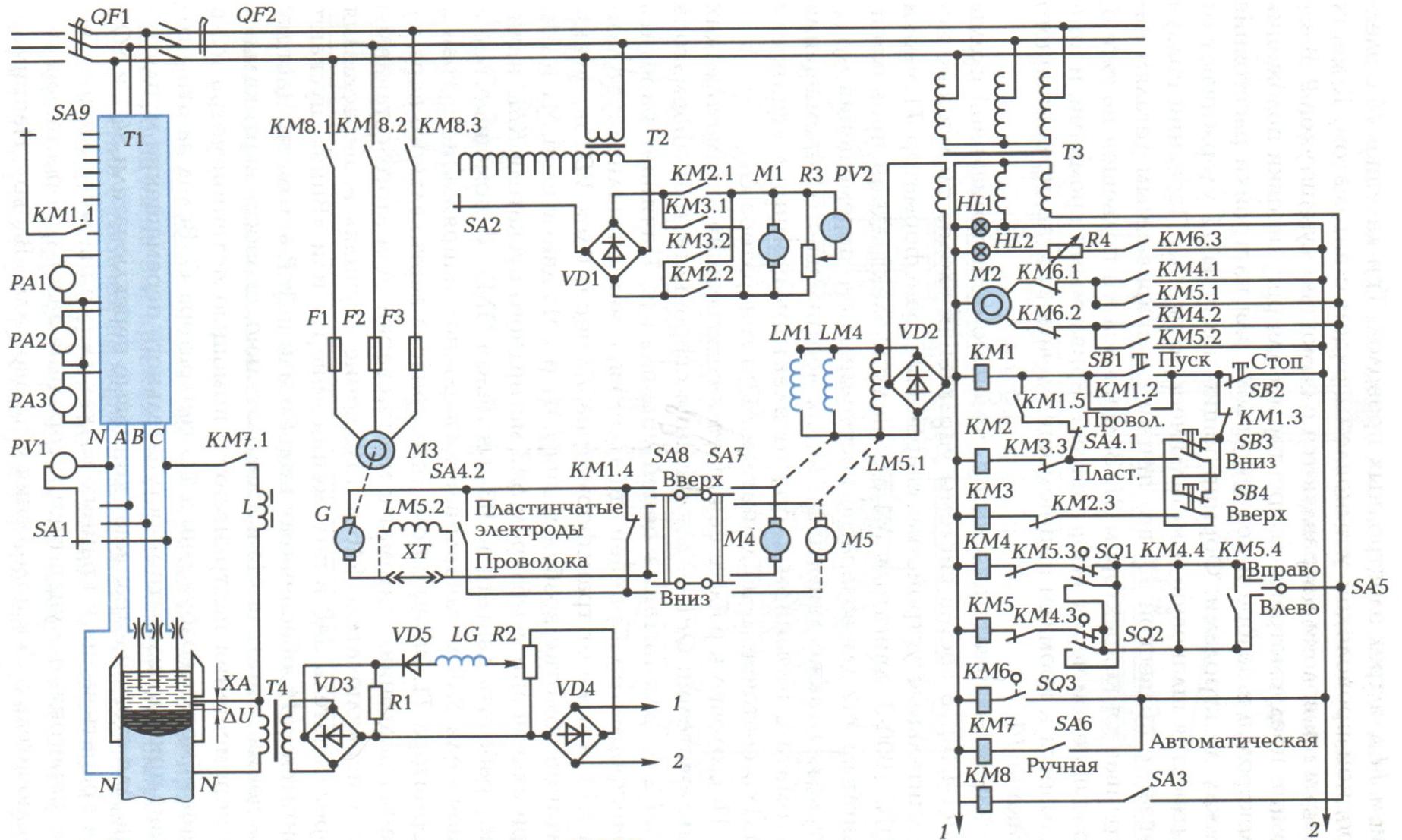
Наименование параметра	Норма
Номинальное напряжение сети, В	380
Частота тока питающей сети, Гц	50
Номинальный сварочный ток, А при ПВ = 80% при ПВ = 100%	1000 900
Количество электродов, шт	3
Диаметр электродной проволоки, мм	3
Диапазоны регулирования скорости подачи электродной проволоки, м/ч	60 - 450
Толщина свариваемого металла, мм	25 - 450
Скорость вертикального перемещения автомата при сварке, м/ч	0,4 - 9,0
Маршевая скорость вертикального перемещения, м/ч	0 - 70
Радиальная корректировка мундштуков, град.	± 5
Расход воды для охлаждения, л/мин	10 - 30
Масса, кг:	375
Габаритные размеры, мм: сварочной головки катушки с подставкой шкафа управления сварочного трансформатора ТШС 1000-3	1600×690×1230 860×420×740 940×695×830 1442×1000×1763



- 1 – пульт управления;
- 2 – корпус;
- 3 – ходовая тележка;
- 4 – зубчатая рейка;
- 5 – кронштейн;
- 6 – прижим;
- 7 – корректоры;
- 8 – тяга;
- 9 – мундштук;
- 10 – подпружиненный стакан;
- 11 – рычаг;
- 12 – формирующие ползуны;
- 13 – подвеска;
- 14 – подающий механизм;
- 15 – рукоятка;
- 16 – катушки с проволокой;
- 17 – корректоры;
- 18 – поперечный корректор;
- 19 – суппорт;
- 20 – радиальный корректор;
- 21 – корректор.

Основой автомата является корпус 2, который связан с ходовой тележкой 3. Тележка снабжена электрическим приводом и коробкой скоростей, перемещается по вертикальному рельсу 4 с зубчатой рейкой. Рельс жестко связан с изделием при помощи кронштейна 5 и прижима 6. Для переключения скорости перемещения с рабочей на маршевую служит рукоятка 15. В корпусе 2 находятся пульт управления 1, механизм возвратно-поступательного перемещения с суппортом 19, поперечный 18 и радиальный 20 корректоры. На суппорте установлен подающий механизм 14 для трех электродных проволок. Три катушки 16 с электродной проволокой установлены рядом с автоматом. К месту сварки проволоки направляются с помощью мундштуков 9. В автомате предусмотрены корректоры 7 для регулировки положения электродов в зазоре и корректоры 17 для настройки расстояния между электродами. Формирующие ползуны 12 удерживают от вытекания шлаковую и металлическую ванны. Передний ползун связан с подвеской 13, его прижим к свариваемым деталям настраивается корректором 21. Задний ползун подвешен на тяге 8, пропущенной через зазор между свариваемыми кромками, и прижимается к кромкам при помощи рычага 11 и подпружиненного стакана 10.

Принципиальная схема автомата А-535



В состав системы управления входят следующие исполнительные устройства: сварочный трансформатор П марки ТШС-1000-3, двигатель М1 для подачи электродной проволоки, двигатель М2 для возвратно-поступательного перемещения мундштуков, а также двигатель М4 для вертикального перемещения автомата с питанием якоря от электромашиного усилителя (ЭМУ), состоящего из двигателя М3 и генератора G.

Подготовка к работе начинается с замыкания автоматических выключателей: QF1—для питания сварочного трансформатора и QF2—для питания цепей управления. Начинает работать трансформатор Т3 цепей управления, о чем сигнализирует лампа HL1. Также от трансформатора Т3 через блок VD2 получают питание обмотки возбуждения LM1 и LM4 двигателей М1 и М4. При включении тумблером SA3 магнитного пускателя KM8 начинает работать двигатель М3 и в целом ЭМУ. С помощью переключателя SA9 устанавливают сварочное напряжение у трансформатора Т1. Затем с помощью привода вертикального перемещения подгоняют автомат к месту сварки. Для этого устанавливают переключатель SA6 в положение «Ручная» и, переставляя переключатель SA8 в положения «Вверх» или «Вниз», пускают двигатель М4, обеспечивая подъем или спуск автомата. Частоту вращения двигателя М4 и, следовательно, скорость вертикального перемещения настраивают с помощью потенциометра R2 в цепи обмотки возбуждения LG генератора G. Вслед за этим готовят привод возвратно-поступательного перемещения мундштуков. Для этого настраивают концевые переключатели SQ1 и SO2 для срабатывания в крайних точках движения мундштуков. Затем перегоняют мундштук и к середине зазора, переставляя переключатель SA5 в положения «Вправо» или «Влево». Например, в первом случае срабатывает пускатель KM4, который своими контактами KM4.1 и KM4.2 пускает двигатель М2 на движение мундштуков в сторону заднего ползуна, во втором случае пускатель KM5 обеспечит движение к переднему ползуну. Далее готовят привод подачи проволоки. Сначала устанавливают скорость подачи с помощью переключателя SA2. Затем закорачивают электродную проволоку в технологическом кармане свариваемых деталей. Для этого нажимают кнопку SB3 «Вниз», запитывая пускатель KM2, который своими контактами KM2.1 и KM2.2 включает двигатель М1 на подачу проволоки. Возможен и реверс подачи, для чего используются кнопка SB4 «Вверх» и пускатель KM3. Система управления готова к сварке.

Расчет режимов электрошлаковой сварки

При электрошлаковой сварке электродом может служить не только проволока, но и электроды в виде пластин, стержней.

Пластинчатые электроды применяются главным образом при большой толщине свариваемых деталей и небольшой высоте швов жидкого металла и перегретого шлака.

Электрошлаковая сварка может быть осуществлена одним проволочным электродом диаметром 2 или 3 мм без поперечных колебаний и с постоянной скоростью подачи проволоки в шлаковую ванну при сварке металла толщиной до 50 мм.

При сварке больших толщин применяют двух-, трех- и многоэлектродную сварку проволочными электродами без поперечных или с поперечными колебаниями.

Электрошлаковой сваркой можно выполнить любой тип соединений, регламентированных ГОСТ 15164-79.

Основными параметрами режима электрошлаковой сварки являются:

Диаметр электродной проволоки, $d_{\text{эл.}}$

Сила сварочного тока, $I_{\text{св}}$, А.

Напряжение на шлаковой ванне, $U_{\text{ш.в.}}$, В.

Скорость сварки, $V_{\text{св}}$, м/ч.

Скорость подачи электрода, $V_{\text{п.э.}}$, м/ч.

Скорость поперечных перемещений электрода, $V_{\text{п.п.}}$, м/ч.

Дополнительными параметрами режима являются:

Сухой вылет электрода, l_c , сек.

Время выдержки у ползуна при сварке с поперечными колебаниями, b_B , сек.

Число сварочных проволок-электродов, $n_{\text{эл.}}$

Величина зазора в стыке, B , мм.

Глубина шлаковой ванны, $h_{\text{шл}}$, мм.

Недоход электрода до ползуна.

Марка флюса.

Расстояние между электродами, l_3 , мм.

Расчет режима электрошлаковой сварки проволочными электродами

По толщине металла устанавливаются зазор в стыке, пользуясь рекомендациями таблицы 1, а затем выбирают диаметр проволочного электрода. Наиболее рациональное применение проволоки диаметрами 2 и 3 мм, так как увеличение диаметра проволоки приводит к росту ширины провара и уменьшению глубины шлаковой ванны.

Число проволочных электродов ($n_{эл}$) выбирают по таблице.

Число проволочных электродов	Толщина свариваемых листов	
	без поперечных колебаний, мм	с поперечными колебаниями, мм
1	40-60	60-150
2	60-100	100-300
3	100-150	150-500

Расстояние между электродами $l_э$ при сварке без поперечных колебаний принимают равным 30-50 мм, при сварке с поперечными колебаниями - 50-180 мм. Выбрать конкретную величину. При числе электродов более трех, количество электродов $n_{эл}$ определяют по формуле:

$$n_{эл} = S / l_э ,$$

где S - толщина свариваемого металла, мм;
 $l_э$ - расстояние между электродами, мм.

Силу сварочного тока ($I_{св}$) на одну сварочную проволоку выбирают в зависимости от отношения толщины свариваемого металла к числу электродных проволок по формуле:

$$I_{св} = A + B \cdot S / n_{эл} ,$$

где S - толщина металла, мм;
 $n_{эл}$ - число проволочных электродов;
 A - коэффициент, равный 220-280;
 B - коэффициент, равный 3,2-4,0.

Сварочный ток с учетом количества проволок определяется по формуле:

$$I_{\text{св}}^{\text{п}} = I_{\text{св}} \cdot n_{\text{эл}}.$$

Напряжение шлаковой ванны ($U_{\text{ш.в.}}$) определяется по формуле:

$$U_{\text{ш.в.}} = 12 + \sqrt{125 + S / (0,075 \cdot n_{\text{эл}})}$$

где S - толщина свариваемого металла, мм;
 $n_{\text{эл}}$ - количество проволочных электродов.

Скорость подачи проволочных электродов ($V_{\text{п.э.}}$) определяют по формуле:

$$V_{\text{п.э.}} = I_{\text{св}} / (1,6-2,2), \text{ (м/ч)}$$

где $I_{\text{св}}$ - сила сварочного тока, А.

Скорость сварки ($V_{\text{св}}$) определяют по формуле:

$$V_{\text{св}} = n_{\text{эл}} \cdot L_{\text{н}} \cdot I_{\text{св}}^n / \gamma \cdot b \cdot S \cdot K_{\gamma},$$

где $n_{\text{эл}}$ - количество проволочных электродов;

$L_{\text{н}}$ - коэффициент наплавки, г/А ч ($L_{\text{н}} = 30 \div 35$ г/А ч);

$I_{\text{св}}$ - сила сварочного тока, А;

γ - плотность наплавленного металла, г/см³ (7,8 см³ - для стали);

b - величина зазора в стыке, мм;

S - толщина свариваемого металла, мм;

K_{γ} - коэффициент увеличения, учитывающий выпуклость шва;

($K_{\gamma} = 1,05 - 1,10$)

Глубина шлаковой ванны ($h_{шл}$), от которой зависит устойчивость процесса и ширина провара, определяется по формуле:

$$h_{шл} = I_{св}^n \cdot (0,0000375 \cdot I_{св} - 0,0025) + 30 \text{ (мм)},$$

где $I_{св}$ - сила сварочного тока, А;

$I_{св}^n$ - сила сварочного тока с учетом количества проволок, А.

Скорость поперечных перемещений электрода, $U_{п.п.}$ определяют по формуле:

$$U_{п.п.} = 66 - 0,22 \cdot S / n_{эл}, \text{ (м/ч)}$$

где S - толщина свариваемого металла, мм;

$n_{эл}$ - количество проволочных электродов.

Время выдержки у ползуна ($t_в$) определяют по формуле:

$$t_в = 0,0375 \cdot S / n_{эл} + 0,75 \text{ (сек)}$$

Недоход электрода до ползунов принимают равным 5-7 мм.

Институт электросварки им. Е.О.Патона НАН Украины:

- **Автомат АШ-115**
- **Автомат для вертикальной сварки АД 381М (Ш)**

АД-381Ш



Аппарат автоматической электрошлаковой сварки – АД-381Ш сделан для сварки прямолинейных и криволинейных швов металла толщиной от 30 мм до 100 мм в монтажных и стационарных условиях работы.

Автоматический аппарат электрошлаковой сварки АД-381Ш состоит из 4 модулей, двух подающих механизмов, в которых можно по отдельности регулировать скорость подачи проволоки. Все процессы контролируются и регулируются с помощью блока управления.

Автоматический аппарат электрошлаковой сварки АД-381Ш имеет два электрода диаметром 3 мм, на каждый с которых подходит ток не более 100 А, при скорости подачи электрода от 0 до 450 м/ч. Скорость перемещения автомата весом 60 кг – от 2 м/ч до 6 м/ч. Для работы аппарата нужна подача трехфазного напряжения 380 В и 50 Гц.

Технические характеристики:

Толщина свариваемого металла, мм.....	30-100
Количество электродов, шт.....	2
Диаметр электродов, мм	3
Сила сварочного тока на каждый электрод при ПВ=100%, А, не более	1000
Скорость подачи электрода, м/ч	0-450
Скорость перемещения автомата, м/ч	2-6
Масса аппарата, кг, не более	60



Сварка корпусов электродвигателей

Автомат АШ-115

Автомат АШ-115 предназначен для ЭШС прямолинейных и неповоротных криволинейных стыков



Технические характеристики

Аппарат предназначен для электрошлаковой сварки вертикальных, наклонных и криволинейных стыков с радиусом кривизны $R > 4000$ мм и углом наклона к вертикали $\pm 25^\circ$ и толщиной, мм: 40 - 200

Количество электродов, шт: 2

Диаметр электрода, мм: 3

Сварочный ток на один электрод, А, не более при ПВ 100 %: 800

Скорость подачи электродов, м/ч: 80 - 150

Скорость вертикального перемещения, м/ч: 0,4 - 12

Разворот электродов при сварке наклонных стыков, град: ± 25

Корректировка концов электродов, мм, в пределах:

вдоль разделки: $\pm 60 \pm 20$

поперек разделки: ± 20

Зазор в стыке, мм: 28 - 32

Количество формирующих ползунов: 1

Вертикальное тяговое усилие ходового механизма, кг, не менее: 800

Амплитуда колебаний, мм: 0 - 50

Направляющий рельс: гибкая полоса с эвольвентной зубчатой рейкой

Автомат для вертикальной сварки АД 381М



Специализированный монтажный аппарат нового поколения АД 381М предназначен для электрошлаковой сварки металла толщиной 30 - 100 мм.

Снабжен двумя подающими механизмами для проволок диаметром 2 - 4 мм с отдельным, независимым регулированием скорости подачи каждой из них.

Аппарат состоит из четырех модулей, быстро монтируемых с помощью ключа-трещетки без дополнительных инструментов, что значительно сокращает подготовительно-заключительное время при выполнении электрошлакового шва.

Аппарат успешно опробован в производственных условиях металлургических предприятий Украины при ремонте и сооружении корпусов доменных печей и корпусов конвертеров.

Технические характеристики

Номинальное напряжение питающей сети трехфазного переменного тока частотой 50 Гц, В: 380

Толщина свариваемого металла, мм: 30 - 100

Количество электродов, шт: 1 - 2

Диаметр электродов, мм: 3 - 4

Сварочный ток на каждый электрод при ПВ = 100 %, А, не более: 1000

Скорость подачи электрода, м/ч: 120 - 400

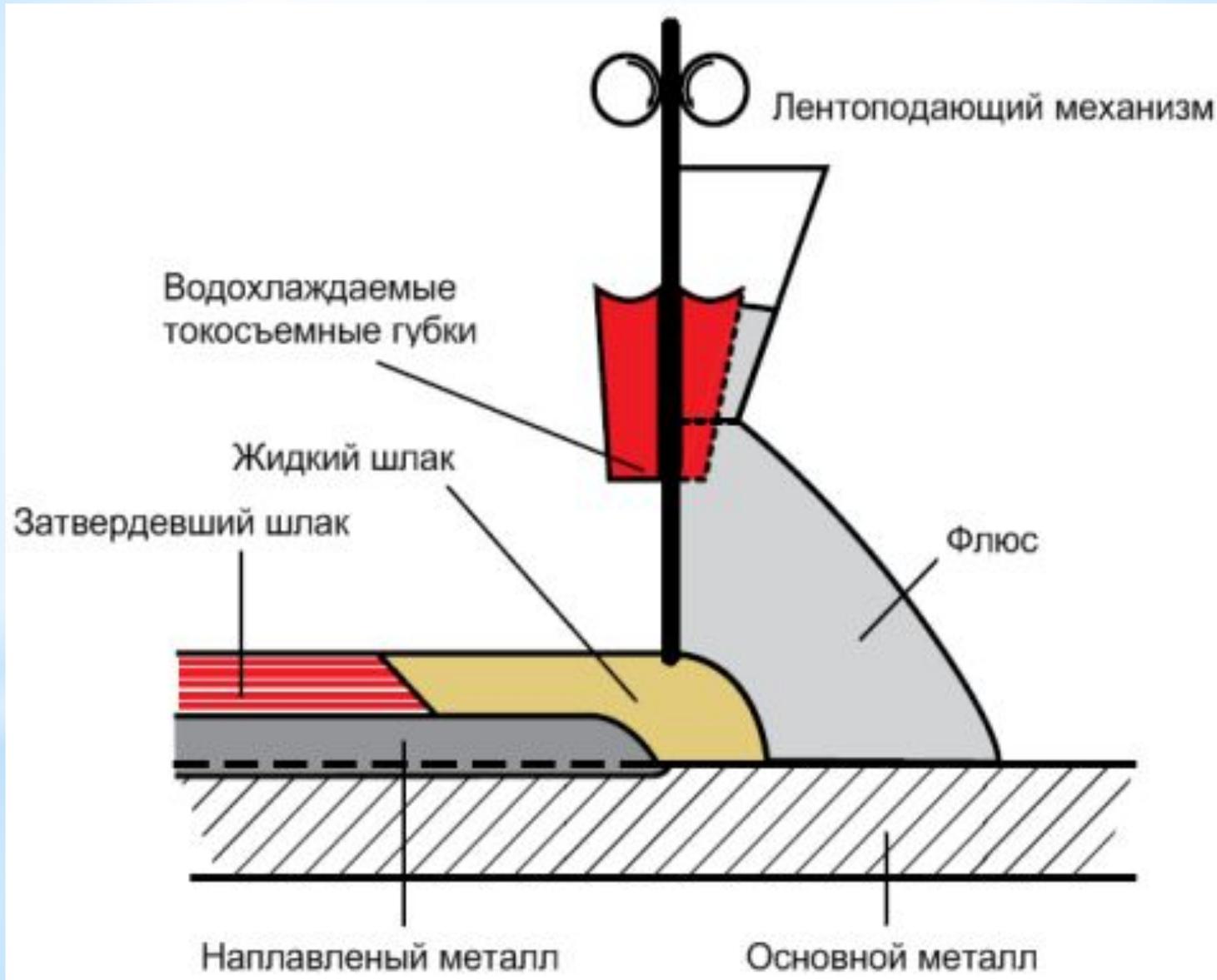
Скорость перемещения автомата, м/ч: 2 - 12

Количество формирующих водоохлаждаемых ползунков, шт: 2

Масса автомата без флюса, кг, не более: 46

ESAB

ESW - электрошлаковая наплавка под флюсом ленточным электродом.



Преимущества ESW:

- Повышение производительности наплавки от 60 до 80%
- В два раза меньшая доля участия основного металла (10-15%) объясняется меньшей глубиной проплавления.
- Более низкое напряжение (24-26 В)
- Большая величина и плотность тока (около 1000-1200 А при ширине ленты 60 мм, соответственно 33-42 А/мм²). Специальные флюсы для высокоскоростной наплавки позволяют вести процесс на токах более 2000 А, обеспечивая при этом плотность тока до 70 А/мм².
- Повышение скорости наплавки (50-200%), и как результат – большая площадь наплавленной поверхности м²/час.
- Меньший расход флюса (около 0,5 кг/кг ленты)
- Время нахождения металла в расплавленном состоянии при ESW меньше, и, как следствие, уменьшенное газонасыщение и повышение стойкости к образованию пор. Оксиды всплывают на поверхность, легко переходя из расплавленной ванны на поверхность, в результате, с точки зрения металлографии, получаем более чистый металл, менее склонный к горячим трещинам и коррозии.

Производительность электрошлаковой ленточной наплавки

Производительность SAW/ESW

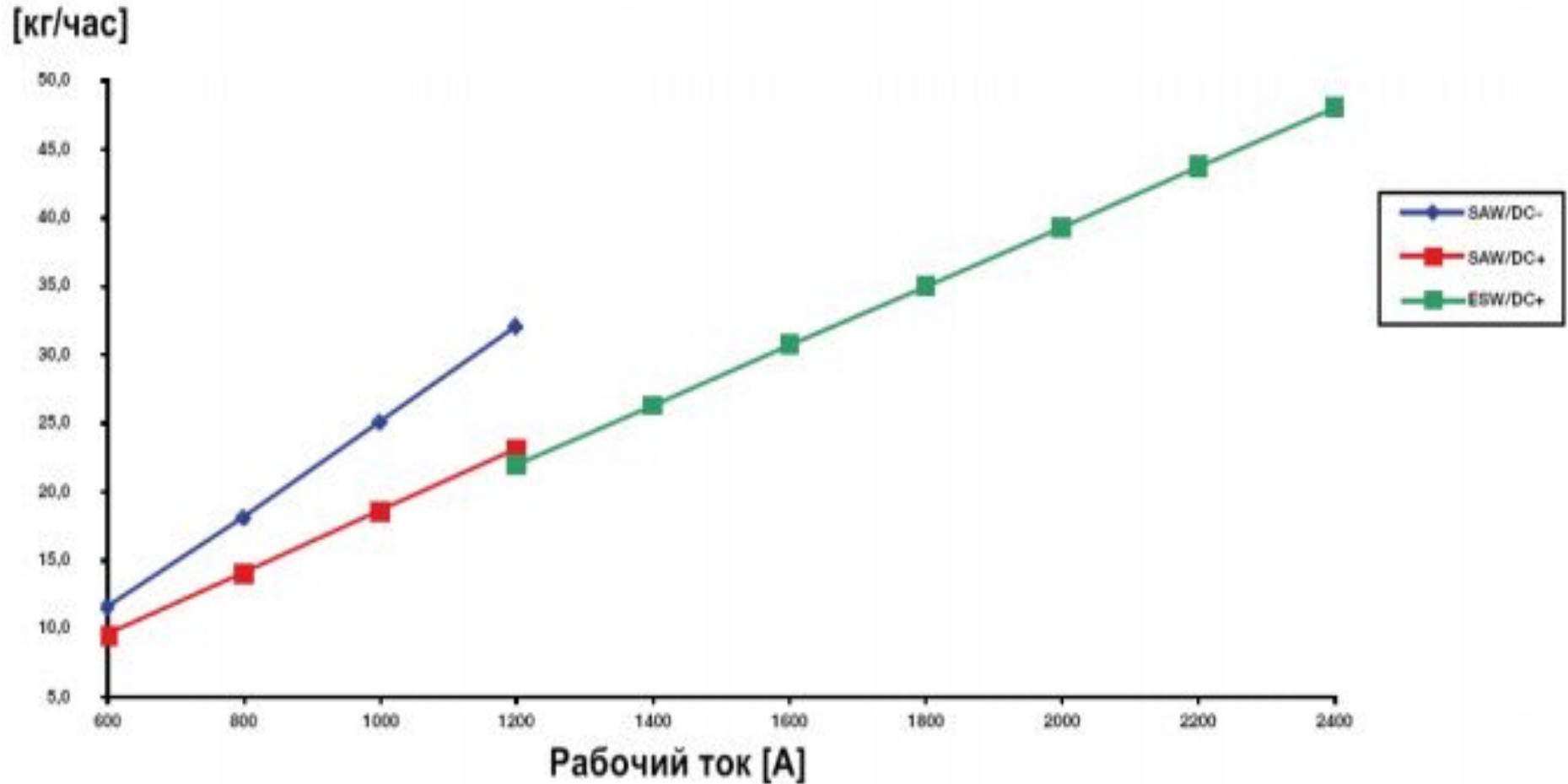


Таблица сравнения производительностей наплавок

Комбинация	OK Flux 10.05/ OK Band 347 SAW	OK Flux 10.10/ OK Band 309LNb ESW	OK Flux 10.14/ OK Band 309LNb высокоскоростная ESW
Лента [мм]	60x0,5	60x0,5	60x0,5
Процесс наплавки	SAW	ESW	ESW
Ток [А]	750	1250	2100
Напряжение [В]	26	24	25
Скорость наплавки [см/мин]	10	18	40
Плотность тока [А/мм ²]	25	42	70
Наличие дуги	да	нет	нет
Тепловложение [Дж/мм]	11,7	11,25	8,6
Толщина наплавки [мм]	4,5	4,5	4,5
Ширина наплавки [мм]	65	68	65
Доля участия основного металла [%]	18	9	18
Количество слоев	2 (буфер OK Band 309L)	1	1
Производительность наплавки [кг/час]	14	22	51
Расход флюса [кг/кг ленты]	0,8	0,6	0,6

Головки для ленточной направки



ESAB обычно рекомендует следующие головки для ленточной направки – А6S для дуговой направки под флюсом и ESW-S60 и ESW-S90 для электрошлаковой. Специальные наплавочные головки SAW/ESW-S60 и SAW/ESW-S90 используются как для дуговой, так и электрошлаковой направки. Головки стыкуются с мотором А6 ESAB и контроллером РЕН.

