

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«САМАРСКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ АКАДЕМИКА С. П. КОРОЛЕВА»
(САМАРСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ)

Ю. А. ВАШУКОВ

ОБОРУДОВАНИЕ ДЛЯ ДУГОВОЙ СВАРКИ

Рекомендовано редакционно-издательским советом федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Самарский национальный исследовательский университет имени академика С. П. Королева» в качестве учебного пособия для обучающихся по основным образовательным программам высшего образования по направлениям подготовки 24.03.04 Авиастроение, 27.03.02 Управление качеством, 15.03.05 Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств и специальностям 24.05.07 Самолето- и вертолетостроение, 24.05.01 Проектирование, производство и эксплуатация ракет и ракетно-космических комплексов

САМАРА
Издательство Самарского университета
2025

УДК 621.791.03(075)

ББК К641-5я7

В234

Рецензенты: д-р техн. наук, проф. В. Б. Б а л я к и н,
д-р техн. наук, проф. С. В. К о н о в а л о в

Вашуков, Юрий Александрович

В234 **Оборудование для дуговой сварки:** учебное пособие /
Ю. А. Вашуков. – Самара: Издательство Самарского университета,
2025. – 80 с.

ISBN 978-5-7883-2234-6

Рассмотрены основные сведения, классификация и конструкция технологического оборудования, применяемого при различных способах дуговой сварки. Приведены общие требования к оборудованию, а также рекомендации по их применению.

Учебное пособие предназначено для обучающихся, изучающих процессы, связанные с производством сварных металлоконструкций, а также для всех интересующихся технологией и оборудованием сварки плавлением.

УДК 621.791.03(075)

ББК К641-5я7

ISBN 978-5-7883-2234-6

© Самарский университет, 2025

ОГЛАВЛЕНИЕ

Введение	4
1 Единая структура обозначения сварочного оборудования	5
2 Оборудование для ручной дуговой сварки штучными электродами	8
3 Оборудование для ручной дуговой сварки неплавящимся электродом	15
3.1 Установки для TIG-сварки.....	15
3.2 Сварочные горелки.....	18
4 Оборудование для автоматической и механизированной дуговой сварки	24
4.1 Основные принципы работы сварочных автоматов и полуавтоматов.....	24
4.2 Полуавтоматические сварочные установки.....	26
4.2.1 Общие сведения и классификация сварочных полуавтоматов	26
4.2.2 Сварочные горелки	30
4.3 Автоматические сварочные установки.....	39
4.3.1 Сварочные автоматы	40
4.3.2 Технологическое оборудование	46
4.3.3 Механическое оборудование.....	55
4.4 Механизмы подачи проволоки.....	62
4.5 Газовое оборудование для сварки.....	65
Библиографический список	71
Приложения	73

ВВЕДЕНИЕ

Сварка – один из ведущих технологических процессов современной промышленности, от степени развития и совершенствования которого зависит уровень технологии во многих отраслях машиностроения. Современный уровень развития сварочной техники в нашей стране – прочная база для широкого и эффективного использования сварки как мощного средства значительного повышения производительности труда, экономии металлов, повышения качества и удешевления продукции.

В настоящее время больше половины общего объема сварных конструкций (~60%) выполняется способами электрической дуговой сварки. В условиях непрерывного усложнения конструкций, неуклонного роста объема сварочных работ большую роль играет правильное проведение технологической подготовки производства. Поскольку применение дуговых способов сварки и характер изготавливаемых изделий разнообразны, их освоение требует знаний технологического оборудования, а также процессов автоматизации производственных процессов при изготовлении.

С развитием машиностроения возникает необходимость сваривать детали толщиной от нескольких микрометров (в микроэлектронике) до десятков сантиметров и даже метров (в тяжелом машиностроении). Все чаще в сварных конструкциях наряду с углеродистыми и низколегированными сталями применяют специальные стали, легкие сплавы и сплавы на основе титана, молибдена, хрома, циркония и других металлов, а также разнородные и композиционные материалы, что требует постоянного обновления применяемых видов сварки и сварочного оборудования.

В учебном пособии содержатся систематизированные знания, предназначенные для изучения технологического оборудования для дуговых способов сварки.

1 ЕДИНАЯ СТРУКТУРА ОБОЗНАЧЕНИЯ СВАРОЧНОГО ОБОРУДОВАНИЯ

Единой структуры обозначения сварочного оборудования в настоящее время не существует. Однако большинство предприятий-изготовителей придерживаются следующей структуры маркировки оборудования.

Первая буква в марке сварочного оборудования обозначает тип изделия (Г – трансформатор, В – выпрямитель, П – полуавтомат, У – установка, А – автомат или агрегат).

Вторая буква – способ сварки по источнику тепла (Д – дуговая, П – плазменная).

Третья буква – способ сварки по виду защиты от воздуха (Г – в защитных газах, Ф – под флюсом, У – универсальный, С – специальные способы сварки). В марке оборудования для ручной сварки покрытыми электродами способ сварки не обозначается.

Четвертая буква (для ручной сварки третья) – дальнейшие пояснения (М – многопостовое питание; И – для импульсной сварки; Э – электронное регулирования тока; Д – дизельный агрегат; Б – бензиновый агрегат; М (для ручной сварки) – механическое регулирование тока).

Далее идут три или четыре цифры, из которых первые (соответственно одна или две) указывают силу тока в сотнях ампер. Последние две цифры указывают порядковый номер разработки данной модели. Например: ВД-306 – выпрямитель для ручной дуговой сварки на ток 300 А, ТДМ-401 – трансформатор для ручной дуговой сварки с механическим регулированием тока на 400 А; ПДГ-302 – полуавтомат для дуговой сварки в защитных газах на 300 А, АДФ-1002 – автомат для дуговой сварки под флюсом на 1000 А; ВДУ-506 – выпрямитель для дуговой сварки, универсальный на 500 А, АДД-301 – агрегат для ручной сварки, дизельный на ток

300 А, УДГ-301 – установка для дуговой сварки в защитных газах на 300 А, ВДГМ-1601 – выпрямитель для дуговой сварки в защитных газах, многопостовой на ток 1600 А.

При одинаковой марке оборудование может иметь различное исполнение, что также указывается в обозначении. Буквами указывается климатическое исполнение: У – умеренный климат, Хл – холодный, Т – тропический. Цифрой указывается категория помещения, где может использоваться оборудование: 1 – открытый воздух; 2 – палатки, прицепы автомобилей; 3 – помещения с естественной вентиляцией; 4 – помещения с принудительной вентиляцией и отоплением; 5 – помещения с повышенной влажностью.

Например, *ВДГМ-1601У3* – выпрямитель для дуговой сварки в защитных газах, многопостовой на ток 1600 А для эксплуатации в умеренном климатическом поясе в помещениях с естественной вентиляцией.

В соответствии со стандартом ГОСТ 18130-79 «Полуавтоматы для дуговой сварки плавящимся электродом» устанавливается следующая структура условного обозначения полуавтоматов:

12 – 345 – 6,7,8,9

1 – обозначение вида изделия (полуавтоматы для дуговой сварки);

2 – обозначение способа защиты зоны дуги (Ф, Г, И, У, О);

3 – номинальный сварочный ток в сотнях ампер;

4 – номер модификации полуавтомата;

5 – вид климатического исполнения по ГОСТ 151S0-69 и ГОСТ 15543-70;

6 – напряжение питающей сети в вольтах;

7 – частота питающей сети (указывается, если она не равна 50 Гц);

8 – слово экспорт (указывается только в случае изготовления полуавтомата на экспорт в страны с умеренным климатом);

9 – обозначение технических условий на полуавтомат конкретного типа, а для полуавтоматов, предназначенных для экспорта, – обозначение настоящего стандарта.

Пример условного обозначения полуавтомата для дуговой сварки в активных газах на номинальный сварочный ток 500 А, с номером модификации 05, климатического исполнения У, категории размещения 3, на напряжение питающей сети 380 В:

Полуавтомат ПДГ-505 УЗ, 380 В ГОСТ 18130-79

То же, на экспорт в страны с умеренным климатом:

Полуавтомат ПДГ-505 УЗ, 380 В, экспорт ГОСТ 18130-79

То же, на экспорт в страны с тропическим климатом:

Полуавтомат ПДГ-505 ТЗ, 380 В ГОСТ 18130-79

Требования к сварочному оборудованию изложены в стандартах: на сварочные полуавтоматы – в ГОСТ 18130-79, на автоматы – в ГОСТ 821375, на агрегаты – в ГОСТ 2402-82, на трансформаторы для автоматической сварки под флюсом – в ГОСТ 7012-77, на трансформаторы для ручной сварки – в ГОСТ 7095-77, на выпрямители для ручной, автоматической и полуавтоматической сварки – в ГОСТ 13821-77, на сварочные полупроводниковые инверторы – в ГОСТ 24376-91, на установки для сварки неплавящимся электродом – в ТУ 539.073-78 и ТУ 739.302-82.

2 ОБОРУДОВАНИЕ ДЛЯ РУЧНОЙ ДУГОВОЙ СВАРКИ ШТУЧНЫМИ ЭЛЕКТРОДАМИ

Пост для ручной дуговой сварки (РДС) плавящимися электродами (рис. 2.1) состоит из источника постоянного или переменного тока со сварочным и обратным («земля») кабелями, электрододержателя, щитка или маски со светофильтром, сборочно-сварочных приспособлений и инструмента (молоток, зубило, клещи, металлическая щетка) [1].

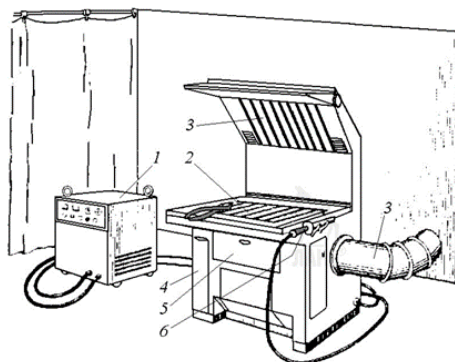


Рисунок 2.1 – Стационарный пост для ручной дуговой сварки
1 – источник питания; 2 – стол сварщика; 3 – вентиляция;
4 – ящик для электродов; 5 – ящик для инструмента; 6 – электрододержатель

Стационарные рабочие места, кроме того, комплектуются сварочным столом и стеллажом, которые размещают в изолированной кабине, снабженной приточно-вытяжной вентиляцией. На нестационарных рабочих местах сварщик имеет свободу перемещения относительно источника питания на длину сварочного кабеля (25...50 м). Электрододержатели служат для закрепления электрода в процессе сварки и подвода к нему сварочного тока. Основные параметры и технические требования, предъявляемые к электрододержателям, маркировка, методы их испытания уста-

новлены ГОСТ 14651-78. Конструкция электрододержателя должна обеспечивать замену электрода в течение не более 4 с и закрепление электрода в одной плоскости не менее чем в двух положениях – перпендикулярно и под углом, а также надежное присоединение многожильных кабелей с медными жилами.

Электрододержатели пассатижного типа предназначены для сварки и наплавки швов во всех пространственных положениях. Электрододержатели с рычажным зажимом, винтового и защелочного типов предназначены для работы в нижнем и вертикальном положениях.

Технические характеристики электрододержателей представлены в приложении А.

Для питания сварочной дуги используются источники питания, имеющие определенные электрические характеристики, от которых в значительной степени зависит качество сварного соединения.

В системе источник питания «сварочная цепь – дуга – сварочная ванна» в процессе сварки появляются возмущения, которые нарушают равновесие системы. К ним можно отнести изменение длины дуги, короткие замыкания дугового промежутка, изменение напряжения питающей сети, изменение скорости подачи электрода и т.д. Под действием этих возмущений меняется проводимость дугового промежутка, и в дуге возникают переходные процессы, вследствие которых изменяются ее напряжение и сварочный ток. Характер и скорость протекания переходных процессов, а также способность системы «источник питания – дуга» восстанавливать состояние устойчивого равновесия определяют статические и динамические свойства источника питания. Кроме того, основные параметры источников питания должны удовлетворять требованиям технологического процесса.

Для питания сварочной дуги применяют источники переменного тока (сварочные трансформаторы) и источник постоянного тока –

сварочные генераторы с приводом от электродвигателя (сварочные преобразователи), сварочные генераторы с приводом от двигателя внутреннего сгорания (сварочные агрегаты) и полупроводниковые сварочные выпрямители. Сварочные трансформаторы благодаря своим технико-экономическим показателям имеют преимущества по сравнению с источниками постоянного тока. Они проще в эксплуатации, долговечнее, обладают более высоким КПД. Источники постоянного тока предпочтительнее в технологическом отношении: при их применении повышается устойчивость горения дуги, улучшаются условия сварки в различных пространственных положениях и др.

Выбор источника питания для реализации технологического процесса осуществляется по его техническим и эксплуатационным характеристикам, к которым относят:

- напряжение холостого хода $U_{х.х}$, которое должно быть достаточным для легкого зажигания дуги во всем диапазоне сварочного тока, начиная от 40–50 А, и устойчивого ее поддержания на всех режимах работы. Чем выше $U_{х.х}$, тем легче происходит зажигание дуги. Как правило, $U_{х.х}$ находится в пределах 40–90 В;

- номинальную силу сварочного тока $I_{св.н}$, которому соответствует номинальное рабочее напряжение $U_{д.н}$, характерное для данного источника питания. Каждому текущему значению сварочного тока $I_{св}$ соответствует определенное значение рабочего напряжения $U_{д}$. Так, для процесса сварки штучным электродом $U_{д}$ и $I_{св}$ связаны зависимостью, которую называют регулировочной характеристикой источника питания $U_{д} = 20 + 0,04 I_{св}$:

- диапазон регулирования сварочного тока и рабочего напряжения;

- продолжительность работы в сварочном цикле.

Возбуждение сварочной дуги начинается с короткого замыкания сварочной цепи – контакта между электродом и деталью. При этом происходит выделение теплоты и быстрое разогревание ме-

ста контакта. Эта начальная стадия требует повышенного напряжения сварочного тока. В дальнейшем происходит некоторое уменьшение сопротивления дугового промежутка, что вызывает снижение напряжения до предела, необходимого для поддержания устойчивого горения дуги. В процессе сварки при переходе капель электродного металла в сварочную ванну происходят очень частые короткие замыкания сварочной цепи. Вместе с этим изменяется длина сварочной дуги. При каждом коротком замыкании напряжение падает до нулевого значения. Для последующего восстановления дуги необходимо напряжение порядка 25...30 В. Такое напряжение должно быть обеспечено за время не более 0,05 с, чтобы поддержать горение дуги в период между короткими замыканиями. Следует учесть, что при коротких замыканиях сварочной цепи развиваются большие токи (токи короткого замыкания), которые могут вызвать перегрев в проводке и обмотках источника тока. Эти условия процесса сварки в основном и определили требования, предъявляемые к источникам питания сварочной дуги. Для обеспечения устойчивого процесса сварки источники питания дуги должны удовлетворять следующим требованиям:

1. Внешняя статическая вольтамперная характеристика (ВАХ) источника для РДС – крутопадающая.

Источник для РДС должен обеспечивать сварку всеми типами электродов, что достигается достаточным значением напряжения холостого хода (до 80...100 В), оптимальным наклоном рабочего участка ВАХ, возможностью форсирования тока дуги, родом сварочного тока, полярностью сварочного тока.

2. Относительная продолжительность нагрузки ПН на максимальном токе для оборудования различных производителей составляет от 60 до 100 %, на среднем и минимальном – до 100 %. Превышение ПН может приводить к перегреву термонапряженных элементов и их отказу.

Для достижения максимальной производительности, качества и всего спектра функциональных возможностей при сварке штучными электродами в источниках могут быть предусмотрены следующие рабочие, сервисные и защитные функции и режимы, отвечающие современным требованиям к сварочным свойствам и эксплуатационным качествам [3]:

1. «Горячий старт» («Hot start»). Эта функция предназначена для облегчения зажигания дуги за счет кратковременного (0,01...1 с) увеличения стартового тока по отношению к базовому на регулируемую оператором величину. По истечении установленного времени горение дуги стабилизируется, и ток «горячего старта» плавно опускается до базового сварочного тока.

Данная функция обеспечивает быстрое и уверенное зажигание дуги, предотвращает прилипание электрода к детали и помогает избежать сварочных дефектов.

2. «Форсаж дуги» («Arc force»). Для того чтобы предотвратить прилипание электрода к детали во время сварки, применяется функция форсирования дуги. Принцип действия функции основан на временном повышении тока в момент переключения капель расплавленного металла дугового промежутка (короткого замыкания). Импульс тока помогает капле оторваться от стержня электрода, делая тем самым процесс переноса капель через дуговой промежуток четким и равномерным. Эта функция обеспечивает стабильное горение дуги, позволяет варить в удобном положении, облегчает работу сварщика. Если обеспечить регулировку тока форсирования дуги, сварочные свойства источника можно изменять в зависимости от типа применяемого электрода (с рутиловым, основным или целлюлозным покрытием). Для получения мягкой дуги с малым разбрызгиванием металла регулятор ставят на минимум (для рутиловых и основных электродов). Для создания жесткой дуги с большой глубиной проплавления следует установить регулятор на максимум.

3. «Антиприлипание» («Anti-Stick», «Антифриз»). Функция, предотвращающая «прилипание» электрода к изделию во время зажигания дуги. Принцип действия заключается в следующем: если в первоначальный момент касания электродом изделия дуга не зажглась в течение до $\sim 0,8$ с, источник снижает ток до минимума, что позволяет легко оторвать электрод от детали, поскольку он не успевает расплавиться и «примерзнуть» к изделию.

4. Индикация тока сварки. Во многих ответственных применениях необходим текущий контроль тока сварки. Измерение сварочного тока может производиться обычным стрелочным амперметром либо с помощью цифрового дисплея, отображающего до начала сварки предустановленное, а в режиме сварки – фактическое значение сварочного тока.

5. Регулировка наклона ВАХ. С помощью этой функции можно настраивать свойства дуги в зависимости от типа применяемых электродов. В частности, для заварки корневых швов целлюлозными электродами наклон ВАХ рекомендуется уменьшать.

6. Импульсный режим (пульсирующая дуга). Сварочный ток варьируется между двумя установленными значениями (пиковым и базовым). Частота импульсов регулируется в пределах от 0,25 до 25 Гц. Эта функция обычно применяется для сварки тонколистовых деталей, нержавеющей стали, деталей разной толщины и позволяет в большей степени контролировать процесс сварки в любых пространственных положениях для получения более качественного сварного шва.

7. Дистанционное управление (ДУ). Полнопанельный пульт ДУ с индикацией режимов позволяет полноценно управлять процессом сварки на расстояниях до нескольких десятков метров от источника. В большинстве применений ДУ достаточно наличия оперативных регулировок и лампы подсветки зоны сварки.

8. Питание от автономных генераторов. Работа в полевых условиях требует возможности питания источника от автономных электрогенераторов ограниченной мощности. Основным параметром, ограничивающим эту возможность, является коэффициент мощности K_M . При токе потребления, близком по форме к синусоидальному и совпадающему по фазе с напряжением, K_M близок к единице, и питание от автономного генератора не представляет проблемы. Сдвиг по фазе приводит к уменьшению K_M с вытекающим отсюда увеличением загрузки генератора.

9. Ограничение напряжения холостого хода. При работах в условиях повышенной опасности поражения электрическим током напряжение холостого хода должно автоматически снижаться до значения не более 12 В за время не более 0,6 с после размыкания сварочной цепи.

10. Защитные функции. К ним относятся функции, обеспечивающие надежную безаварийную работу оборудования: защита от отклонений более допустимых значений напряжения и частоты питающей сети (монитор питания), защита от перегрева термонапряженных элементов, защита от длительного (более 5 с) короткого замыкания в нагрузке. При возникновении аварийного события выходное напряжение снижается до нуля, а при необходимости источник отключается от сети. Источник должен полностью восстанавливать свою работоспособность при снятии аварийной ситуации.

Технические характеристики источников питания для ручной дуговой сварки представлены в приложении Б.

3 ОБОРУДОВАНИЕ ДЛЯ РУЧНОЙ ДУГОВОЙ СВАРКИ НЕПЛАВЯЩИМСЯ ЭЛЕКТРОДОМ

3.1 Установки для TIG-сварки

При аргонодуговой сварке неплавящимся электродом (TIG-сварке) основные узлы, кроме горелки, конструктивно объединены. Такое устройство, снабженное горелкой (или комплектом горелок на разные токи), называется *установкой*. Общий вид сварочного поста приведен на рисунке 3.1 [4].

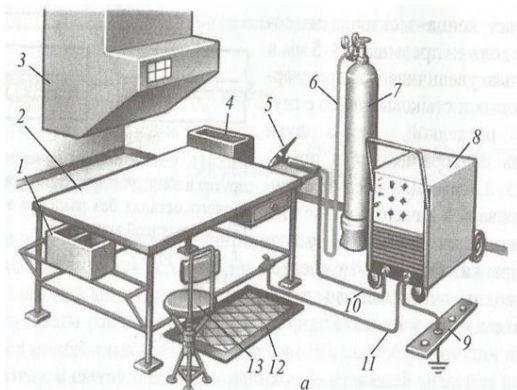


Рисунок 3.1 – Общий вид сварочного поста для TIG-сварки

- 1 – ящик для электродов; 2 – рабочий стол; 3 – вентиляция; 4 – ящик для деталей;
5 – горелка; 6 – газовый рукав; 7 – газовый баллон; 8 – источник питания дуги;
9 – заземление; 10 – прямой привод; 11 – обратный привод;
12 – диэлектрический коврик; 13 – стул

В условиях ручной TIG-сварки возможны резкие изменения длины дуги. Поэтому дуга должна иметь достаточный запас устойчивости (эластичности), которая тем больше, чем меньше отклонения тока от заданного значения при колебаниях длины дуги. При прочих равных условиях эластичность дуги тем выше, а отклонение

тока дуги тем меньше, чем больше наклон внешней характеристики источника питания. Поэтому для TIG-сварки применяются источники питания с падающими внешними характеристиками. Это дает возможность сварщику удлинять дугу, не опасаясь ее обрыва, или уменьшать длину дуги без чрезмерного увеличения тока.

В состав сварочной установки для TIG-сварки на постоянном токе входят: генератор или выпрямитель, балластный реостат, а также осциллятор.

Установка для TIG-сварки на переменном токе должна состоять из сварочного трансформатора, дросселя насыщения для регулирования величины тока, осциллятора для первичного возбуждения дуги, генератора импульсов высокого напряжения (стабилизатора) для надежного повторного возбуждения дуги при смене полярности с прямой на обратную и устройства для компенсации постоянной составляющей тока.

Простейшим регулятором сварочного тока является балластный реостат. Балластный реостат в сварочной цепи обеспечивает формирование крутопадающей характеристики.

Осциллятор для зажигания дуги подает на электрод кратковременные высокочастотные высоковольтные импульсы напряжения, которые ионизируют дуговой промежуток и обеспечивают зажигание дуги после включения сварочного тока. Если сварка производится на переменном токе, осциллятор после зажигания дуги переходит в режим стабилизатора и подает импульсы на дугу в момент смены полярности, чтобы предотвратить деионизацию дугового промежутка и обеспечить устойчивое горение дуги.

Регулируемая скорость спада тока в конце процесса сварки позволяет избежать образования кратера в конце сварочного шва.

Регулируемое время продувки газа после окончания процесса сварки обеспечивает охлаждение сварочной ванны в защитной атмосфере, а также предотвращает окисление вольфрамового электрода.

При аргодуговой сварке импульсной дугой сварочный ток колеблется между двумя установленными значениями (пиковым и базовым) с частотой в пределах от 0,25 до 25 Гц. Эта функция отлично подходит для сварки нержавеющей сталей, тонколистовых деталей и деталей разной толщины. Процесс в большей степени поддается контролю для получения более качественного сварного шва.

При сварке высокочастотной импульсной дугой сварочный ток имеет такой же вид, как и импульсный, но частота импульсов выше (обычно в пределах от 20 до 500 Гц). Дуга более сфокусирована, и в результате зона термического влияния меньше.

Ток «пилотной» дуги (стартовый ток / ток заварки кратера) должен иметь возможность регулироваться для различных задач с целью улучшения контроля сварочной ванны.

Технические характеристики источников питания для TIG-сварки представлены в таблице 3.1.

Таблица 3.1. Источники питания для TIG-сварки

Марка	Род тока	Напряжение, В	Максимальный сварочный ток, А (ПН, %)	Диапазон регулирования сварочного тока, А	Диаметр электрода, мм
УДГ-161	DC	220	150 (35%)	5–150	0,8–3
УДГ-180	DC	220	170 (20%)	40–170	0,8–3
УДГУ-251	AC/DC	380	250 (35%)	30–250	0,8–5
УДГУ-351	AC/DC	380	270 (60%)	15–350	0,8–6
УДГУ-501	AC/DC	380	450 (45%)	25–500	0,8–8
УДГ-501	DC	380	450 (40%)	50–500	0,8–8

Блоки управления установками для TIG-сварки могут быть как очень простыми, так и очень сложными с различными функциями. Самый простой блок управления позволяет регулировать только ток сварки. В то время как расход защитного газа настраивается регулятором, вмонтированным в горелку. Современные

блоки управления с программным блоком обеспечивают следующий цикл работы: подачу газа перед сваркой в течение 0,5–3,0 с, включение осциллятора и зажигание дуги, сварку в течение длительного времени, заварку кратера в течение 3–15 с, защиту шва газом в течение 3–30 с после сварки.

Регулирование времени плавного нарастания тока до номинального уровня при зажигании дуги предохраняет вольфрамовый электрод от разрушения и попадания частичек вольфрама в сварной шов. Регулирование времени плавного снижения тока при окончании сварки предотвращает образование кратера и пористости.

Блоки управления установками для TIG-сварки могут обеспечивать контроль нарастания и снижения тока сварки, а также импульсный режим сварки (пульсацию тока).

3.2 Сварочные горелки

Основным назначением горелки для TIG-сварки является жесткое фиксирование вольфрамового электрода (W-электрода) в требуемом положении, подвод к нему электрического тока и равномерное распределение потока защитного газа вокруг сварочной ванны.

Горелка состоит из корпуса (рукоятки) и головки, покрытой изолирующим материалом (рис. 3.2 и 3.3) [4]. Обычно в рукоятку горелки встроена кнопка управления для включения и выключения тока, сварки и защитного газа. Некоторые современные горелки имеют кнопку управления током в процессе сварки. Обычно тыльный колпачок достаточно длинный, чтобы вместить в себя всю длину электрода. Но для работы в стесненных условиях горелки могут снабжаться и короткими колпачками. Для жесткого закрепления W-электрода в горелке используют цангу. Для закрепления вольфрамового электрода (W-электрода) откручивают тыльный колпачок, освобождая цангу. В зависимости от диаметра электрода подбирают

цангу нужного размера. Вставив электрод в цангу, а цангу в корпус, фиксируют необходимое положение электрода, наворачнув тыльный колпачок до отказа. В горелках с уменьшенной высотой головки цангу с электродом зажимают поворотом сопла.

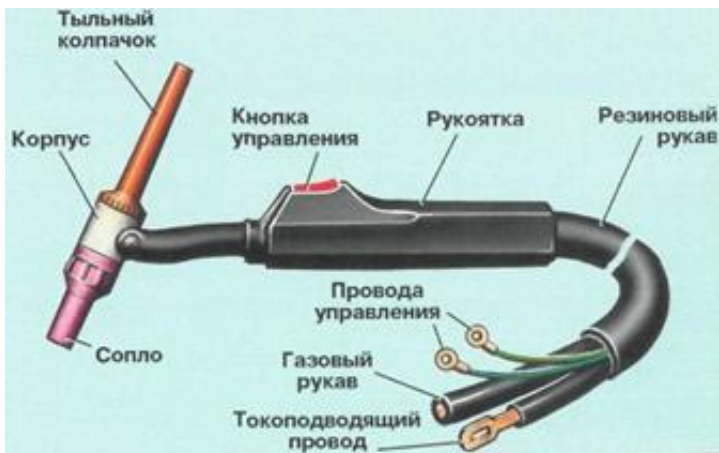


Рисунок 3.2 – Горелка для сварки неплавящимся электродом

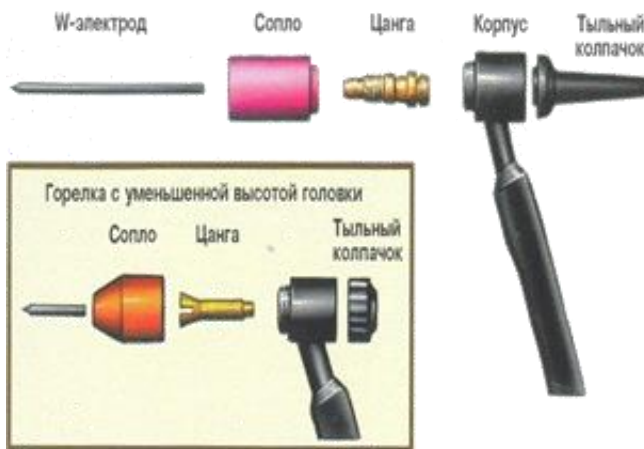


Рисунок 3.3 – Составные части горелки

Уменьшение контактного сопротивления в месте зажатия электрода в цанге и улучшение теплоотвода от него достигают за счет напрессовки на вольфрамовый электрод медной трубки.

В зависимости от конструкции головка горелки может поворачиваться вокруг продольной оси рукоятки на угол 180° . У некоторых моделей головка поворачивается относительно поперечной оси на угол 110° в удобное положение.

Горелки для TIG-сварки разработаны самых разных конструкций и размеров в зависимости от максимального требуемого тока, а также от условий ее применения. Размер горелки также влияет на то, как горелка будет нагреваться и охлаждаться при сварке. Конструкция некоторых горелок предполагает их охлаждение потоком защитного газа (это так называемые горелки воздушного охлаждения). Горелки также отводят тепло в окружающее пространство. Имеются также горелки с водяным охлаждением. Они обычно предназначены для использования на повышенных токах сварки. Горелки TIG с водяным охлаждением, как правило, имеют меньшие размеры, чем горелки воздушного охлаждения для тех же токов сварки. Для TIG сварки при отрицательных температурах используют антифризные жидкости.

Горелки для ручной сварки выпускаются на токи до 500 А, и, как правило, они имеют водяное охлаждение. Горелки с естественным воздушным охлаждением применяются в специальных случаях, например, для сварки в монтажных условиях на токах до 150 А. Конструкция горелки с водяным охлаждением представлена на рисунке 3.4 [1]. В зависимости от мощности горелки их сопла могут выполняться из керамики (с воздушным охлаждением) или красной меди (с принудительным водяным охлаждением). Наиболее часто применяют горелки типа ЭЗР (ЭЗР-3, ЭЗР-4, ЭЗР-5), ГР (ГР-4, ГР-6 и др.) и ГСН (ГСН-1,

ГСН-2 и др.). В таблице 3.2 приведены технические характеристики серийно выпускаемых горелок для ручной сварки вольфрамовым электродом.

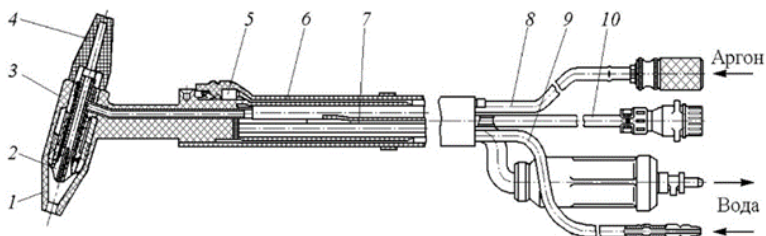


Рисунок 3.4 – Горелки для сварки неплавящимся электродом

1 – сопло; 2 – цанговый зажим; 3 – корпус; 4 – колпачок для смены электрода; 5 – выключатель; 6 – рукоятка; 7 – токоподвод; 8 – трубка для подвода защитного газа; 9 – трубка для подвода охлаждающей воды; 10 – провод управления

Эффективность газовой защиты сварочной ванны во многом зависит от аэродинамических свойств проточной части сопла горелки. Функцией газового сопла является направление защитного газа в зону сварки с тем, чтобы он замещал окружающий воздух. Газовое сопло крепится к горелке на резьбе, что, в случае необходимости, облегчает его замену. Они обычно изготавливаются из керамического материала для того, чтобы противостоять интенсивному нагреву.

Таблица 3.2. Технические характеристики горелок для автоматической дуговой сварки неплавящимся электродом в среде защитных газов

Тип горелки	Номинальный ток, А	Диаметр электрода, мм	Вид охлаждения
ЭЗР-5	75	0,5...1,5	Воздушное
ЭЗР-3	150	1,5...3,0	Воздушное
ГР-4	200	0,8...4,0	Водяное
ГСН-2	150	2,0...3,0	Водяное
ГСН-1	450	3,0...5,0	Водяное

По форме различают такие разновидности сопел, как цилиндрические, конические, а также профилированные. Обычно при работе в помещении используют цилиндрические либо конические аналоги, а вот при работе на открытом воздухе применяют профилированные либо цилиндрические модели сопел с более крупным диаметром выходного отверстия. Сопла удлиненные применяют, как правило, в труднодоступных местах. Наиболее широкое применение нашли сопла, имеющие коническую камеру на входе газа и цилиндрический канал на выходе. Длина начального участка газовой струи, осуществляющего защитные функции, для такой конструкции сопла приблизительно равна внутреннему диаметру цилиндрического канала. Это позволяет производить сварку при выдвигании вольфрамового электрода из сопла на расстоянии 4–10 мм. Диаметр сопла зависит от сварочного тока (табл. 3.3).

Таблица 3.3. Ориентировочная зависимость между внутренним диаметром цилиндрической части сопла и сварочным током

Сварочный ток, А	100	200	300	400	500
Диаметр сопла, мм	6–8	10–12	14–16	18–20	20–22

Конструктивное исполнение сопла горелки зависит от удобства выполнения швов в труднодоступных местах, в глубоких разделках. Так, при сварке листов металла толщиной свыше 20 мм без разделки кромок, собранных с щелевым зазором, применяются горелки, сопла которых вводятся в щелевой зазор и располагаются непосредственно над сварочной ванной. При сварке высокоактивных металлов, таких как титан, цирконий, или в случае работы на открытых площадках при наличии сквозняков на сопла дополнительно устанавливаются защитные приставки или камеры.

При ветре или сквозняке эффективность защиты определяется жесткостью струи газа и ее размером. Для этого внутри горелки

устанавливаются газовые линзы, которые поддерживают ламинарный поток. Поток газа в газовых линзах проходит через металлическую решетку, что придает ему большую ламинарность, обеспечивающую более надежную защиту, так как такой поток более устойчив к воздействиям поперечных воздушных потоков и действует на большее расстояние. Преимуществом сопла, обеспечивающего ламинарный поток газа, заключается в том, что можно устанавливать больший вылет электрода, что дает сварщику лучший обзор сварочной ванны. Газовые линзы также снижают расход газа.

Горелки, предназначенные для длительной непрерывной сварки вольфрамовым электродом, и горелки, предназначенные для сварки угольным электродом, имеют механизм для осевого перемещения электрода, с помощью которого можно компенсировать изменение длины вылета, вызванное расходом электрода. Из-за незначительного расхода вольфрама такие устройства в горелках для вольфрамового электрода предусматриваются лишь в случае, если сварка должна выполняться без перерыва в течение нескольких часов.

4 ОБОРУДОВАНИЕ ДЛЯ АВТОМАТИЧЕСКОЙ И МЕХАНИЗИРОВАННОЙ ДУГОВОЙ СВАРКИ

4.1 Основные принципы работы сварочных автоматов и полуавтоматов

При сварке плавящимся электродом постоянство длины дуги обеспечивается при равенстве скорости подачи электродной проволоки в зону сварки V и скорости ее расплавления V_D .

Нарушение равенства скоростей восстанавливается за счет саморегулирования дуги при использовании источников питания с жесткой (пологопадающей) внешней характеристикой. С учетом процесса саморегулирования дуги разработаны сварочные автоматы, работающие с постоянной скоростью подачи электродной проволоки. Для настройки режима выбирают необходимое напряжение дуги по шкале источника, а сварочный ток регулируют изменением скорости подачи проволоки.

На рисунке 4.1, а [2] приведены две вольт-амперные характеристики (ВАХ) источника сварочного тока, кривые 1 и 2 и две статические характеристики сварочной дуги для двух значений ее длины, кривые I_1, I_2 ($I_1 > I_2$).

Для определенной длины дуги l_1 и выбранного напряжения U существует устойчивая рабочая точка A (точка пересечения внешней характеристики источника 1 и характеристики дуги I_1 , в которой скорости плавления и подачи проволоки равны).

При увеличении скорости подачи проволоки образуется новая точка B пересечения характеристик источника и дуги. Длина дуги и ее сопротивление в этой точке уменьшаются, а сварочный ток растет. Это означает, что увеличение скорости подачи ведет к возрастанию сварочного тока, и наоборот, уменьшение скорости подачи проволоки снижает сварочный ток. При случайных укороче-

ниях либо удлинениях дуги возрастание или уменьшение сварочного тока сопровождается соответствующим изменением скорости плавления проволоки, приводящим к восстановлению длины дуги.

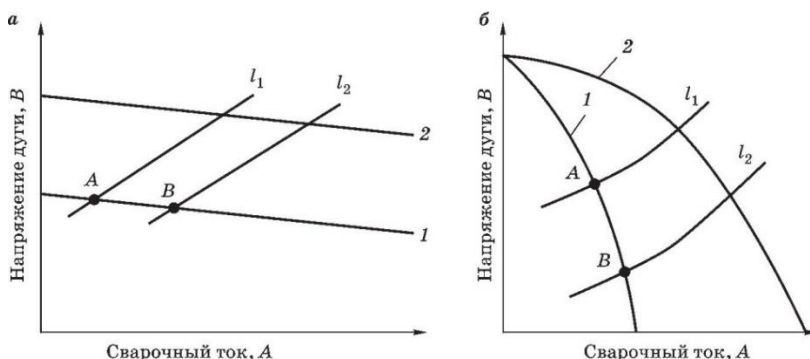


Рисунок 4.1 – Пологопадающие ВАХ источника питания (а), крутопадающие ВАХ источника (б) и статические характеристики дуги

Все полуавтоматы для механизированной сварки в защитных газах и под флюсом построены на основе принципа саморегулирования.

Другой принцип регулирования основан на изменении скорости подачи электродной проволоки в зависимости от напряжения на дуге. Данный принцип реализуется в автоматах для сварки проволоками диаметром более 3 мм. Здесь для поддержания стабильного горения дуги используют регуляторы напряжения дуги. Источник сварочного тока должен иметь крутопадающую внешнюю ВАХ, а привод подачи – обеспечивать зависимую скорость подачи проволоки от напряжения дуги. В этой комбинации при случайных отклонениях длины дуги сигнал изменения напряжения дуги воздействует на регулятор скорости подачи проволоки и восстанавливает первоначальную длину дуги.

На рисунке 4.1, б показаны крутопадающие ВАХ источника: 1 – малые токи, 2 – большие токи и две статические характеристики дуги; i_1 – малые напряжения, i_2 – большие напряжения. При этой системе регулирования сварочный ток изменяют регулятором источника, а напряжение дуги – регулятором скорости подачи проволоки.

В автоматах для сварки вольфрамовым электродом регулирование напряжения осуществляется изменением длины дугового промежутка путем перемещения электрода по высоте специальной автоматической системой стабилизации напряжения дуги.

4.2 Полуавтоматические сварочные установки

4.2.1 Общие сведения и классификация сварочных полуавтоматов

Полуавтоматическая сварка – это дуговая сварка, при которой электродная проволока подается автоматически, при этом все остальные операции происходят вручную. Сварочный процесс происходит:

- в среде инертных газов (Ar, He или их смеси) – MIG сварка;
- в среде активных газов (CO₂, H₂, N₂ или их смеси) – MAG сварка;
- под слоем флюса.

Электродная проволока подается роликами, которые вращает двигатель подающего механизма. Сварочный ток к проволоке подается через скользящий контакт. При сварке порошковой проволокой используются специальные подающие ролики, которые предотвращают сплющивание проволоки.

Полуавтоматы позволяют сочетать преимущества автоматической сварки с универсальностью и маневренностью ручной.

Полуавтоматы классифицируются по разным признакам:

- по способу защиты сварочной зоны – для сварки под флюсом, в среде защитных газов, открытой дугой;
- по способу регулирования дуги – в основном применяют полуавтоматы с саморегулированием дуги;
- по виду применяемой проволоки – сплошной, порошковой или комбинированной;
- по способу подачи проволоки – толкающего, тянущего и комбинированного типа;
- по конструктивному исполнению – со стационарным, передвижным и переносным подающим устройством.

На рисунке 4.2 показан комплект сварочного полуавтомата [4].

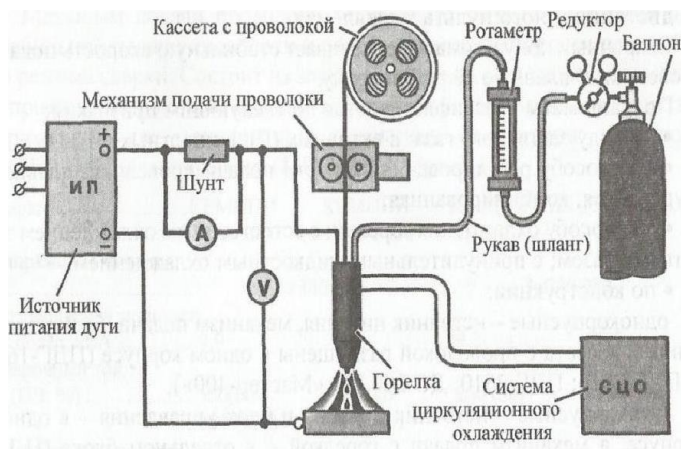


Рисунок 4.2 – Комплект сварочного полуавтомата

В комплект полуавтоматов обычно входят [2]:

- механизм подачи проволоки с кассетами для электродной проволоки;
- сварочные горелки;
- блок управления;

- источник питания;
- газовая аппаратура;
- провода для сварочной цепи и цепей управления.

Механизм подачи электродной проволоки обеспечивает поступление ее в сварочную горелку через направляющий кабель с заданной скоростью.

Сварочная горелка является рабочим инструментом сварочного полуавтомата. Горелка со шлангами предназначена для выполнения следующих функций:

- направление электродной проволоки в зону сварки;
- осуществление токоподвода к электродной проволоке;
- подача в зону сварки защитного газа, охлаждающей воды (при необходимости).

Сварочная горелка снабжена кнопками выключения – включения полуавтомата в режим «сварка», а в некоторых случаях рукоятками регулирования параметрами режима сварки.

Блок управления сварочным процессом (БУСП) предназначен для установки и регулирования параметров сварочного цикла. БУСП обеспечивает: включение полуавтомата в режим «сварка» кнопкой, расположенной на сварочной горелке; плавное регулирование скорости подачи электродной проволоки и сварочного напряжения на источнике питания резисторами, расположенными внутри подающего механизма; включение подачи защитного газа при нажатии кнопки на горелке с ручной регулировкой длительности («Предварительная продувка») и ручную регулируемую выдержку на отключение подачи защитного газа после отключения сварочного источника («Защита сварочной ванны») в режиме «Длинные швы». Блок управления может располагаться как в источнике питания, так и в корпусе механизма подачи присадочной проволоки, возможно, также внешнее расположение, при этом БУСП подключается через внешние разъемы.

Газовая аппаратура служит для подачи защитного газа в зону сварки – газовые редукторы, подогреватели и осушителя газов, расходомеры, смесители газов, электромагнитные газовые клапаны.

Провода для сварочной цепи и цепей управления предназначены для подачи электродной проволоки, сварочного тока, защитного газа, подключения проводов управления, а иногда и охлаждающей воды к горелке. С этой целью применяют шланговый провод специальной конструкции или составные шланги, состоящие из нескольких трубок для подачи газа и воды и проводов управления и подвода тока, собранных в общий жгут.

В зависимости от номинального сварочного тока медный кабель имеет сечение 25, 35, 50 и 70 мм². В большинстве горелок длина кабеля – 2,0...3,0 м.

Полуавтоматы для сварки под флюсом имеют те же основные узлы, что и полуавтоматы для механизированной сварки в защитных газах, только вместо газовой аппаратуры применяется специальная воронка, обеспечивающая подачу флюса в зону сварки.

Для сварки выпускают полуавтоматы, рассчитанные на номинальные токи 150–600 А, для проволоки диаметром 0,8–3,5 мм со скоростями подачи 1,0–17,0 м/мин.

Основной характеристикой полуавтомата является рабочий ток, на котором может вестись сварка. Эта характеристика напрямую связана с толщиной металла, сварку которого можно осуществлять на этом аппарате. Максимальный ток выбранной марки полуавтомата должен на 20–30% превышать требуемый. Этот запас обеспечит более надежную и длительную работу устройства.

Еще одна важная характеристика – так называемая продолжительность включения-ПВ, выражающаяся в процентах. Она показывает, какую часть 10-минутного промежутка времени полуавтомат находится в работе. Например, автоматические сварочные аппараты, работающие на сборочных конвейерах машиностро-

тельных предприятий, должны обеспечивать продолжительность включения до 100%. Для выполнения ремонтных работ на бытовом уровне, вполне удовлетворительным можно считать значение этого показателя на уровне 20%. Этот параметр является основным, по которому сварочные полуавтоматы относятся к категории профессиональных или любительских.

Технические характеристики сварочных полуавтоматов представлены в приложении В.

4.2.2 Сварочные горелки

Конструкции сварочных горелок, применяемых в полуавтоматах, унифицированы в соответствии с технологическими требованиями. На рисунке 4.3 приведена конструкция горелки для сварки плавящимся электродом в защитных газах [9].

Наиболее ответственными элементами сварочной горелки являются сопло и токоподводящий наконечник для направления подачи электродной проволоки.

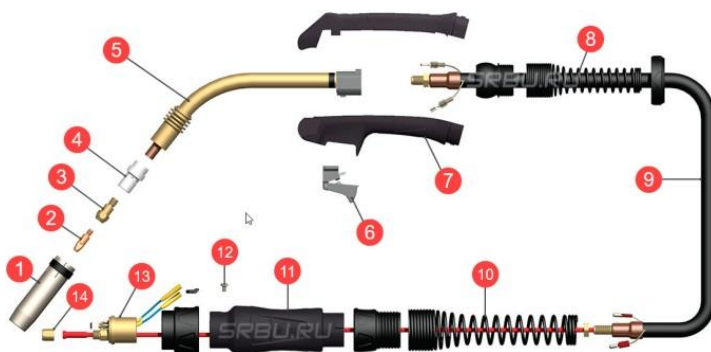


Рисунок 4.3 – Конструкция горелки для сварки плавящимся электродом в защитных газах: 1 – сопло коническое; 2 – токовый наконечник; 3 – держатель наконечника; 4 – распределитель газа; 5 – мундштук; 6 – кнопка; 7 – рукоятка; 8 – соединительная пружина; 9 – коаксиальный кабель; 10 – соединительная пружина; 11 – коробка для охлаждения воздуха; 12 – винт; 13 – центральный коллектор; 14 – гайка

Сопло горелки цилиндрической или конусной формы делают из меди с гальваническим покрытием. В сопло устанавливают распределители или сеточки (газовые линзы). Металлические сопла горелки изолируют от токоведущих частей. Сопло горелки во время работы находится в зоне высокой температуры, расплавленный металл налипает на поверхность сопла при разбрызгивании.

В целях уменьшения налипания брызг расплавленного металла поверхность сопла горелки следует хромировать и полировать или изготавливать из специальной керамики, или применять специальные аэрозоли. Для неохлаждаемых горелок применяется одно сменное сопло, которое изготавливается, как правило, из меди. Для водоохлаждаемых горелок применяются два сопла – одно водоохлаждаемое несъемное, другое съемное для периодической зачистки от налипших брызг.

От размеров и конструкции горелок во многом зависит эффективность защиты. В свою очередь, размеры горелки выбирают с учетом рода защитного газа, типа сварного соединения и режима сварки. Для создания ламинарного потока защитного газа применяют различные схемы подвода газа в сопло (рис. 4.4) [5]. Оптимальная форма сопла параболическая или коническая с цилиндрической частью на выходе.

Эксплуатационные свойства горелок в большей мере определяются качеством токоподводящего наконечника и, прежде всего, его износостойкостью. При прохождении электродной проволоки наконечники быстро изнашиваются, в результате чего нарушается электрический контакт и ухудшается стабильность процесса сварки. Наиболее широкое применение получили наконечники из меди без поджимного контакта, изготавливаемые токарной обработкой или штамповкой. Срок службы их составляет от 5 до 10 часов. На рисунке 4.5 показаны токоподводящие наконечники сварочных горелок [5]. В таблице 4.1 приведены технические характеристики наконечников, изготовленных из меди и бронзы.

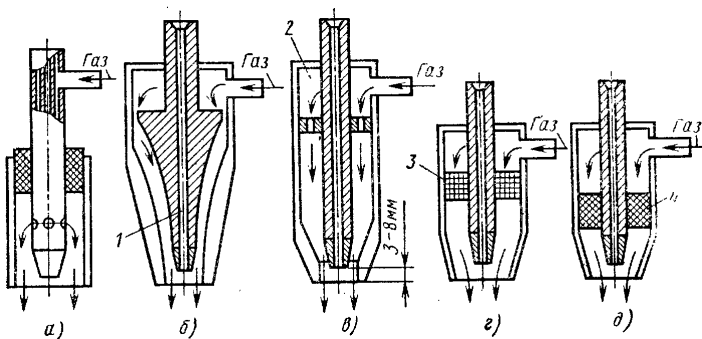


Рисунок 4.4 – Схемы питания газом сварочных горелок
 а – с кольцевым подводом газа; б – с отражателями; в – с успокоительными камерами; г – с сеточными вставками; д – с металлокерамическими вставками;
 1 – отражатель газа; 2 – успокоительная камера; 3 – сетка; 4 – металлокерамика

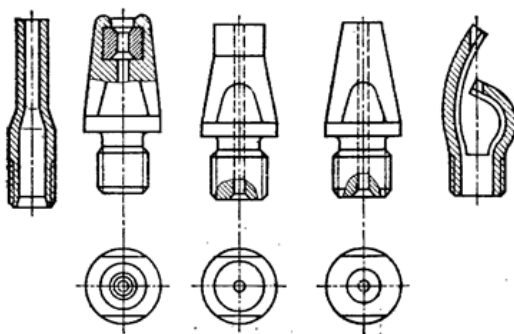


Рисунок 4.5 – Токоподводящие наконечники сварочных горелок

Медные наконечники более износостойкие, чем бронзовые. Нецелесообразно изготавливать наконечники из латуни, так как электродная проволока приваривается к наконечнику, нарушая режим сварки. Медно-графитовые наконечники подвергаются быстрому износу (срок службы одна рабочая смена), однако обеспечивают надежный съём и наиболее благоприятные условия скольжения, что особенно важно при сварке электродной проволокой из алюминия и его сплавов.

Таблица 4.1. Технические характеристики наконечников, изготовленных из различных материалов

Основные параметры	Медь М3	Хромистая бронза	Никель-бериллий титановая бронза	Бериллиевая бронза
Содержание легирующих элементов, %	–	0,59 Cr	1,4–1,7 Ni, 0,3–1,5 Be, 0,05–0,15 Ti	1,9–2,2 Be, 0,2–0,5 Ni
Твердость по Виккерсу, кгс/мм ²	85–90	130	240	370
Отношение электропроводности материала к электропроводности меди, %	100	85	52	28
Число часов, отработанных до полного износа наконечника	40	30	23	18

Для предупреждения попадания воздуха в сопло через канал для прохода проволоки на входе в канал устанавливают уплотнители или подводят защитный газ (рис. 4.6) [5].

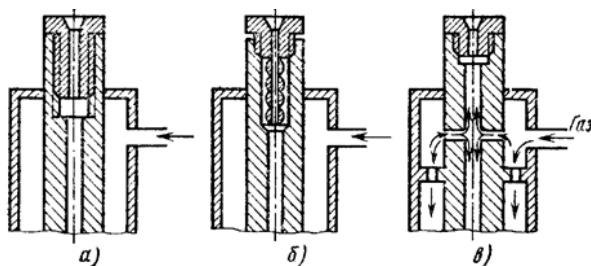


Рисунок 4.6 – Схемы предупреждения попадания воздуха в поток защитного газа
 а – сменные цилиндрические уплотнители; б – лабиринтовые уплотнители;
 в – подвод защитного газа в канал для прохода проволоки

Конструктивно горелки подразделяются на три группы:

– для механизмов подачи толкающего типа; только направляют сварочную проволоку в зону сварки (рис. 4.7) [4];

– с встроенным в рукоятку механизмом подачи проволоки; подают проволоку механизмом тянущего типа (рис. 4.8) [4];

– с комбинированным механизмом подачи толкающе-тянущего типа (система «ПУШ-ПУЛ») (рис. 4.9) [4].

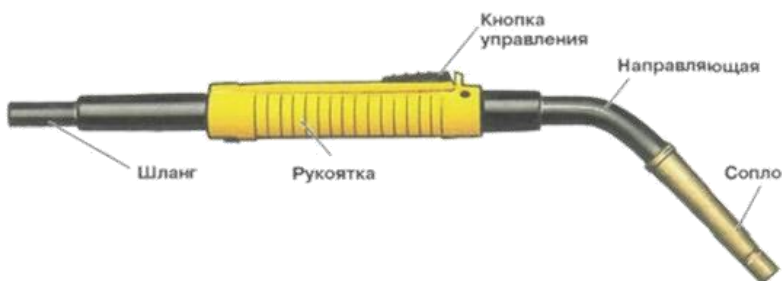


Рисунок 4.7 – Горелка для механизмов подачи толкающего типа

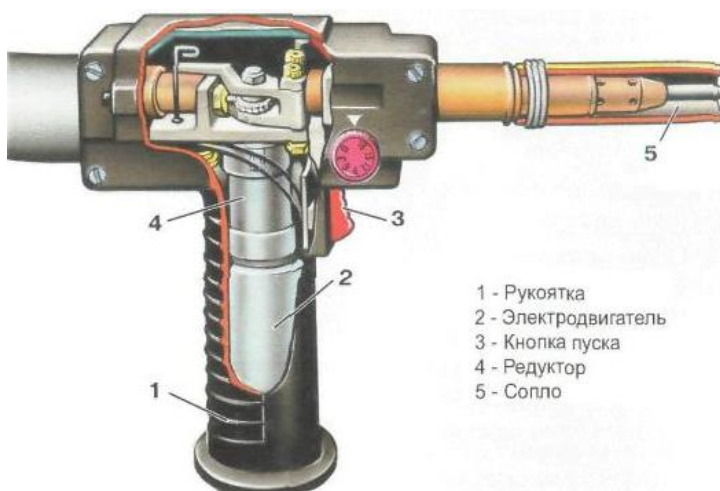


Рисунок 4.8 – Горелка с механизмом подачи проволоки тянущего типа
1 – рукоятка; 2 – электродвигатель; 3 – кнопка пуска; 4 – редуктор; 5 – сопло

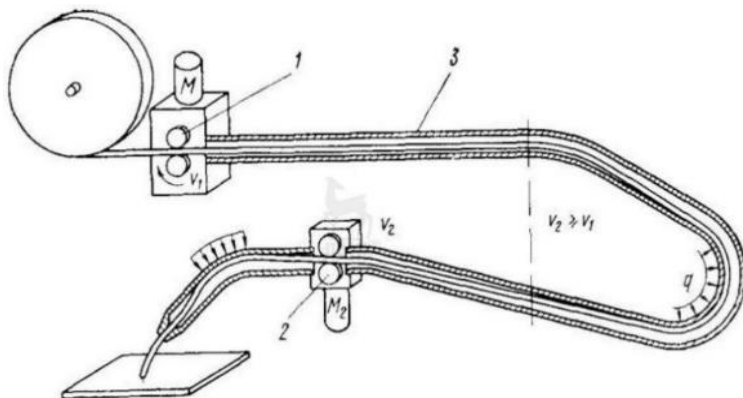


Рисунок 4.9 – Полуавтомат тянуще-толкающего типа
 1 – механизм подачи; 2 – тянущий механизм;
 3 – канал для проталкивания проволоки

При выборе модели горелки учитывают следующие факторы:

1. *Предел максимального сварочного тока.* Для сварки на малых токах (до 180 А при $d_{эл} = 0,8...1,4$ мм) применяют облегченную горелку с воздушным охлаждением и легкий шланг длиной 3 м. Для сварки на больших токах (500 А при $d_{эл} = 1,6$ или 2 мм) применяют горелки с водяным охлаждением и шланг длиной 4 м.

2. *Длина рукава.* Длина рукава бывает от 2 до 8 м. Чем шланг-пакет больше, тем маневреннее сварщик. Но в таком случае требуется надежный четырехроликовый механизм подачи.

3. *Метод охлаждения.*

4. *Разъем для подключения горелки.* Имеются не встраиваемые горелки, которые невозможно отсоединить от аппарата. В случае раздельного исполнения используется чаще всего разъем EURO, который маркируют еще KZ-2. В этом случае подойдет любая горелка с евроштекером. Встречается также разъем PDG-309. В этом случае необходимо искать именно такое обозначение для замены оснастки.

5. *Тип и размер канала для проволоки.* Существует стальной и тефлоновый тип канала. Первый используется для цельной и полый проволоки при сварке нержавеющей стали и черного металла. Второй подходит для заправки алюминиевой проволоки и сварки алюминия и его сплавов. Диаметр канала подбирается исходя из сечения проволоки и бывает 0,6–1,6 мм.

6. *Эргономика.* Чем естественней горелка ложится в руку, тем меньше сварщик будет уставать при продолжительной работе. Для этого на рукоятке должны быть вырезы, кнопка пуска должна располагаться снизу и точно под указательным пальцем, расширение спереди предназначено для предотвращения выскользывания.

Для подачи электродной проволоки от полуавтомата к сварочной горелке используют гибкие шланги. Для сварочных горелок, работающих на токах до 315 А включительно, в гибком шланге проложены провода цепей управления и сварочного тока, а по направляющему каналу проходит электродная проволока. При высоких значениях тока в гибком шланге по направляющему каналу проходит только электродная проволока. Для подвода цепей управления и сварочного тока имеется специальный шланг. Защитный газ подается в сварочную горелку по специальным шлангам. Завод-изготовитель обычно комплектует сварочные горелки и гибкие шланги к ним (рис. 4.10) [4].

При движении электродной проволоки по направляющему каналу гибкого шланга происходит засорение или повреждение канала, поэтому направляющие каналы должны быть сменными. При работе с обедненной стальной электродной проволокой срок службы направляющих каналов и самих шлангов увеличивается почти в 2 раза. Диаметр канала и диаметр проволоки должны быть строго согласованы. Конструкции некоторых типов гибких шлангов приведены на рисунке 4.11 [10].



Рисунок 4.10 – Гибкие шланги, используемые в полуавтоматах

При движении электродной проволоки по направляющему каналу гибкого шланга происходит засорение или повреждение канала, поэтому направляющие каналы должны быть сменными. При работе с обедненной стальной электродной проволокой срок службы направляющих каналов и самих шлангов увеличивается почти в 2 раза. Диаметр канала и диаметр проволоки должны быть строго согласованы. Конструкции некоторых типов гибких шлангов приведены на рисунке 4.11 [10].

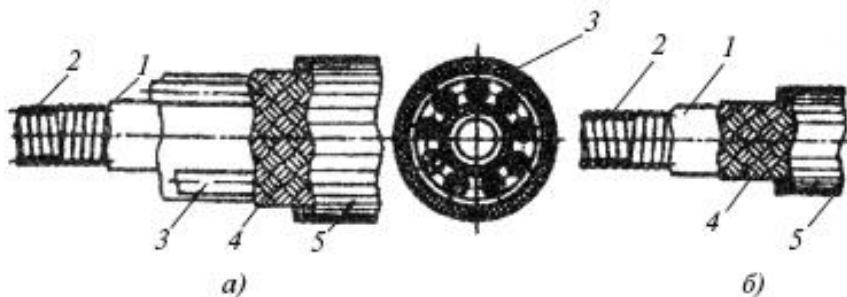


Рисунок 4.11 – Конструкции гибких шлангов
 а – типа КШПЭ; б – КМ; 1 – защитный слой; 2 – направляющий канал;
 1 – провода цепи управления; 4 – внутренняя защитная оболочка;
 5 – наружный защитный слой

На рисунке 4.12 [1] приведена конструкция горелки для сварки в защитных газах. К горелке подсоединяется электросварочный кабель в резиновой оболочке, конструкция которого включает металлическую спираль, оплетенную медными токоподводящими жилами и проводами управления. Токоподводящие жилы имеют суммарное сечение 25, 35, 50 или 70 мм², в зависимости от величины тока, на который рассчитана горелка. Сечение проводов управления – 1 мм². Спираль обеспечивает необходимую жесткость шланга и предотвращает резкие его перегибы, затрудняющие подачу проволоки. По мере изнашивания спираль может быть заменена.

Технические характеристики некоторых сварочных горелок приведены в приложении Г.

Наиболее распространенными являются горелки ГДПГ-200, ГДПГ-300, ГДПГ-500, рассчитанные на токи 200, 300 и 500 А соответственно.

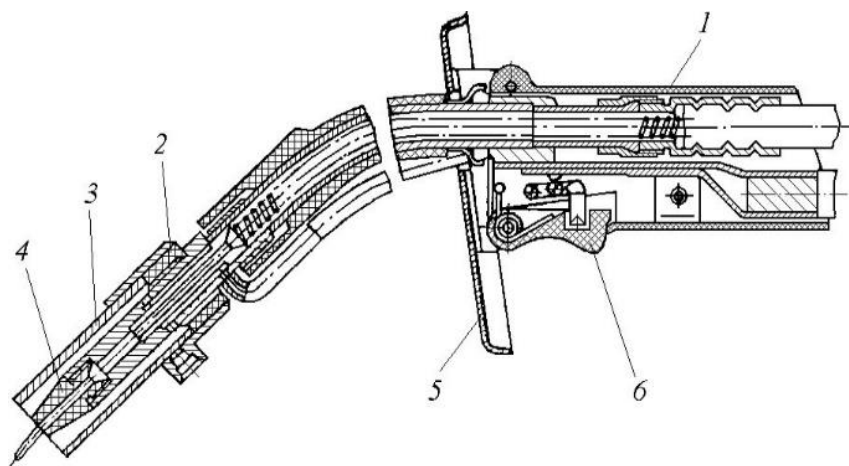


Рисунок 4.12 – Горелка шлангового полуавтомата для сварки в защитных газах
1 – рукоятка; 2 – переходная втулка; 3 – сопло; 4 – токоподвод; 5 – щиток;
6 – пусковая кнопка

Горелки полуавтомата для сварки под флюсом содержат мундштук 10 с наконечником, воронку 2, снабженную заслонкой 4, перекрывающей подачу флюса в насадку 12. Насадка изолирована от токоведущего мундштука втулкой 11, вследствие чего горелка при сварке может опираться на изделие (рис. 4.13) [1].

При сварке швов сравнительно большой протяженности целесообразно пользоваться опорным роликом 13, имеющимся на горелке. Воронка может поворачиваться вокруг оси мундштука, что удобно для сварки угловых швов.

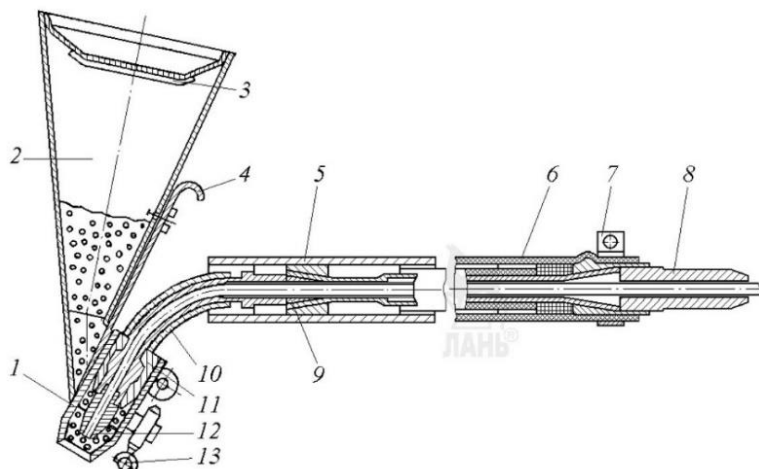


Рисунок 4.13 – Горелка шлангового полуавтомата для сварки под флюсом
 1 – наконечник; 2 – воронка для флюса; 3 – сетка; 4 – заслонка; 5 – рукоятка;
 6 – резиновый удлинитель; 7 – зажим; 8 – входной штуцер; 9 – сухарь;
 10 – мундштук; 11 – втулка; 12 – насадка; 13 – опорный ролик

4.3 Автоматические сварочные установки

Автоматическая сварка предполагает автоматизацию процессов возбуждения и поддержания устойчивого горения дуги, подачи электрода в зону сварки, перемещения дуги в заданном направлении

нии вдоль свариваемых кромок с заданной скоростью, прекращения сварки и заварку кратера.

Одними из основных составляющих автоматической сварочной установки являются сварочный автомат, а также технологическое и механическое оборудование.

Сварочный автомат – это аппаратура, обеспечивающая автоматическое выполнение основных технологических перемещений электрода и дуги с поддержанием постоянства заданных параметров сварочного режима (напряжения дуги, сварочного тока, скорости сварки).

Технологическое оборудование – устройства для установки, фиксации и перемещения свариваемого изделия.

Механическое оборудование – устройства и механизмы для крепления сварочного аппарата и движения его в заданном направлении, а также устройства для размещения и перемещения сварщиков.

4.3.1 Сварочные автоматы

Автоматы классифицируются по следующим признакам:

- *по типу применяемого электрода* – автоматы с плавящимся электродом и автоматы с неплавящимся (вольфрамовым) электродом;
- *по способу перемещения тележки* – автоматы тракторного типа и подвесные;
- *по способу защиты сварочной ванны* – автоматы для сварки под флюсом, в среде защитных газов и универсальные;
- *по пространственному выполнению сварных соединений* – автоматы для сварки швов в нижнем, вертикальном и горизонтальном положениях; кольцевых поворотных и неповоротных стыков и кольцевых в горизонтальной плоскости;
- *по числу горящих дуг* различают автоматы для сварки одной дугой, трехфазной дугой и многодуговые (многоэлектродные);

- по способу поддержания постоянства параметров дуги выпускают автоматы с принудительным регулированием напряжения дуги и саморегулированием.

Основной частью автоматов является сварочная головка, представляющая собой электромеханическое устройство, осуществляющее возбуждение дуги, автоматическую подачу в зону дуги плавящегося электрода или присадочного металла. Сварочная головка состоит из: подающего механизма, токоподводящего устройства, механизма корректировки положения относительно сварочного шва, аппаратуры управления, флюсового или газового оборудования, механизма поддержания постоянства длины дуги (АРНД – для сварки неплавящимся электродом), представляющего собой замкнутую систему автоматического регулирования с воздействием на пространственное положение электрода относительно поверхности изделия. Принцип построения АРНД основан на использовании функциональной зависимости $U_d = f(l_d)$ при сварке неплавящимся электродом.

Основные функции сварочной головки – это подача в зону сварки сварочного материала и подвод к нему напряжения, поддержание стабильных параметров сварки или их изменения по заданной программе.

Технические характеристики сварочных головок для автоматической TIG и MIG/MAG сварки представлены в приложении Д.

Сварочные автоматы не похожи друг на друга, их можно разделить на два типа: тракторные и подвесные.

Если в конструкции автомата тележка с укрепленной на ней головкой может перемещаться непосредственно по свариваемому изделию, то такой автомат называют сварочным трактором (рис. 4.14) [2].

Автоматы тракторного типа располагаются на самоходных тележках, которые самостоятельно передвигаются по основному материалу вдоль кромок свариваемого металла или разделки. Двигается трактор по самому изделию или по переносному пути, который уста-

наливается на изделие. Как правило, на тележке размещают пульт управления, устройство для размотки электродной проволоки и оборудование для подачи и сбора флюса или газовое оборудование. К ним относятся автоматы типа АДГ и АДФ, которые предназначены для выполнения сварки в среде защитных газов или под флюсом стыковых и угловых соединений типа «тавр» или «лодочка» электродной проволокой сплошного сечения. Положение дуги (электрода) контролируется с помощью светуказателя.

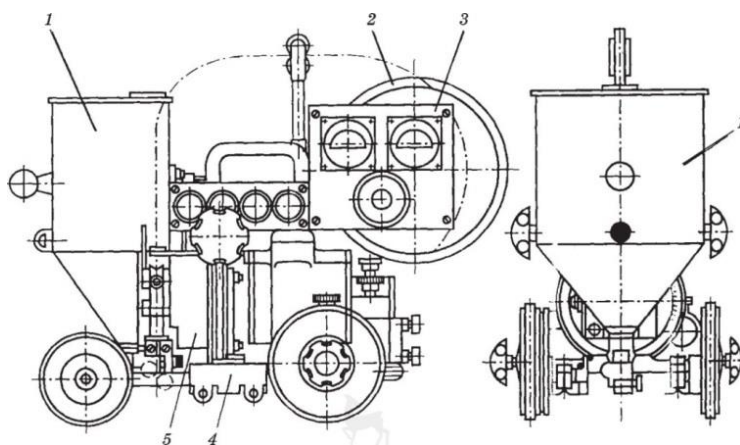


Рисунок 4.14 – Автомат АДФ-1002 (ТС-17)

1 – бункер для флюса; 2 – кассета; 3 – пульт;

4 – тележка; 5 – сварочная головка

Автоматическая сварка чаще производится с использованием присадочной проволоки, закрепляемой на бобине или катушке. За счет роликовой системы устанавливается траектория движения и скоростной режим подачи проволоки. Предварительно присадка выпрямляется, затем поступает в направляющий мундштук, который в процессе работы размещается над рабочей зоной.

Сварочную головку, закрепленную неподвижно относительно изделия, называют *подвесной автоматической головкой*. В под-

весных головках отсутствует механизм перемещения самой головки. В этом случае относительно дуги перемещают объект сварки с помощью технологического оборудования и сварочных приспособлений. Если же в конструкции сварочного аппарата имеется механизм для перемещения головки, то ее называют *самоходной*. Перемещение самоходной головки обычно производится по специальной направляющей. Такой аппарат называют автоматом подвесного типа. Механизмами перемещения автоматов подвесного типа являются колонны, тележки, порталы.

Подвесные автоматы (рис. 4.15) [1] представляют собой самоходную каретку 1 на рельсовых направляющих 2, на которой установлены подающая головка 3, пульт управления 4, кассета для проволоки 5 и флюсосборник 6 для механизированной уборки флюса с выполненного шва и подаче его в бункер 7.

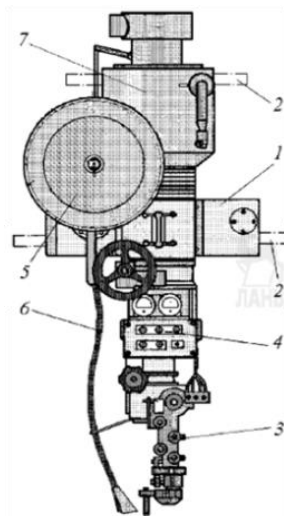


Рисунок 4.15 – Общий вид подвесного сварочного автомата
1 – самоходная каретка; 2 – рельсовые направляющие; 3 – подающая головка;
4 – пульт управления; 5 – кассета для проволоки; 6 – флюсосборник;
7 – бункер для флюса

При автоматической дуговой сварке в защитных газах автоматы поставляются также со специальными горелками.

Автоматы комплектуют источником питания переменного или постоянного тока, которые обеспечивают номинальный сварочный ток и имеют необходимую внешнюю характеристику. Для сварки под флюсом на переменном токе автоматы АДФ комплектуют сварочными трансформаторами ТДФ-1002, ТДФ-1601, ГДФЖ-2002. Для сварки под флюсом и в среде защитного газа на постоянном токе автоматы АДФ и АДГ комплектуют универсальными выпрямителями ВДУ-505 или ВДУ-1201.

Промышленность выпускает автоматы серии А-1400. Для сварки под флюсом углеродистых сталей применяют автоматы А-1401, А-1410. Для дуговой сварки в среде углекислого газа углеродистых сталей – автоматы А-1417; для дуговой сварки в среде инертного газа изделий из алюминия и его сплавов применяют автоматы А-1431. Сварочные автоматы серии А-1400 рассчитаны на длительную работу и могут применяться как самостоятельно, так и входить в комплект автоматических линий. Отличительной особенностью этих автоматов является их пригодность для дуговой сварки различных типов швов. Они обеспечивают широкий диапазон регулирования режимов сварки, а также возможность быстрой переналадки при изменении сварочной технологии. Технические характеристики некоторых автоматов серии А-1400 приведены в приложении Е.

Важным элементом сварочных автоматов является мундштук – средство обеспечения контакта дуги с зоной сварки. Основная задача этого узла – жесткая фиксация проволоки по отношению к сварочной ванне. Для борьбы с искривлениями проволоки перед мундштуком иногда монтируется правильный механизм, который уменьшает блуждание торца электрода. Другая важная задача мундштука – обеспечение устойчивого электрического контакта с проволокой для качественной, бесперебойной сварки. Конструк-

ции мундштуков различны в зависимости от способа сварки, диаметра и жесткости проволоки. В зависимости от диаметра используемых электродов в промышленности используются как устройства с роликовым скользящим контактом (для проволоки 3–5 мм), так и трубчатые мундштуки (для проволоки 0,8–2,5 мм). Скользящий контакт поддерживается за счет сменных наконечников мундштука. Применяют также мундштуки колодочного типа, состоящие из двух подпружиненных колодок, и мундштуки сапожкового типа (рис. 4.16) [7].

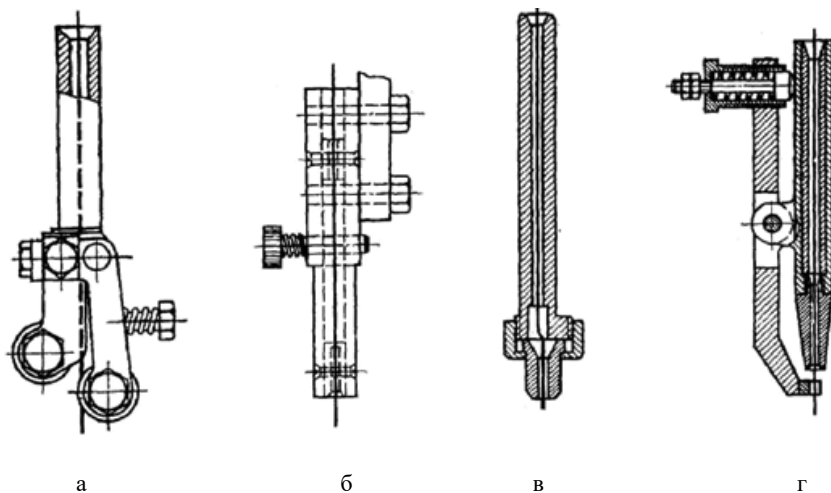


Рисунок 4.16 – Токоподводящие мундштуки для автоматов
а – роликовый; б – трубчатый; в – колодочный; г – сапожковый

Одним из направлений повышения производительности сварочного процесса является увеличение скорости сварки. Однако скорость перемещения серийных сварочных автоматов, выпускаемых для различных способов дуговой сварки, доведена до предельного значения. Поэтому большое значение имеет концентрация операций при одновременной сварке в нескольких местах од-

ного или нескольких изделий. Для этого выпускают и применяют многодуговые сварочные автоматы.

На базе автомата А-1416 выпускается самоходный автомат А-1412, который предназначен для двухдуговой сварки под флюсом переменным током и комплектуется двумя источниками питания. Основными преимуществами многодуговой сварки по сравнению с однодуговой при прочих равных условиях является уменьшение сварочных деформаций, увеличение объема продукции с единицы производственной площади и более компактное размещение источников питания.

4.3.2 Технологическое оборудование

Технологическое оборудование – это устройства для установки, фиксации и перемещения свариваемого изделия. Основными его разновидностями являются вращатели, роликовые стенды, манипуляторы, позиционеры, кантователи.

Вращатели – устройства, предназначенные для вращения свариваемых изделий с заданной рабочей скоростью. Они имеют неподвижную или перемещающуюся параллельно самой себе ось вращения и не могут изменять угол ее наклона.

Выделяют четыре основных типа вращателей для сварки: горизонтальные, вертикальные, универсальные, роликовые.

Типовой горизонтальный вращатель (рис. 4.20) [7] состоит из станины 1, на которой установлены передняя 2 и задняя 13 бабки. Шпиндели обеих бабок приводные и могут вращаться как синхронно, так и независимо друг от друга. Задняя бабка 13 может перемещаться вдоль станины 1.

На станине 1 находится и может перемещаться вдоль нее сварочная колонна 6, на консоли которой размещена сварочная головка 7. На планшайбе 3 передней бабки установлена корзина 4,

в полости которой располагается сферическая оболочка днища. К правому торцу корзины с помощью системы взаимосвязанных отверстий крепится сменная плита 5, на которой имеются стыковочные отверстия для крепления днища, а для ориентации днища и плиты в угловом направлении на последней нанесены риски плоскостей стабилизации. Аналогичные корзина 12 и плита 11 установлены на планшайбе задней бабки. На станине 1 располагается фрезерная головка 8 и опорные ролики 9, которые могут перемещаться вдоль станины.

На рисунке 4.21 [7] показаны схемы вращателей для сварки кольцевых швов.

Вертикальные вращатели по принципу действия мало чем отличаются от горизонтальных. Только в данном случае вращение зафиксированной металлической заготовки происходит по вертикальной оси.

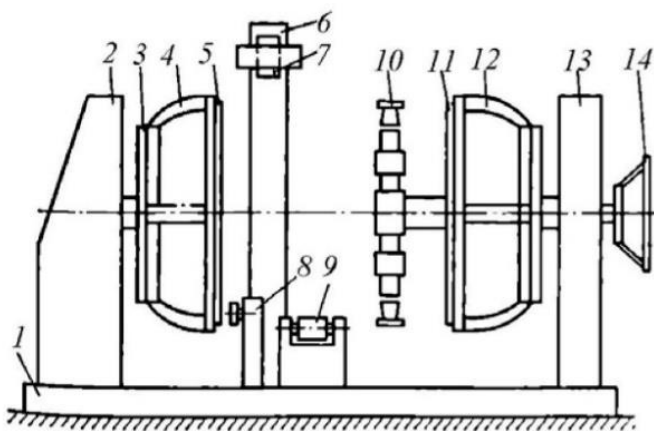


Рисунок 4.20 – Схема двухопорной установки для сварки кольцевых швов
 1 – станина; 2 – передняя бабка; 3 – планшайба передней бабки; 4, 12 – корзины;
 5, 11 – сменные плиты; 6 – сварочная колонна; 7 – сварочная головка;
 8 – фрезерная головка; 9 – опорные ролики; 10 – центрирующее приспособление;
 13 – задняя бабка; 14 – штурвал

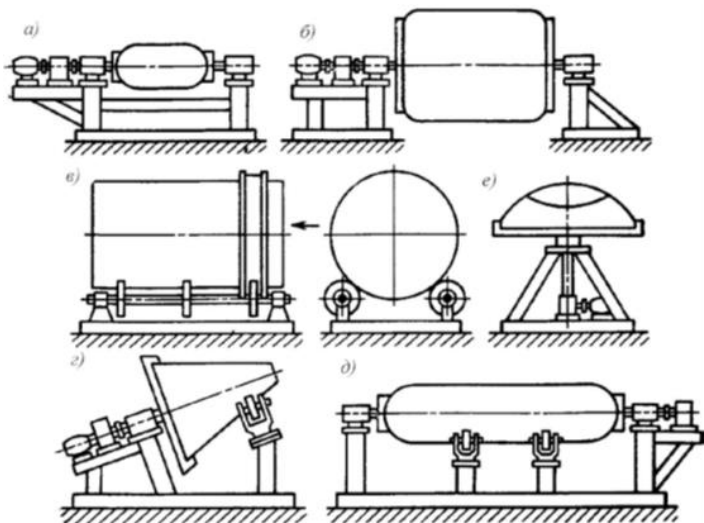


Рисунок 4.21 – Схемы вращателей для сварки кольцевых швов
 а – с торцевыми планшайбами; б – с раздельными стойками; в – роликовый стэнд;
 г – для круговых швов; д – для конических обечаяек; е – для длинных изделий

Универсальный сварочный вращатель дает возможность устанавливать изделие в любое удобное положение и вращать его по любой оси (в том числе и угловой) с необходимой скоростью.

Технические данные вращателей представлены в таблице 4.2.

Роликовые стэнды предназначены для вращения изделий при автоматической сварке кольцевых и продольных швов. Привод стэнда обеспечивает вращение изделия со скоростью, необходимой для автоматической сварки, а также с установочной скоростью.

При выборе роликового стэнда учитывается не только тип оборудования, но также и его вес, мощность, грузоподъемность, максимальная и минимальная скорость вращения. Точные технические характеристики и свойства могут варьироваться. У каждой конкретной модели они свои. Наиболее мощные модели вращателей роликового типа способны выдерживать нагрузки до 20 тонн.

Таблица 4.2. Технические данные вращателей

Параметры	ВВ-0,25/0,5	ВВ-0,5/1	ВВ-2	ВВ-4	ВГ-0,25	ВГ-1	ВГ-2	ВГ-4
Грузоподъемность, <i>тс</i>	0,25/0,5	0,5/1	2	5	0,25	1	2	4
Допустимый момент на оси вращения, <i>кгс*м</i>	12	40	200	420	16	100	100	600
Допустимый момент относительно опорной плоскости стола, <i>кгс*м</i>	63	160	–	–	63	400	400	2500
Скорость вращения шпинделя, <i>об/мин</i>	0,06–2	0,05–1,6	0,03–1	0,025–0,8	–	0,1–2,5	0,1–2,5	–
Масса, <i>кг</i>	540	658	576	1720	1680	4240	4200	6037

Типовой роликовый стенд (рис. 4.23) [6] состоит из пяти приводных роликовых опор 2, пяти холостых перекидных роликовых опор с рычагами 7 и фиксаторами 8, привода 3. Приводные ролики соединены между собой приводными валами 4, соединенными через муфты 6. Все роликовые опоры смонтированы на основании 5.

Манипуляторы предназначены для установки изделия в удобное для сварки положение и вращения его со сварочной скоростью при автоматической, полуавтоматической и ручной сварке. Манипулятор может перемещать или вращать деталь в любом направлении, которое необходимо для проведения сварочных работ. Он более универсален, чем вращатель. Манипуляторы различают по конструкции приводов вращения и наклона изделий, предельному углу наклона и грузоподъемности. Приводы наклона и вращения стола манипуляторов могут быть электрические или гидравлические. Они обычно имеют бесступенчатую регули-

ровку скорости. Технологическое оборудование работает в сочетании со сварочным, что позволяет автоматизировать процесс сварки.

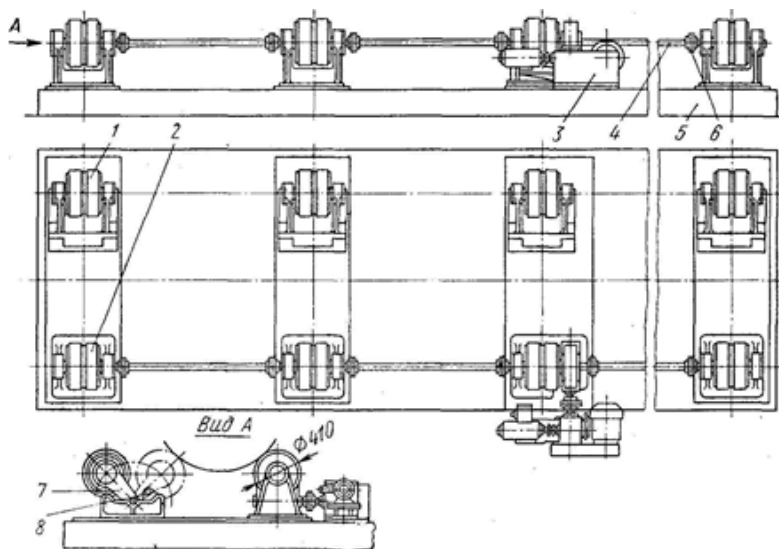


Рисунок 4.23 – Роликовый стенд

1 – холостые ролики; 2 – приводные ролики; 3 – привод стенда; 4 – вал;
5 – основание; 6 – муфта; 7 – рычаг; 8 – фиксатор

Манипулятор (рис. 4.24) [6] состоит из следующих основных узлов: станины, поворотного стола, приводов вращения и наклона планшайбы и блока управления. В большинстве манипуляторов все движения механизированы. Управление манипулятором осуществляется с переносного пульта или с пульта автосварки, на котором совмещено управление манипулятором с управлением сварочным автоматом. В зависимости от грузоподъемности стол манипулятора поворачивается с помощью ручного, механического или пневматического привода. В некоторых из них может отсутствовать механизм подъема стола.

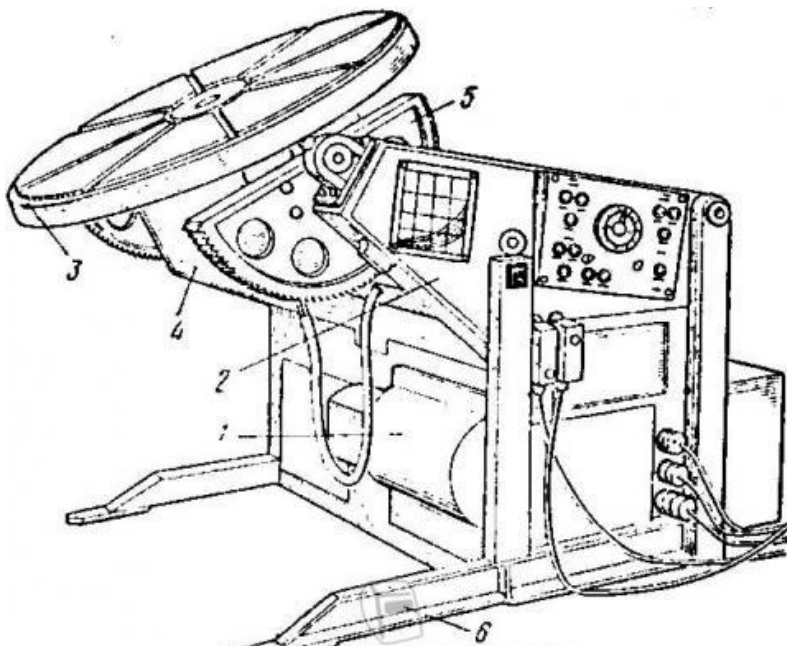


Рисунок 4.24 – Универсальный сварочный манипулятор
1 – основная станина; 2 – поворотная станина; 3 – планшайба; 4 – механизм поворота планшайбы; 5 – механизм наклона планшайбы; 6 – опорные лапы

Значимым преимуществом современных манипуляторов является легкость их переналадки. Для этого надо лишь перенастроить программное обеспечение, то есть изменить рабочую программу, после чего инструмент начнет двигаться по новой траектории. Модульная конструкция большинства распространенных сегодня манипуляторов позволяет с легкостью менять ориентацию рабочего инструментария. Структурные схемы манипуляторов приведены на рисунке 4.25 [8].

Технологические характеристики манипуляторов представлены в таблице 4.3.

Позиционеры служат для поворота изделия вокруг двух осей и установки их в удобное для сварки положение. В отличие от ма-

манипуляторов позиционеры не имеют устройств, обеспечивающих движение изделия со сварочной скоростью. Специальный привод обеспечивает движение свариваемых деталей с постоянной маршевой (установочной) скоростью.

По виду движений позиционеры подразделяют на три типа: наклоняемые, вращательные, наклонно-вращательные, универсальные.

Позиционеры служат для поворота изделия вокруг двух осей и установки их в удобное для сварки положение. В отличие от манипуляторов позиционеры не имеют устройств, обеспечивающих движение изделия со сварочной скоростью. Специальный привод обеспечивает движение свариваемых деталей с постоянной маршевой (установочной) скоростью.

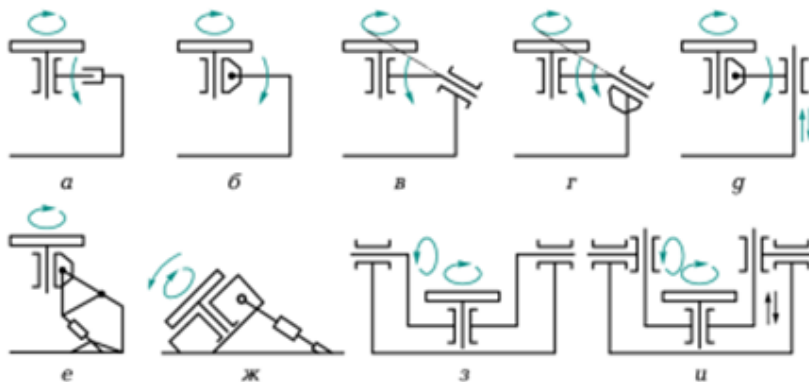


Рисунок 4.25 – Структурные схемы манипуляторов

- а – консольные; б – карусельные; в, г – консольные с частичным или полным уравновешиванием относительно оси наклона; д – карусельные с вертикальным подъемом; е – карусельные с радиальным подъемом; ж – рычажно-секторные; з, и – карусельные с частичным или полным уравновешиванием относительно оси наклона

Таблица 4.3. Технические характеристики манипуляторов

Параметры	М-0,06	М-0,12	М-0,25	М-0,5	М-1	УСМ-1200	М-2	М-4	УСМ-500	М-8
Грузоподъемность, <i>тс</i>	0,06	0,12	0,25	0,5	1	1,2	2	4	5	8
Допустимый момент на оси вращения, <i>кгс*м</i>	6	16	40	100	250	150	600	1600	500	400
Допустимый момент относительно опорной плоскости стола, <i>кгс*м</i>	10	25	63	160	400	600	1200	3000	2750	8000
Скорость вращения шпинделя, <i>об/мин</i>	0,125–3,15	0,1–2,5	0,08–2	0,08–2	0,04–4,01	0,056–2,262	0,0357–0,892	0,01–0,47	0,0264–0,942	0,008–0,5
Габаритные размеры, <i>мм</i>										

Позиционеры служат для поворота изделия вокруг двух осей и установки их в удобное для сварки положение. В отличие от манипуляторов позиционеры не имеют устройств, обеспечивающих движение изделия со сварочной скоростью. Специальный привод обеспечивает движение свариваемых деталей с постоянной маршевой (установочной) скоростью.

По виду движений позиционеры подразделяют на три типа: наклоняемые, вращательные, наклонно-вращательные (универсальные).

Позиционеры бывают одностоечные и двухстоечные, стационарные и подвижные (рис. 4.26) [8]. Позиционеры применяют

при ручной и механизированной сварке. Они имеют механизмы для поворота изделия в двух взаимно перпендикулярных плоскостях.

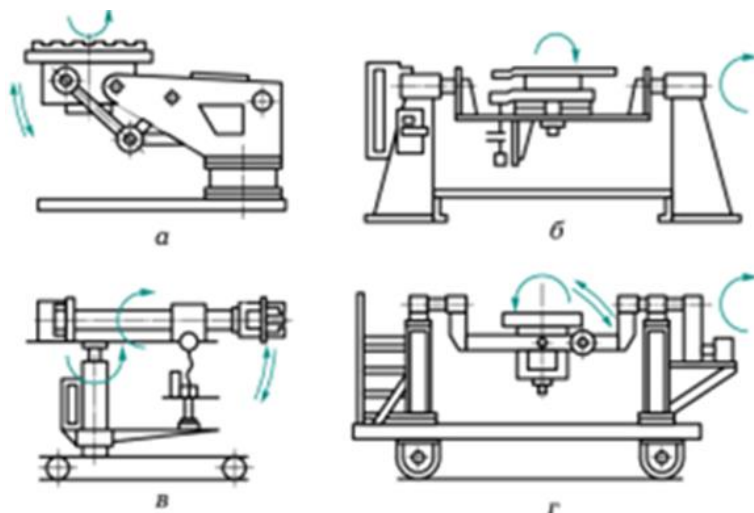


Рисунок 4.26 – Принципиальные схемы позиционеров
а – одноэтажные стационарные; б – двухэтажные стационарные;
в – одноэтажные подвижные; г – двухэтажные подвижные

Кантователи (рис. 4.27) [6] предназначены для установки изделий в удобное для сварки положение путем поворота их вокруг горизонтальной оси. Во время сварки они, как и позиционеры, неподвижны.

Несмотря на конструктивное разнообразие кантователей, зависящее от типоразмеров изделий, общим для них является наличие трех обязательных функциональных узлов: основания в виде несущей конструкции с одной или двумя опорными стойками; механизма вращения изделия; узла крепления изделия в виде планшайбы, центров, крепежных захватов, опорных

башмаков, специального крепежного приспособления и т. п. Некоторые кантователи дополнительно оборудуются механизмом подъема изделия, что расширяет их технологические возможности.

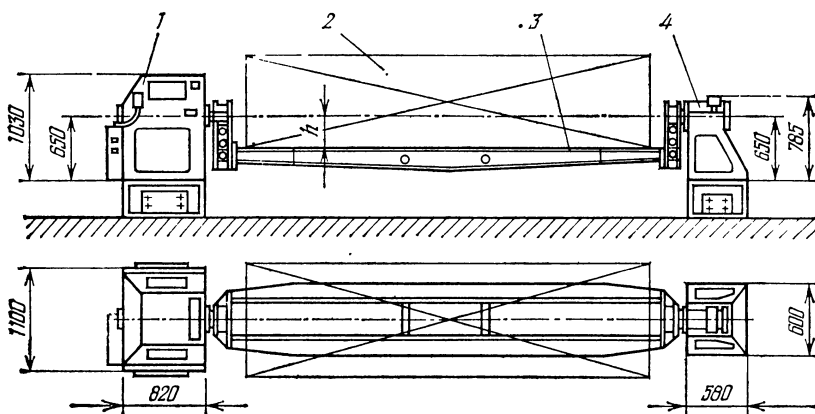


Рисунок 4.27 – Двухстоечный кантователь УДК-3
1 – передняя приводная стойка; 2 – изделие; 3 – задняя неприводная стойка

4.3.3 Механическое оборудование

В качестве механического оборудования при автоматической сварке используются колонны и тележки.

Колонны служат для установки и перемещения сварочных аппаратов при автоматической и полуавтоматической сварке. Колонны делятся по типу размещаемых на них аппаратов – для несамходных и самоходных. Первые предназначены для сварки кольцевых швов, вторые – кольцевых и прямолинейных швов. Большинство колонн – поворотные; в частности, поворотными являются все типовые колонны. Это необходимо для возможности установки свариваемого изделия под сварочным аппаратом с по-

мощью крана. Неповоротные колонны применяются в случаях, если изделие подается какими-либо специальными средствами, например, роликовыми или другими конвейерами в поточных линиях. На рисунке 4.28, а [6] показана поворотная колонна ПК-1, предназначенная для установки несамходных сварочных аппаратов АБ, А-384 и др.

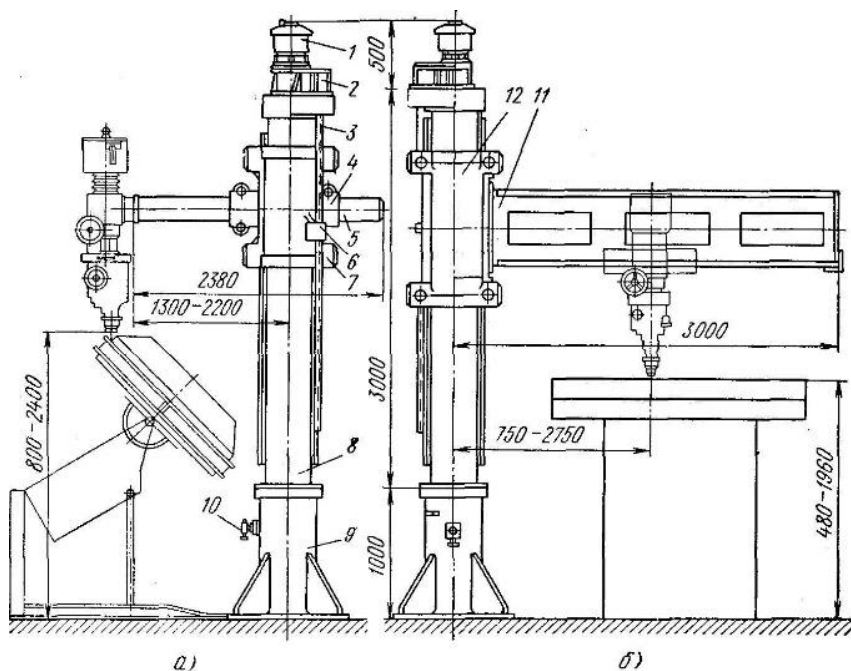


Рисунок 4.28 – Поворотные колонны ПК-1 для сварочных головок
 1 – двигатель; 2 – двухступенчатая зубчатая передача; 3 – ходовой винт;
 4 – направляющая; 5 – консоль; 6 – гайка; 7 – каретка; 8 – стойка; 9 – основание;
 10 – фрикционный зажим; 11 – консоль; 12 – каретка

Колонна состоит из основания 9, стойки 8, консоли 5, направляющей 4, каретки 7 и двух электроприводов вертикального и горизонтального перемещения консоли. Вертикальное перемещение

каретки с консолью осуществляется от электродвигателя / через двухступенчатую зубчатую передачу 2, ходовой винт 3 и гайку 6, укрепленную на каретке. Каретка перемещается по вертикальным направляющим стойки на четырех роликах. Горизонтальное перемещение консоли осуществляется от электропривода, размещенного внутри консоли. Стойка с консолью поворачивается вокруг оси основания вручную. Для закрепления стойки в основании предусмотрен фрикционный зажим 10.

Поворотная колонна ПК-2 для самоходного сварочного аппарата АБС унифицирована с колонной ПК-1 и отличается от нее конструкцией каретки и закрепленной на ней консоли. Консоль 11 жестко закреплена на каретке 12 и представляет собой балку с направляющими, по которым передвигается сварочный аппарат АБС. Механизм выдвижения консоли по горизонтали отсутствует. Все остальные узлы колонны такие же, как в колонне ПК-1. Технические характеристики поворотных колонн представлены в таблице 4.4.

Тележки для сварочных аппаратов применяют для выполнения как кольцевых, так и продольных швов. По всей конструкции они делятся на велосипедные, глагольные и порталные. Такие тележки могут перемещаться с установочной или скоростью сварки при выполнении прямолинейных или кольцевых швов (рис. 4.29) [6].

Велосипедные тележки (рис. 4.29, а, б) перемещаются по двум рельсам, расположенным в вертикальной плоскости один над другим. Эти тележки занимают относительно небольшую производственную площадь, но могут располагаться только у стены цеха.

Глагольные тележки (4.29, в) отличаются от велосипедных тем, что перемещаются по двум рельсам, расположенным на полу цеха. Такие тележки могут быть установлены в любом

удобном месте цеха, но по сравнению с велосипедными они имеют меньшую жесткость и занимают большую производственную площадь.

На рисунке 4.30 [6] показана глагольная тележка ГТ-1, на которую устанавливается подвесной сварочный автомат. Тележка предназначена для перемещения сварочного аппарата при сварке прямолинейных и кольцевых швов.

Таблица 4.4. Технические характеристики поворотных колонн

Параметр	Поворотная колонна				
	ПК-1	ПК-2	ПК-4		ПК-3
			АВС	А-874	
Высота уровня сварки, мм	800–2400	800–2300	1360–4160	1300–4160	2200–4800
Расстояние между осями стойки и электрода, мм	1100–2000	1000–2600	4130		2240–2440
Наибольшая длина свариваемых прямолинейных швов, мм		2000	2800	2500	2500
Скорость перемещения тележки					
сварочная, м/час	–	–	–	–	–
подъем и опускания консоли или балкона, м/мин	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0
выдвижения консоли м/мин	1,0	–	–	–	–

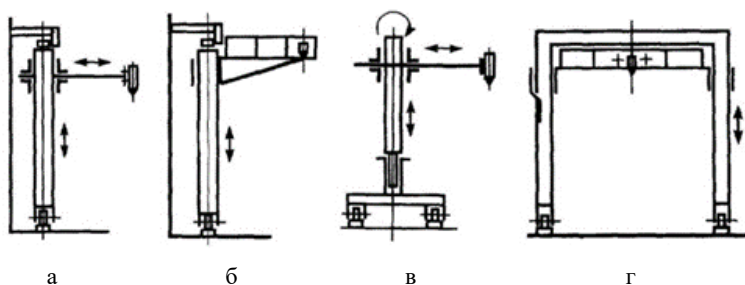


Рисунок 4.29 – Типы тележек для сварочных автоматов
а, б – велосипедные; в – глагольная; г – порталная

Тележка ГТ-1 состоит из платформы, стойки, каретки, консоли и трех электроприводов – передвижения тележки, вертикального и горизонтального перемещения консоли. Тележка перемещается на катках электродвигателем через редуктор, зубчатую и червячную передачи, установленные на платформе колонны. Тележка может перемещаться с рабочей и маршевой скоростями. Прямолинейные швы сваривают при перемещении тележек по рельсовому пути с рабочей скоростью. Кольцевые швы сваривают при неподвижной тележке и вращении изделия на вращателе с рабочей скоростью сварки.

Тележка ГТ-1 состоит из платформы, стойки, каретки, консоли и трех электроприводов – передвижения тележки, вертикального и горизонтального перемещения консоли. Тележка перемещается на катках электродвигателем через редуктор, зубчатую и червячную передачи, установленные на платформе колонны. Тележка может перемещаться с рабочей и маршевой скоростями. Прямолинейные швы сваривают при перемещении тележек по рельсовому пути с рабочей скоростью. Кольцевые швы сваривают при неподвижной тележке и вращении изделия на вращателе с рабочей скоростью сварки.

Тележка ГТ-2 в отличие от тележки ГТ-1 может поворачиваться на 360° на основании. Для закрепления стойки в основании имеется фрикционный зажим.

Портальные тележки (4,29 т) перемещаются по рельсовым путям, смонтированным на полу. Свариваемое изделие размещается между рельсами. Эти тележки обладают наибольшей жесткостью по сравнению с описанными выше, но являются слишком громоздкими. Портальные тележки применяют в основном для сварки крупногабаритных цилиндрических изделий.

Технические характеристики велосипедных, глагольных и порталных тележек представлены в таблицах 4.5 и 4.6.

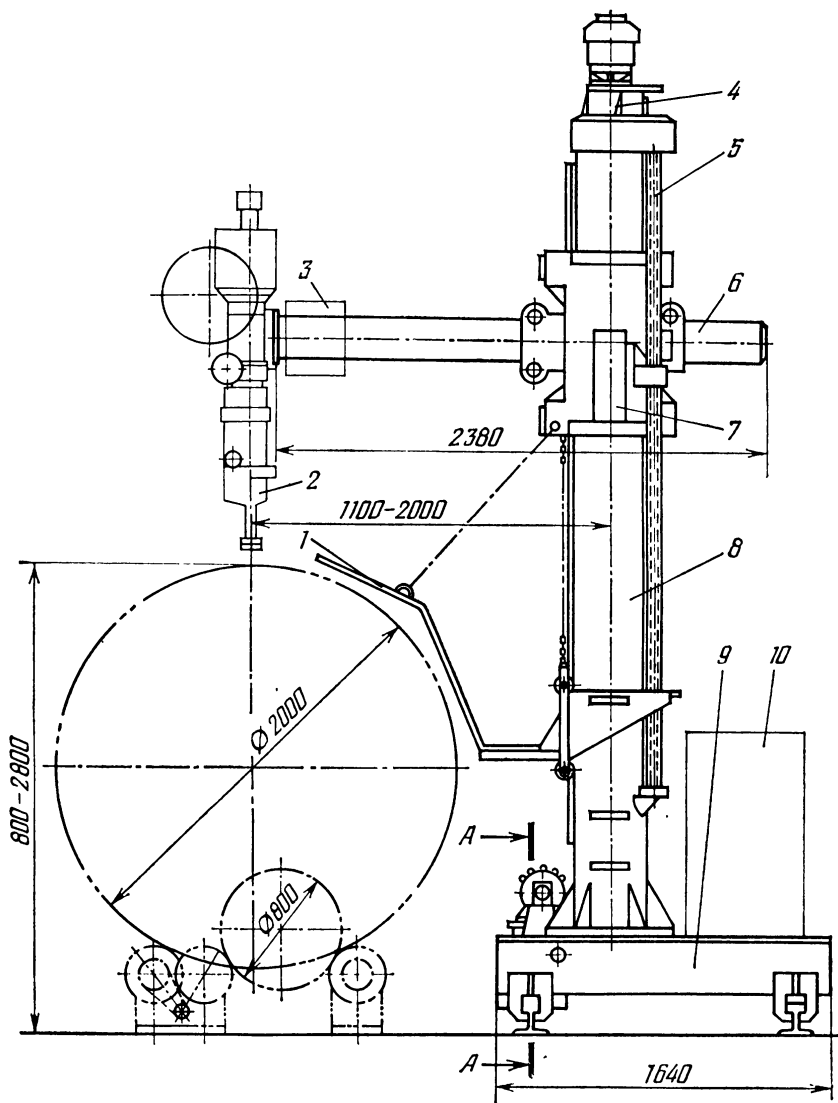


Рисунок 4.30 – Глагольная тележка ГТ-1

- 1 – щиток-подлокотник; 2 – сварочная головка; 3 – пульт управления;
 4 – механизм подъема каретки; 5 – подъемный винт; 6 – выдвигающая штанга;
 7 – каретка; 8 – колонна; 9 – тележка; 10 – шкаф аппаратуры управления

Таблица 4.5. Технические характеристики велосипедных тележек

Параметр	ВТ-1	ВТ-2	ВТ-4		ВТ-2Б	ВТ-3
			АВС	А-874		
Высота уровня сварки, мм	800–2800	800–2400	1135–3935	1475–4075	2000–4000	2200–4800
Расстояние между осями стойки и электрода, мм	1100–2000	1000–2600	4130		210–2300	224–2440
Наибольшая длина свариваемых прямолинейных швов, мм	Не ограничено	У продольных неограничено	У продольных ограничено, поперечных 2800 2500		2000	2500
маршевая, м/мин	13	13	10		13	11
сварочная, м/час	19–77	19–77	18,5–74,5		–	–
подъем и опускания консоли или балкона, м/мин	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0
выдвижения консоли м/мин	1,0	–	–	–	–	–

Таблица 4.6. Технические характеристики глагольных и порталных тележек

	Глагольные тележки		Портальные тележки	
	ГТ-1	ГТ-2	ПТ-1	ПТ-2
Высота уровня сварки, мм	800–2800	1000–2800	2950	4850
Расстояние между осями стойки и электрода, мм	1100–2000	1100–2000	–	
Наибольшая длина свариваемых прямолинейных швов, мм	Не ограничена			
маршевая, м/мин	13	13	5,8	6,0
сварочная, м/час	19–77	19–77	–	–
подъем и опускания консоли или балкона, м/мин	2,0	2,0	1,6	1,6
выдвижения консоли м/мин	1,0	1,0	–	–

4.4 Механизмы подачи проволоки

Сварка с электродной и присадочной проволокой требует непрерывного ввода в зону горения дуги определенного количества проволоки, причем для качественного формирования сварного шва необходимо обеспечивать равенство скорости подачи и скорости плавления электродной проволоки и точность дозировки присадочной проволоки, поступающей в сварочную ванну. Эти требования должны обеспечивать механизм подачи проволоки.

Конструкция каждого механизма подачи проволоки обладает своими особенностями, которые обусловлены как способом сварки, так и общей конструкцией сварочной горелки. Однако основными требованиями, которым должен удовлетворять каждый механизм подачи проволоки, являются следующие:

- непрерывное сообщение проволоке осевого усилия, необходимого для преодоления всех сил сопротивления, возникающих на пути ее движения;
- исключение возможности деформирования проволоки или повреждения ее поверхности;
- обеспечение длительного цикла работы механизма подачи проволоки;
- доступность обслуживания при эксплуатации: заправке проволоки, регулировании силы прижатия роликов, замене изношенных роликов, чистке направляющих втулок и трактов.

Сварку в защитных газах строят по системе саморегулирования дуги с плавным регулированием скорости подачи проволоки.

Механизмы подачи сварочной проволоки по конструкции разделяют на: стационарные, переносные и передвижные.

Применяют следующие типы механизмов подачи проволоки: толкающие; тянущие; тянуще-толкающие. Выбор типа устройства зависит от длины рукава, соединяющего корпус полуавтомата

с горелкой. Обычно, при длине рукава до 3 метров, применяется толкающий механизм, если длина превышает этот уровень, используется тянущий или комбинированный привод.

Толкающий привод располагается внутри корпуса сварочного аппарата. Подающие ролики установлены перед шлангом сварочной горелки и проталкивают проволоку в канал горелки. Обычно применяются в сварочных полуавтоматах для сварки стали. Применяют две модификации подающих механизмов: закрытого (МПЗ и МПК) и открытого (МПО) типов (рис. 4.31) [4]. Внутри корпуса механизмов МПЗ и МПК размещены кассеты с проволокой, двигатель с редуктором, подающие ролики, элементы управления процессом сварки. Механизмы подачи имеют 2 или 4 подающих ролика. Четырехроликковые механизмы более надежны и применяются для проволок большого диаметра.



Рисунок 4.31 – Механизмы подачи проволоки
а – открытого типа; б – закрытого типа

Бобина с проволокой может располагаться внутри корпуса, а может находиться снаружи, на специальной подставке. Первый вариант более компактный, но сварочная проволока поставляется с заводов на бобиных разного размера, а крупную катушку удобнее расположить вне корпуса.

В механизме тянущего типа подающий механизм установлен на сварочной горелке и тянет проволоку через канал горелки. Как правило, применяется в сварочных полуавтоматах при сварке алюминия. Механизм устанавливают на горелке, масса которой при этом существенно увеличивается.

Механизм тянуще-толкающего типа также применяют для сварки мягкими проволоками в том случае, если полуавтомат расположен на значительном удалении от места сварки. При этом для облегчения прохождения проволоки через шланг горелки возможна установка посередине шланга промежуточного механизма.

При сварке порошковыми проволоками из-за невозможности перемотки бухт в кассеты используют механизмы подачи с бухтой, размещенной на специальном разматывателе (рис. 4.32) [4].



Рисунок 4.32 – Механизм подачи порошковой проволоки

Технические характеристики механизмов подачи проволоки представлены в приложении Ж.

4.5 Газовое оборудование для сварки

Для сварки в среде защитных газов сварочный пост необходимо обеспечить комплектом соответствующей аппаратуры, в который входят:

– для сварки в инертных газах: баллон с защитным газом или несколько баллонов для использования смеси газов; регуляторы (редукторы), расходомеры газа, смесители защитных газов, газовые клапаны-экономизаторы;

– для сварки в углекислом газе: баллоны с защитным газом; редукторы с манометрами или расходомерами для точной дозировки каждого газа; подогреватель; осушитель и смеситель газов, электромагнитные газовые клапаны.

Баллоны предназначены для хранения и транспортировки защитных газов. Все газы находятся в баллонах в сжатом состоянии, под высоким давлением, кроме углекислого газа. Углекислый газ содержится в виде углекислоты в жидком состоянии. Для сварки в CO_2 и инертных газах используют баллоны емкостью 40 л.

Баллон для CO_2 содержит 25 кг жидкой углекислоты при давлении 5,6 МПа. При ее испарении образуется 12,6 м³ газа при давлении 0,1 МПа.

Аргон и гелий находятся в баллонах при давлении $15 \pm 0,5$ МПа и температуре 20 °С в газообразном состоянии. Объем газа составляет 6,2 м³. Баллоны для аргона окрашены в серый цвет с зеленой надписью, для гелия – в коричневый цвет с белой надписью. На баллонах устанавливаются вентили ВК-74, они являются запорными приспособлениями при наполнении, хранении и расходовании газов (рис. 4.33) [10].

Непрерывный отбор из баллона газообразной CO_2 сопровождается резким уменьшением ее температуры и давления вследствие поглощения скрытой теплоты испарения при переходе CO_2

из жидкой фазы в газообразную. При отборе газа с расходом свыше 20 л/мин CO_2 превращается в сухой лед. Для предохранения редуктора от замерзания используют электроподогреватель газа, приведенный на рисунке 4.34 [1]. Подогреватель газа необходим для предотвращения замерзания паров воды, находящейся в газе ($\text{H}_2\text{O} \sim 0,1\%$), и закупорки редуктора в результате адиабатического охлаждения газа при его выходе из баллона.

Редуктор предназначен для снижения давления защитного газа после баллона и поддержания его на постоянном уровне независимо от давления в баллоне или сети. Он присоединяется к вентилю баллона с помощью накидной гайки. Давление газа и его расход регулируют вращением маховичка. Газ отбирается через ниппель, присоединенный к шлангу.

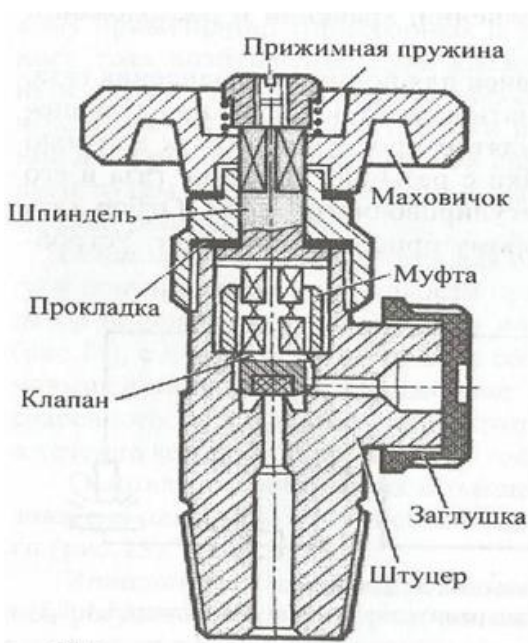


Рисунок 4.33 – Устройство вентилъ ВК-74

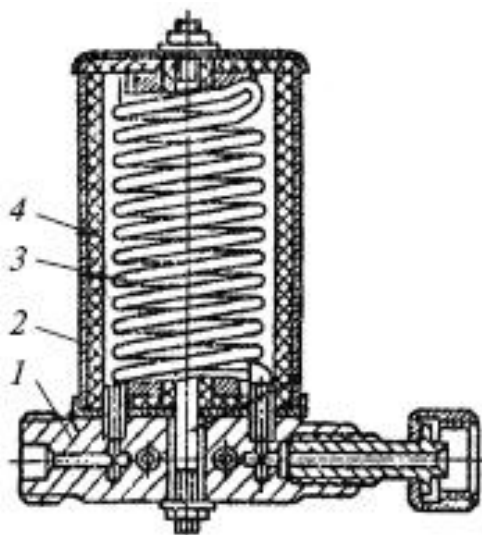


Рисунок 4.34 – Подогреватель газа.
1 – корпус; 2 – кожух; 3 – трубка-змейка; 4 – теплоизоляция

При использовании углекислого газа применяют специальные редукторы для CO_2 – У-30, снабженные расходомером (рис. 4.35) [1]. При отсутствии редуктора У-30 допустимо пользоваться кислородными редукторами типа БКО или ДКД-8-65, у которых вместо расходомера установлен второй манометр, показывающий давление на выходе. Количество израсходованного из баллона газа в этом случае определяют по падению давления. При сварке в инертных газах применяются редукторы АР-10, АР-40 и АР-150.

Осушитель газа поглощает влагу из углекислого газа (рис. 4.36) [1]. Он представляет собой металлический или плексигласовый корпус, заполненный материалом, хорошо впитывающим влагу. В качестве такого материала обычно используют силикагель, алюмогель или медный купорос. Путем прокаливания при $250\text{--}300\text{ }^\circ\text{C}$ эти вещества поддаются восстановлению. Объем осушителя на одну зарядку позволяет осушить 4–6 баллонов CO_2 .

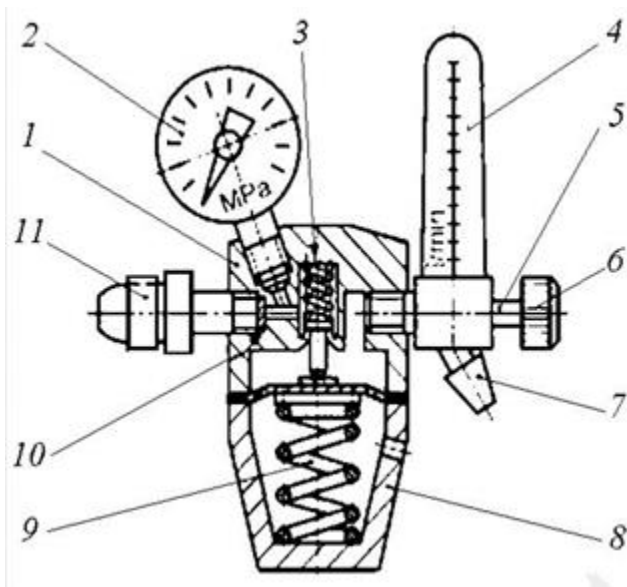


Рисунок 4.35 – Схема углекислотного редуктора

1 – корпус; 2 – манометр высокого давления; 3 – редуцирующий клапан;
 4 – расходомер; 5 – шток клапана регулирования расхода; 6 – ручка клапана
 регулирования расхода; 7 – выходное соединение; 8 – крышка редуктора;
 9 – редуцирующая пружина; 10 – входной фильтр; 11 – входное соединение

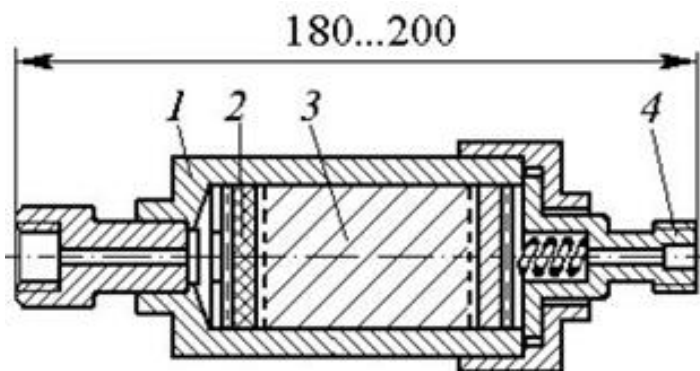


Рисунок 4.36 – Осушитель

1 – корпус; 2 – фильтр; 3 – влагопоглотитель; 4 – штуцер

При сварке в газовых смесях (Ar+He, CO₂ и O₂ и др.) применяют специальные смесители, а для более точного контроля расхода газов применяют ротаметры различных типов. Смесители позволяют получать двойные и тройные смеси с автоматическим поддержанием их состава и расхода независимо от давления газа на выходе из редуктора. Наиболее распространенными являются смесители УКП-1-71 (рис. 4.37) [1] для смешивания CO₂ и O₂ и многопостовые смесители УСГ-1, обслуживающие одновременно до 50 установок.

Расходомеры предназначены для измерения расхода газа, благодаря чему можно поддерживать дозировку защитного газа. Различают несколько разновидностей расходомеров: поплавковый (ротаметр), дроссельный (с калиброванным отверстием в диафрагме) и их разновидности. Ротаметром определяют расход газа. Ротаметр необходим при использовании газовых редукторов, не имеющих встроенного расходомера. Характеристики ротаметров представлены в таблице 4.8.

В комплект аппаратуры сварочного поста входит и отсекающий газ. Отсекающий газ – это электромагнитный клапан, который предназначен для автоматического управления подачей газа.

Включение электромагнитного клапана заблокировано с пусковой кнопкой полуавтомата, что обеспечивает продувку газовых каналов и подготовку защитной среды перед зажиганием сварочной дуги, а также сохранение защитной среды после гашения дуги до полного остывания металла.

Газоэлектрические клапаны служат для экономного расхода газа и обеспечивают его предварительную подачу или с некоторым запаздыванием, по сравнению со сварочной проволокой и током с помощью соответствующих реле.

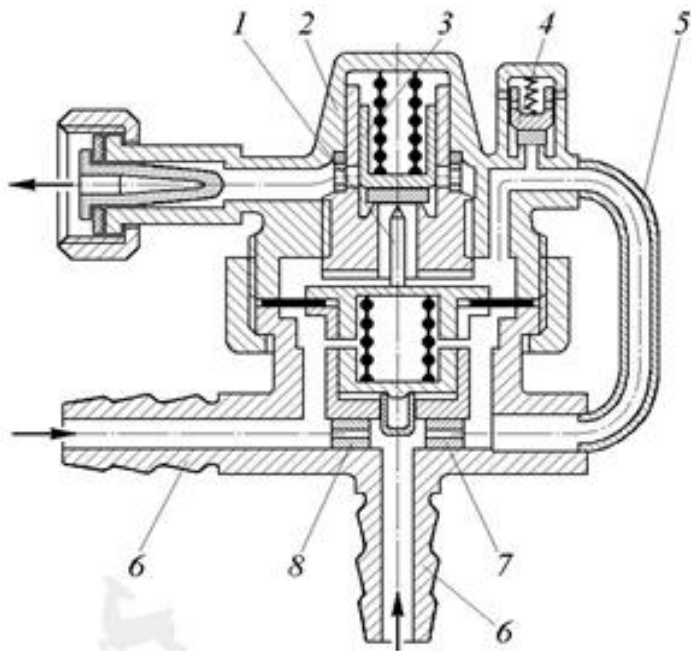


Рисунок 4.37- Конструкция смесителя УКП-1-71
 1 – толкатель; 2 – корпус; 3 – редуцирующий клапан;
 4 – предохранительный клапан; 5 – соединительная трубка;
 6 – ниппель; 7-8 – расходные шайбы

Таблица 4.8. Характеристика ротаметров поплавкового типа серии РС (ГОСТ 13045-81)

Марка	Материал поплавка	Предел измерения л/мин
РС-3А	Коррозионно-стойкая сталь	0,3–4,0
РС-3	Эбонит	0,65...6
РС-3	Дюралюминий	1,65...10,5
РС-3	Коррозионно-стойкая сталь	2,20
РС-5	Эбонит	10,66
РС-5	Дюралюминий	16,105
РС-5	Коррозионно-стойкая сталь	24,170

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Бурмистров, Е. Г. Основы сварки и газотермических процессов в судостроении и судоремонте: учебник / Е. Г. Бурмистров. – 3-е изд., стер. – Санкт-Петербург: Лань, 2020. – 552 с.

2. Оборудование и основы технологии сварки металлов плавлением и давлением: учебное пособие / под ред. Г. Г. Чернышова и Д. М. Шашина. – СПб.: Лань, 2013. – 464 с.: ил. – (Учебники для вузов. Специальная литература).

3. Литвинова, В. С. Оборудование для сварки металлов: учебное пособие / В. С. Литвинова, А. В. Романов. – Рязань: РГРТУ, 2013. – 56 с.

4. Гуляев, В. В. Основы сварочного производства: учебное пособие / В. В. Гуляев – Коломна: Группа компаний АСКОН, 2009. – 94 с.

5. Николаев, Г. А. Сварка в машиностроении: справочник в 4 томах – М.: Машиностроение, 1978. – Т. 1 / под ред. Н. А. Ольшанского. – 1978. – 504 с.

6. Гитлевич, А. Д. Механизация и автоматизация сварочного производства: учебное пособие / А. Д. Гитлевич, Л. А. Этингоф. – Москва: Машиностроение, 1972. – 280 с.

7. Андрюшкин, А. Ю. Производство сварных конструкций в ракетно-космической технике: учебное пособие / А. Ю. Андрюшкин, О. О. Галинская, А. Б. Сигаев. – Санкт-Петербург: БГТУ «Военмех» им. Д.Ф. Устинова, 2015. – 104 с.

8. Сварочные работы: учебник для нач. проф. образования / В. И. Маслов. – 9-е изд., перераб. и доп. – М.: Издательский центр «Академия», 2012. – 288 с.

9. Козловский, С. Н. Введение в сварочные технологии: учебное пособие / С. Н. Козловский. – Санкт-Петербург: Лань, 2011. – 416 с.

10. Томас, К. И. Технология сварочного производства: учебное пособие / К. И. Томас, Д. П. Ильяшенко; Юргинский технологический институт. – Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2011. – 247 с.

Интернет-ресурсы

11. <https://srbu.ru/instrumenty-i-oborudovanie/1700-gorelka-dlya-poluavtomata-rejting.html> Обновлено: 07 августа 2022.

12. <https://extxe.com/29815/svarochnyj-poluavtomat-vidy-ustrojstvo-svarochnyh-poluavtomatov/>

ПРИЛОЖЕНИЕ А

Технические характеристики электрододержателей различных типов

Марка	I _{св} , А	d _{эл} , мм	Сечение сварочно-го кабеля, мм ²	Масса, кг
<i>Пассатижный тип</i>				
ЭП-2	250	до 5	50	0,43
ЭП-3	500	6–8	70	0,8
ЭД-1201	125	1,6–3	25	0,32
ЭД-3102	315	2–6	50	0,48
ЭД-5001	500	4–16	70	0,62
<i>Рычажный и зажимный типы</i>				
ЭР-1	300	до 6	50	0,52
ЭР-2	500	6–8	70	0,72
ЭДС-1201	125	до 4	25	0,22
ЭДС3101	315	3–6	50	0,34
ЭУ-3001	315	3–6	50	0,40
ЭУ-5001	500	5–8	70	0,42
<i>Винтовой тип</i>				
ЭВ-2	125	до 4	35	0,24
ЭВ-3	315	4–6	50	0,37
ЭВ-4	500	6–8	70	0,50

ПРИЛОЖЕНИЕ Б

Источники питания сварочной дуги при ручной дуговой сварке

Технические характеристики трансформаторов						
Параметры	ТД-102	ТДЭ-251	ТД-306	ТД-300	ТД-401	ТД-500
Первичное напряжение	220/380					
Номинальный сварочный ток, А	160	250	250	315	400	500
Номинальное рабочее напряжение, В	26,4	30	30	32,6	36	40
Минимальное рабочее напряжение, В	22,4	23	24,0	22,4	23,2	24
Максимальный сварочный ток, А, не менее	175	260	300	360	460	560
Максимальное рабочее напряжение, В	27	30	32	34,4	38,4	42,4
Номинальный режим работы, ПН, %	20			60		
Напряжение холостого хода, В, не более	80					
Основные технические данные выпрямителей с падающими (числитель) и жесткими (знаменатель) характеристиками						
Параметры	ВС-201	ВС-301	ВС-302	ВС-306	ВС-502	ВС-601
Номинальный сварочный ток, А	200/300	200/300	315/315	315/315	500/630	500/630
Номинальное рабочее напряжение, В	28/30	28/30	32,6/40	32,6/40	40/66	40/66
Пределы регулирования сварочного тока, А	30–200	50–320	50–315	45–315	50–500	100–700
Пределы регулирования сварочного напряжения, В	14–29	14–29	16–40	16–40	18–66	18–66

ПРИЛОЖЕНИЕ В

Технические характеристики сварочных полуавтоматов

Марка	I _{св} , А	d _{эл} , мм	Скорость подачи электрода, мм	Источник питания
ПШ-125	125	0,8–1,2	90–350	ВЖ-2П
ПДГ-165-1	160	0,8–1,2	120–570	ВЖ-2П
А 1234	200	0,8–1,2	90–350	ВЖ-2П
А547УМ	315	0,8–1,4	160–650	ВС-300
А 825	315	0,8–1,2	120–620	ВСЖ-303
А 929 (ПШ-118)	315	1,2–2,0	120–620	ПСГ-500
А 1230М	315	0,8–1,2	140–670	ВДГ-302
ПДГ-301-1	315	0,8–1,2	160–960	ВДГ-301
ПДГ-303	315	0,8–1,4	120–1200	ВДГ-302
ПДИ-303	315	1,2...2,0	72...720	ВДГИ-301
ПДГ-304-1	315	0,8–2,0	100–960	ВДГ-301
ПДГ-305	315	1,0...1,4	120...1200	ВДГ-302
ПДГ-307	315	0,8–1,4	160–960	ВДГ-302
ПДГ-308	315	1,2–1,6	120–960	ВДГ-302
ПДГ-312	315	1,0–1,4	120–960	ВДГ-303
ПДГИ-303	315	1,2–2,0	72–960	ВДГИ-301
ПШ-109	315	1,2–2,0	120–720	ГИ-ИДС-1
А 1114 М	350	1,6–2,0	114–128	ПСГ-500
А 1660	400	1,2–2,0	100–1000	АСУМ-400
ПДГ-4010	400	0,6–1,6	120–1200	АСУМ-400
ПДГ-4011	400	0,6–1,6	72–960	АСУМ-400
А 537Р, А 537У	500	1,6–2,0	80–590	ПСГ-500-1
ПДГ-502	500	1,2...2,0	120...1200	ВДУ-504
ПДГ-598	500	1,2...2,0	108...932	ВДУ-504
ПДГ-515	500	1,2...2,0	120...960	ВДУ-506
ПДГ-516	500	1,2...2,0	120...960	ВДУ-505
ПДГ-603	630	1,2...2,0	120...960	ВД Г-601

ПРИЛОЖЕНИЕ Г

Технические характеристики горелок для дуговой полуавтоматической сварки плавящимся электродом в среде защитных газов

Модель	Максимальный сварочный ток, А	Диаметр проволоки, мм	Длина провода, м
ГДПГ-1301	130	0,8...1,0	2,5
ГДПГ-1602 Е	160	0,8...1,0	3
ГДПГ-101-8	160	0,8–1,2	2
ГДПГ-101-9	160	0,8–1,2	1
ГДПГ-101-10	160	0,8–1,2	2
ГДПГ-102УЗ	160	1,2–1,6	1
ЦПГ-101-8УЗ	160	0,8–1,2	2
ГДПГ-2000 Е	200	0,8...1,0	3
ГДПГ-2001	250	0,8...1,0	2,5
ГДПГ-2501	250	0,8...1,0	3
ГДПГ-301-6	315	1,2–1,4	3
ГДПГ-301-7У4	315	0,8–1,4	1
ГДПГ-3С1-8У4	315	1,2–1,4	3
ГДПГ-7	315	0,8–1,4	1
ГДПГ-8	315	1,2–1,4	3
ГДПГ-302	315	1,6–2,0	2
ГД П Г-3101	315	1,0...1,4	3
ГС-400	400	0,8...1,6	2,5
RF-13	150	0,6...1,0	3
RF-26	315	0,6...1,4	3
RF-45	450	0,8...2,0	3
А-547	250	0,8–1,2	2,5
А-1231-4	400	1,6–2,0	3
А-1231-5	500	1,6–2,0	3
И ГД- 401	400	1,2–1,6	3
И ГД- 501	500	1,4–2,0	3
ГДПГ-501-4	500	1,4–2,1	3
ГДОГ-603	603	1,6–2,5	3

ПРИЛОЖЕНИЕ Д

Технические характеристики горелок для автоматической сварки

Марка	Исв.ном,А	дэл, мм	Вид охлаждения
Технические характеристики горелок для автоматической дуговой сварки неплавящимся электродом в среде защитных газов			
1ГНА-040	40	0,8...2,0	Воздушное
1ГНА-160-100	160	1,5...4,0	Воздушное
1ГНА-160-180	160	1,5...4,0	Воздушное
1ГНА-315-140	315	2,0...6,0	Водяное
1ГНА-315-220	315	2,0...6,0	Водяное
2ГНА-315-140	315	2,0...6,0	Водяное
2ГНА-315-180	315	2,0...6,0	Водяное
1ГНА-630-1	630	4,0...10,0	Корпуса – водяное, сопла – воздушное
1ГНА-630-П	630	4,0...10,0	Водяное
1ГНА-1000-220	1000	6,0...12,0	Водяное
1ГНА-1000-280	1000	6,0...12,0	Водяное
Технические характеристики горелок для автоматической дуговой сварки плавящимся электродом в защитных газах			
ГПА160-100	160	0,6–1,6	Воздушное
ГПА160-140	160	0,6–1,6	Воздушное
А-1589М	250	0,6–1,6	Водяное
ГПА315	315	0,6–1,6	Водяное
ГПА315	315	0,6–1,6	Водяное
ГПА315	315	0,6–1,6	Водяное

ПРИЛОЖЕНИЕ Е

Технические характеристики самоходных автоматов подвесного типа

Марка автомата	Номинальный сварочный ток, А	дэл, мм	Скорость сварки, м/ч	Скорость подачи проволоки, м/ч	Масса, кг	Среда
А-1406	1000	2–3	12–120	13–133	213	под флюсом и в среде углекислого газа
А-1410	2000	2–3	24–240	33–332	323	под флюсом
А-1411П	1000	2–1	12–120	33–330	350	в углекислом и инертном газах
А-1416	1000	2–3	12–120	17–338	363	под флюсом
А-1417	1000	2–3	12–120	33–332	240	углекислый газ
А-1431	750	1,4–4	12–120	80–800	240	в инертном газе
АД-П1	315	1,4	10–70	–	80	в аргоно-кислородной смеси
ГДФ-1001	100	3–5	–	55–338	298	под флюсом
АД-143	1200	3–4	3–30	60–600	297	в аргоне

Примечания:

1. Автоматы А-1410, А-1416 и ГДФ-1001 применяют для сварки под флюсом; автомат А-1406 – под флюсом и в среде углекислого газа; автомат А-1417 – в среде углекислого газа; автомат А-1411П – в среде углекислого и инертного (аргон) газов; автоматы А-1431 и АД-143 – в среде аргона; автомат АД-П1 – в среде аргоно-кислородной смеси.

2. Для автоматов АД-П1 режим работы ПВ = 60%, для остальных автоматов ПВ = 100%.

3. Для автомата АД-143 диаметр неплавящегося электрода 8–12 мм, скорость его перемещения 14–21 м/ч.

ПРИЛОЖЕНИЕ Ж

Технические характеристики подающих механизмов
для механизированных процессов сварки MIG/MAG

Тип механизма	Источник питания	Диаметр сварочной проволоки, мм	Размер/вместимость Катушки мм/кг	Скорость подачи проволоки, м/час
А-547УМ	ВС-300	0,8–1,4	200/5	110–960
ПДГ-322М	Любой	0,8–1,4	200/5	70–940
ПШ-107	Любой	1,8–3,0	300/15	80–320
ПДГ-312-5	Любой	0,8–1,6	200/5	70–930
БП-315	Любой	0,8–1,4	300/15	80–820
ПДГ-421	Любой	0,8–1,6	200/5	60–960
ПДГ-508	КИУ-501	1,2–2,0	300/15	120–1280
ПДГ-516	КИУ-501	1,2–2,0	300/15	120–1280
КП-004	КИУ-401,601	1,2–2,0	300/15	80–800
КП-006	КИУ-301,501	0,8–1,6	300/15	80–800
КП-009	КИУ-301	0,8–1,6	300/15	120–1200
КП-016	КИУ-301,501	0,8–1,4	200/5	124–1240
КП-010	КИУ-301,501	0,8–1,6	300/15	120–1200
ПДГО-510	Любой	1,2–2,0	300/15	120–1100
ПДФ-502	КИУ-301,501	1,6–2,5	300/15	80–800

Учебное издание

Вашуков Юрий Александрович

ОБОРУДОВАНИЕ ДЛЯ ДУГОВОЙ СВАРКИ

Учебное пособие

Редакционно-издательская обработка
издательства Самарского университета

Подписано в печать 18.11.2025. Формат 60x84 1/16.

Бумага офсетная. Печ. л. 5,0.

Тираж 27 экз. Заказ . Арт. – 19(Р2УП)/2025.

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«САМАРСКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ АКАДЕМИКА С.П. КОРОЛЕВА»
(САМАРСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ)
443086, САМАРА, МОСКОВСКОЕ ШОССЕ, 34.

Издательство Самарского университета.
443086, Самара, Московское шоссе, 34.