

Сущность и разновидности сварки металлов

За счет простоты выполнения и надежности наибольшее распространение сварка плавлением получила в строительстве для монтажа металлоконструкций. В промышленности этим способом соединяют детали производимой продукции — от бытовых приборов до космической техники. В домашних условиях сварку используют для ремонта и сборки несложных металлических конструкций.

Сущность процесса сварки плавлением

Сварка плавлением — это способ соединения заготовок методом расплавления соприкасающихся поверхностей без сжатия. Источник энергии должен обеспечивать мощность, достаточную для плавления кромок деталей и присадочного материала. Для образования сварочной ванны, которая представляет собой смесь жидких металлов, пламя концентрируют на небольшом участке стыка. При перемещении места приложения тепловой энергии вдоль линии соединения после остывания создается сварочный шов по всей длине.

Вместе с металлом плавятся загрязнения, поэтому на поверхности ванны образуется шлак. Верхние слои нагреваются выше температуры плавления, что приводит к изменению структуры и механических характеристик шва после остывания. К достоинствам сварки плавлением относят универсальность и возможность соединения разнородных металлов.

В зависимости от источника тепла к основным видам сварки плавлением относят электрическую и газовую. По способу выполнения электрический вид подразделяется на несколько разновидностей.

Газовая

Газовая сварка (рис.1) плавлением за счет плавного нагрева позволяет соединять заготовки из чугуна, цветных металлов, высокоуглеродистой стали. Зазор между деталями заполняют присадочной проволокой, которая плавится вместе с основным металлом. Стык нагревают пламенем горелки, которое образуется при сгорании смеси кислорода с горючим газом:

- ацетиленом;
- бутаном;
- пропаном;
- водородом;
- парами керосина или бензина.

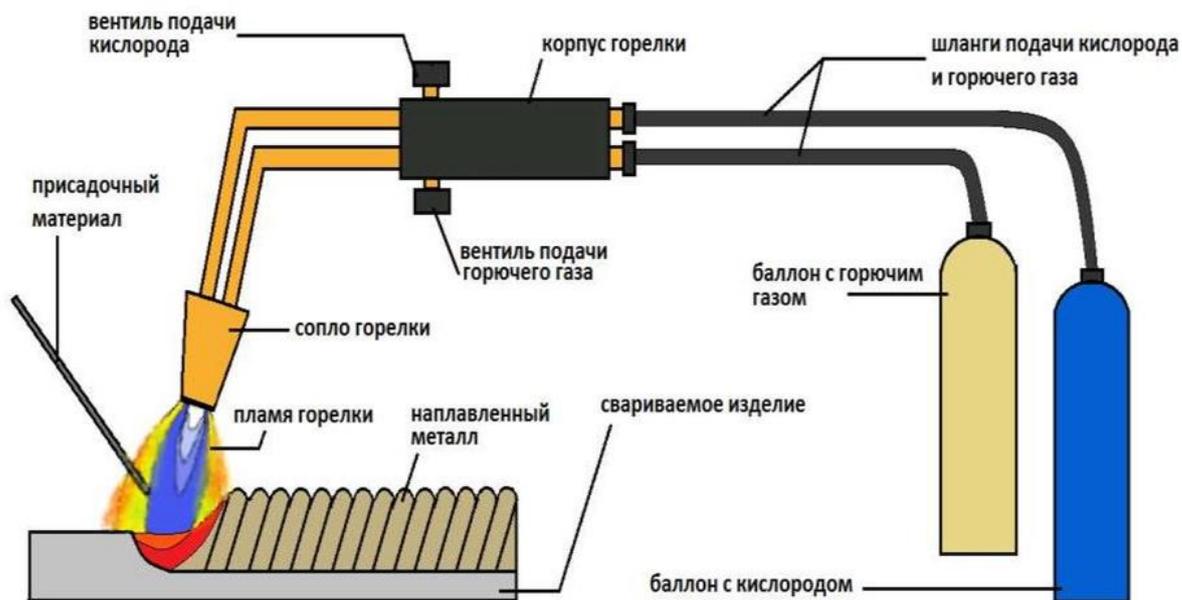


Рис.1 Газовая сварка

Для газовой сварки не требуется электроэнергия, поэтому ремонтные работы можно проводить даже в чистом поле. Недостатком считают невозможность работы с заготовками толщиной больше 5 мм.

Электродуговая

Электродуговая сварка (рис.2) выполняется за счет тепла дуги, которая возникает при прохождении тока через электрод и заготовки. Из расплавленного металла деталей и электрода или присадочной проволоки образуется сварочная ванна. После остывания формируется шов. Разновидности классифицируют по следующим признакам:

- виду тока — переменный или постоянный; когда на электроде минус, полярность прямая, если плюс — обратная;
- типу электрода — плавящийся, неплавящийся;
- уровню механизации — ручная, полу и полностью автоматическая;
- виду дуги — прямого действия (между металлом и электродом), косвенного (между двумя электродами);
- способу защиты места сварки — инертный газ, флюс, покрытие электрода.

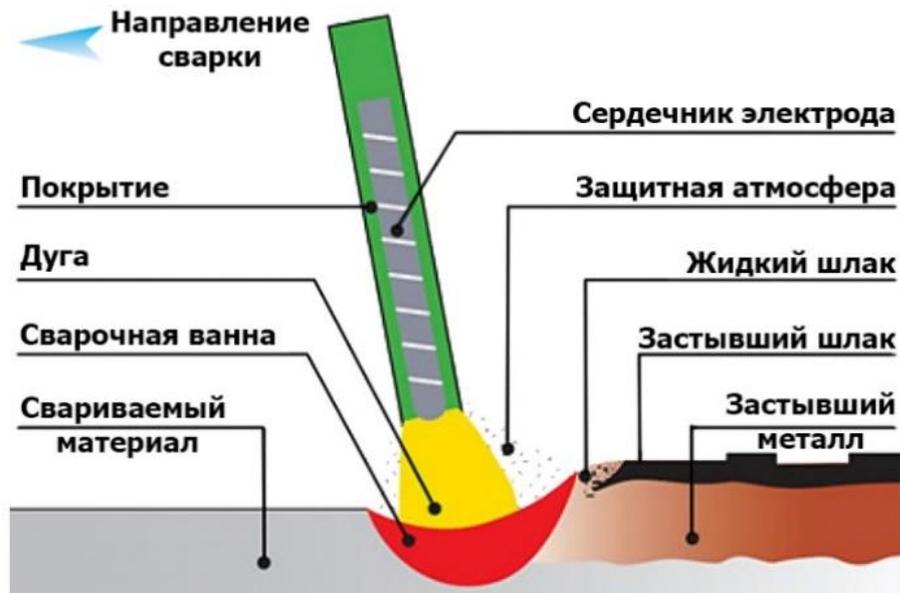


Рис.2 Электродуговая сварка

Плазменная

Нагревание осуществляется за счет энергии дугового разряда внутри плазмотрона (рис.3). Поток газа (аргон, азот, воздух) проходит через канал с горячей дугой, ионизируется, выводится через сопло наружу в виде потока плазмы с температурой больше 5500°C . Для защиты от перегрева сопло охлаждают проточной водой. Газ нагревается дугой косвенного действия между встроенными электродами.

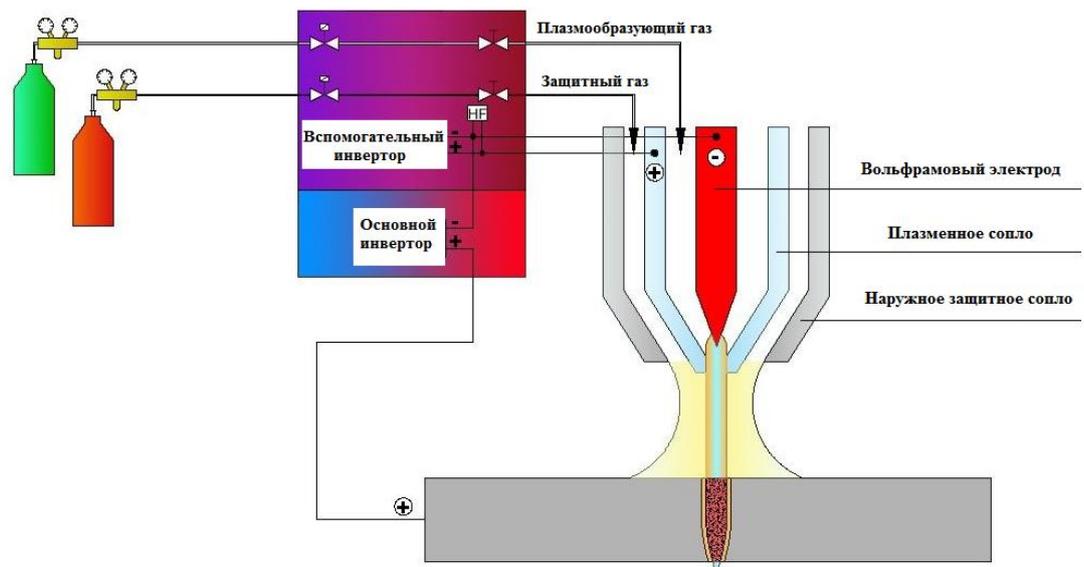


Рис.3 Плазменная сварка

Плазменная сварка применяется в авиа и приборостроительной отрасли для работы с молибденом, вольфрамом, нержавеющей сталью, никелевыми сплавами. За счет большой глубины плавления можно соединять листы металла толщиной до 9 мм. Качественная сварка алюминиевых сплавов проводится в среде защитного газа.

Лазерная

Кромки нагреваются лучом лазера (рис.4). Среди способов сварки плавлением, этот самый точный для соединения элементов сложной конфигурации. Для снижения себестоимости процесса при массовом производстве световой поток линзами разделяют на несколько лучей, которыми одновременно нагревают несколько стыков. Для домашних работ производители выпускают компактные модели небольшой мощности. Лазером можно формировать непрерывные и точечные швы со сквозным или поверхностным плавлением.

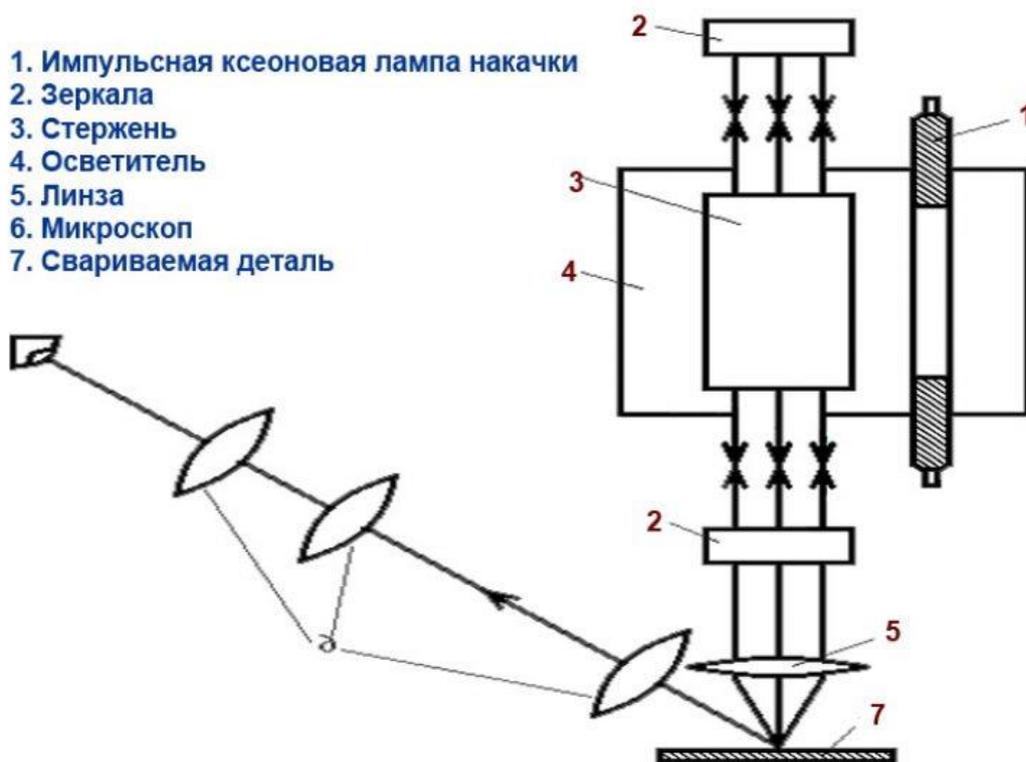


Рис.4 Лазерная сварка

Лазерная сварка применяется для работы с титаном, нержавеющей сталью, цветными и драгметаллами, пластиком, стеклом. Этим методом сваривают тонкостенные листы и заготовки с большой толщиной. Лазер широко используется в оборонной, космической и атомной отрасли, радиоэлектронике, автомобилестроении.

Достоинства:

- не нагреваются участки возле шва, что снижает риск деформирования;

- с гибкими световодами можно работать на труднодоступных участках;
- переход на резку без модификации аппарата;
- не нужны расходные материалы;
- из-за малой площади нагрева и быстрого перемещения луча расплавленный металл не успевает окислиться, поэтому работать можно без флюса и защитного газа.

К недостаткам относят высокую цену оборудования и низкий КПД.

Электрошлаковая

Этот метод (рис 5) основан на тепловой энергии, которая выделяется при прохождении тока от электрода к деталям через слой электропроводного расплавленного шлака (флюса).

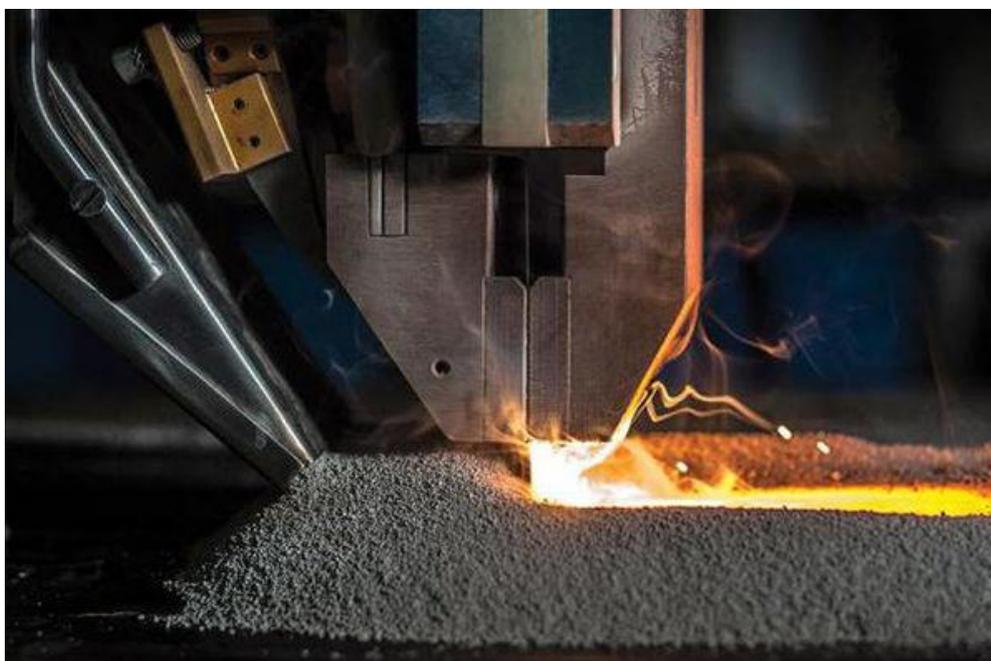


Рис.5 Электрошлаковая сварка

Сущность процесса электрошлаковой сварки (ЭШС) состоит в том, что в зазор между торцами соединяемых деталей помещают шлаковую массу, которую расплавляют путем включения электрической дуги между электродом и самой деталью.

В расплавленную массу шлака подается присадочный металл, который, в свою очередь, начинает плавиться вместе с металлом по краям соединяемых деталей.

Жидкий металл тяжелее жидкого шлака, поэтому он опускается вниз, вытесняя шлаковую массу. В нижней части зазора он застывает, а

расплавленная масса поднимается вверх — так заваривается вертикальный шов.

В отличие от более традиционных видов электросварки здесь первоначальному нагреву и расплавлению электрической дугой подвергается именно шлак, а не присадочный и основной металл. Температура плавления шлака должна быть существенно выше температуры плавления металла.

После того, как шлак расплавляется, он шунтирует (гасит) электрическую дугу, но подача тока не прекращается. Прохождение тока через шлаковую массу с оптимально подобранными параметрами тепло- и электропроводности вызывает стабильный и равномерный прогрев ее до высоких температур.

Отличить шлак от металла очень легко по его цвету и консистенции. В конце процесса сварки он легко отделяется от монолитного соединения.

Во избежание вытекания расплава на зазоры ставят защитное ограждение — ползуны (рис.6), постоянно охлаждаемые водой. Во время электрошлакового сварочного процесса они медленно поднимаются вверх.

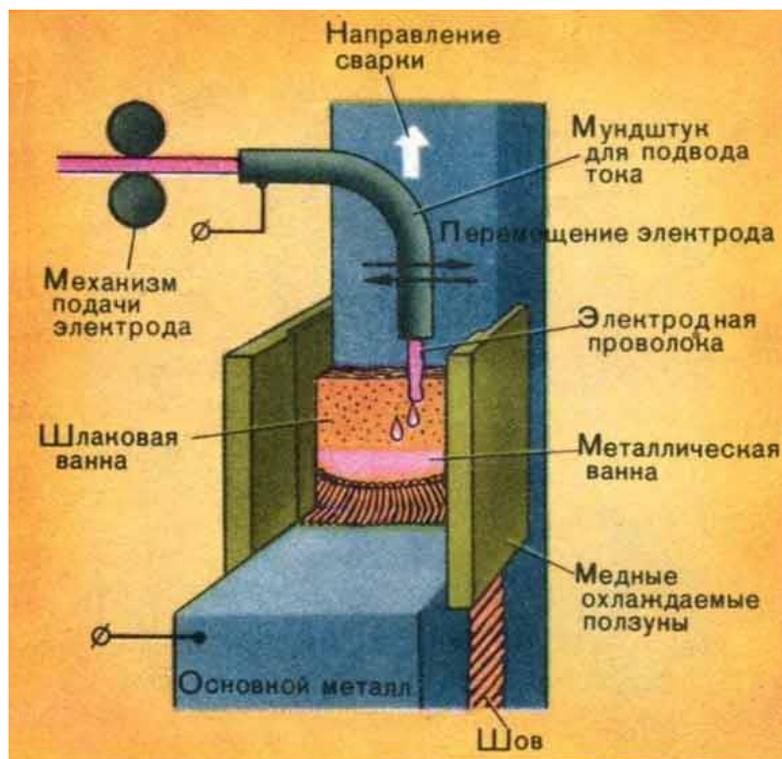


Рис.6 Схема электрошлаковой сварки

Примененный принцип «косвенного расплава» определяет уникальные свойства процесса. Особенности, являющиеся преимуществами, состоят в следующем:

- защита шва от атмосферного воздуха жидким шлаком, заключенная в самом принципе электрошлаковой технологии;
- изменение плотности тока при сварке этим способом меньше влияет на качество шва, чем при сварке дугой;

- не критичность кратковременного прерывания подачи тока в процессе;
- возможность варить швы любой толщины за один проход;
- возможность подвергать сварке необработанные края деталей;
- малый расход электроэнергии;
- небольшая стоимость расходников — шлаков;
- высокий КПД.

Кроме того, стоит отметить, что электрошлаковая сварка производится на переменном, а не постоянном токе.

Но у ЭШС есть и недостатки:

- Этим способом варят только вертикальные швы, либо швы под острым углом к вертикали (основная причина малой распространенности электрошлакового метода).
- Начатый процесс нельзя прекращать на середине, иначе возникают дефекты, которые могут быть устранены только разрывом шва и проведением работ заново.
- Металл шва имеет крупнозернистую структуру, поэтому детали с таким соединением не предназначены для использования при отрицательных температурах — они становятся ломкими.
- Сварочный электрошлаковый процесс требует большого количества оборудования, начиная от медных ползунов, которые должны максимально плотно прижиматься к шву (их отхода допускать нельзя) до иных вспомогательных деталей стартового кармана. Минимальная толщина стыков составляет 20 мм.

Одним из широко распространенных методов соединения металлических поверхностей является дуговая сварка. Суть данной технологии заключается в том, что тепловая энергия, необходимая для плавки соединяемых кромок металлических поверхностей с помощью электрода, получается посредством воздействия постоянного или высокочастотного тока. Остановимся более подробно на том, какие есть преимущества дуговой сварки:

- не требует сложного обучения;
- высокая производительность процесса;
- невысокая стоимость расходных материалов (электродов для сварки);
- простота процесса легко позволяет произвести его автоматизацию и механизацию;
- маленькая область нагрева поверхности.

Сущность сварки покрытым электродом

Ручную дуговую сварку выполняют сварочными электродами, которые подают вручную в осевом направлении в сварочную дугу и перемещают вдоль свариваемых заготовок. В процессе сварки металлическим покрытым электродом (рис. 7) дуга 8 горит между стержнем 7 электрода и основным металлом 1.

Стержень электрода плавится, и расплавленный металл каплями 5 стекает в сварочную ванну 9. Вместе со стержнем плавится покрытие электрода 6, образуя защитную газовую атмосферу 8 вокруг дуги и жидкую шлаковую ванну 4 на поверхности расплавленного металла. По мере движения дуги сварочная ванна затвердевает и формируется сварной шов 3. Жидкий шлак образует твердую шлаковую корку 2.

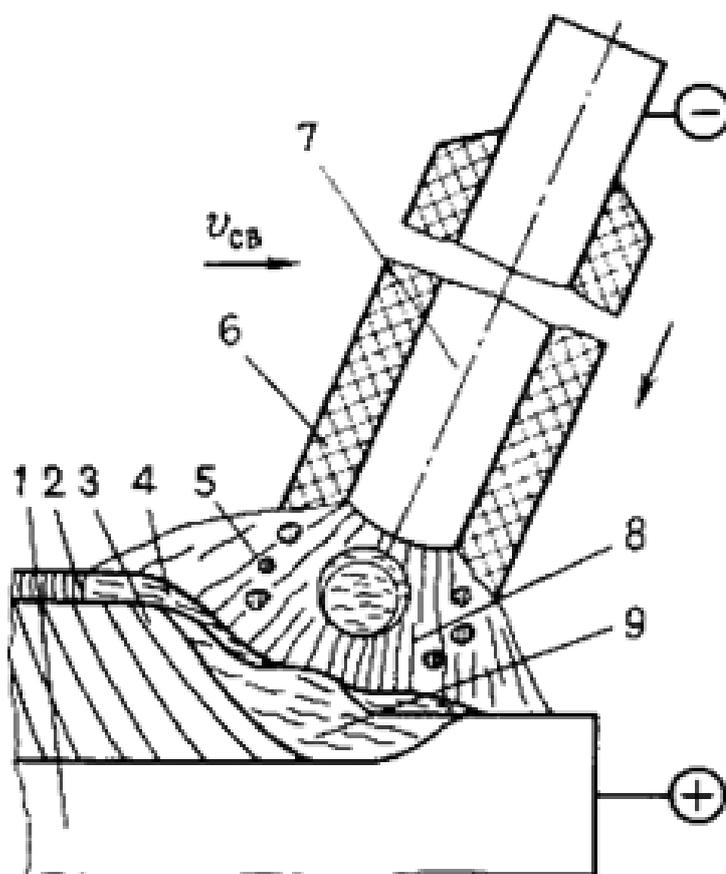


Рис. 7 Схема процесса сварки металлическим покрытым электродом

Электродом для дуговой сварки называют стержень, предназначенный для подвода тока к сварочной дуге. Для ручной дуговой сварки применяют электроды (рис. 8), состоящие из металлического стержня и нанесенного на него специального покрытия.

Стержни сварочных электродов изготавливаются из стали, алюминиевых сплавов, меди и сплавов на основе меди, чугуна и используются

Во второй области II характеристики увеличения тока сварки не вызывают изменения напряжения дуги. Характеристика дуги на этом участке называется жесткой. Такое положение характеристики на этом участке происходит за счет увеличения сечения столба дуги, анодного и катодного пятен пропорционально величине сварочного тока. При этом плотность тока и падение напряжения на протяжении всего участка не зависят от изменения тока и остаются почти постоянными.

В третьей области III с увеличением сварочного тока возрастает напряжение на дуге U_d . Такая характеристика называется возрастающей. При работе на этой характеристике плотность тока на электроде увеличивается без увеличения катодного пятна, при этом возрастает сопротивление столба дуги и напряжение на дуге увеличивается.

Источники питания сварочной дуги имеют также свои вольт-амперные характеристики, которые могут быть падающими, жесткими и возрастающими (рис. 10).



Рисунок 10 Виды вольт-амперных характеристик

Для стабильного горения дуги необходимо, чтобы было равенство между напряжениями и токами дуги (U_d , I_d) и источника питания (U_p , I_p).

Источники питания с падающей и жесткой характеристиками применяют при ручной дуговой сварке, с возрастающей характеристикой - при полуавтоматической сварке, с жесткой и возрастающей - при автоматической сварке под флюсом и для наплавки.

Устойчивое горение сварочной дуги возможно только в том случае, когда источник питания сварочной дуги поддерживает постоянным необходимое напряжение при протекании тока по сварочной цепи.

Работу сварочной цепи и дуги нужно рассматривать при наложении статической вольт-амперной характеристики (ВАХ) сварочной дуги на статическую вольт-амперную характеристику источника питания (называемую также внешней характеристикой источника питания).

Ручная электросварка обычно сопровождается значительными колебаниями длины дуги. При этом дуга должна гореть устойчиво, а ток дуги не должен сильно изменяться. Также часто требуется увеличить длину дуги,

поэтому дуга должна иметь достаточный запас эластичности при удлинении, т. е. не обрываться.

Статическая характеристика сварочной дуги при ручной сварке обычно является жесткой, и отклонение тока при изменении длины дуги зависит только от типа внешней характеристики источника питания. При прочих равных условиях эластичность дуги тем выше, а отклонение тока дуги тем меньше, чем больше наклон внешней характеристики источника питания. Поэтому для ручной электросварки 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. Также обеспечиваются высокая устойчивость горения дуги и ее эластичность, стабильный режим сварки, надежное первоначальное и повторное зажигание дуги благодаря повышенному напряжению холостого хода, ограниченный ток короткого замыкания.

Ограничение этого тока имеет большое значение, так как при ручной дуговой сварке происходит переход капли расплавленного металла электрода на изделие, и при этом возможно короткое замыкание.

При больших значениях тока короткого замыкания происходят прожоги металла, прилипание электрода, осыпание покрытия электрода и разбрызгивание расплавленного металла. Обычно значение тока короткого замыкания больше тока дуги в 1,2-1,5 раз.

Основными данными технических характеристик источников питания сварочной дуги являются напряжение холостого хода, номинальный сварочный ток, пределы регулирования сварочного тока.

Напряжение холостого хода источника сварочного тока - напряжение на его зажимах при отсутствии дуги, номинальный сварочный ток - допустимый по условиям нагрева источника питания ток при номинальном напряжении на дуге.

В процессе сварки непрерывно меняются значения тока и напряжения на дуге в зависимости от способа первоначального возбуждения дуги и при горении дуги - характера переноса электродного металла в сварочную ванну.

При сварке капли расплавленного металла замыкают дуговой промежуток, периодически изменяя силу тока и длину дуги, происходит переход от холостого хода к короткому замыканию, затем к горению дуги с образованием капли расплавленного металла, которая вновь замыкает дуговой промежуток. При этом ток возрастает до величины тока короткого замыкания, что приводит к сжатию и перегоранию мостика между каплей и электродом. Напряжение возрастает, дуга вновь возбуждается, и процесс периодически повторяется.

Сварочные трансформаторы

Классический источник тока для генерации электрической дуги – трансформатор (рис.11). Сварочник понижает сетевое напряжение, сила тока,

соответственно, возрастает. Подобное оборудование применялось для ручной сварки повсеместно до начала 21 века.

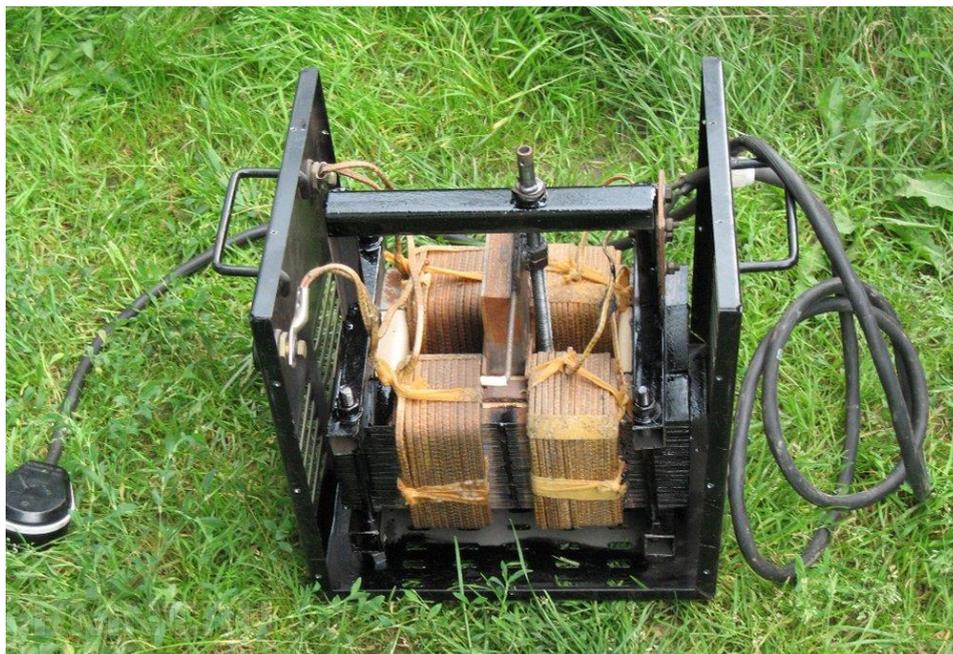


Рис.11 Сварочный трансформатор

Сварочные трансформаторы представляют собой оборудование для преобразования переменного тока для оптимального уровня сварки. Для обеспечения равномерной работы аппарат снижает входное напряжение до 60-75 Вольт.

Оборудование применяется в быту и промышленности, способно работать в тяжелых условиях.

Сначала о достоинствах трансформаторных устройств:

- простота устройства, схема работы понятна школьнику;
- ремонтпригодность, в случае поломки трансформатор можно починить самостоятельно;
- способность длительно работать обеспечена слабой чувствительностью к перегреву во время эксплуатации;
- ударопрочность – риск механических повреждений при транспортировке минимальный;
- доступное сервисное обслуживание;
- небольшая цена;
- универсальность, аппарат применяется для сварки различных металлов;
- нет особых требований для хранения, трансформатор устойчив к повышенной влажности, запыленности.

Минусы традиционных сварочников очевидны:

- при проседании сети трансформатор отключается, для запитывания нужно стабильное напряжение;

- отсутствие точной регулировки токовых параметров, шаг настройки большой, сложно настроить оборудование для сварки тонкостенных заготовок;
- большой вес, самостоятельно передвигать оборудование сложно;
- значительные габариты;
- большая потребляемая мощность.

Стоит учесть, что большинство трансформаторов работают от трехфазной сети. У новичков, работающих с трансформатором, возникают проблемы с розжигом дуги, залипаниями электрода. Швы сложно формировать, не имея опыта.

Из чего состоит трансформатор для сварки и как он устроен? Однофазное устройство (рис.12) имеет простую структуру, состоящую из:

- магнитного провода;
- начальной и вторичной обмоток;
- металлического корпуса;
- рукоятки;
- системы охлаждения;
- зажима для проводов;
- крышки корпуса;
- ходовой гайки;
- вертикального винта с ленточной резьбой.



Рис.12 Устройство сварочного трансформатора

Коэффициент преобразования определяет количество витков в обмотках. Начальная обмотка соединена с центральной сетью, вторичная – с массой и держателем электродов, который и осуществляет сварку (рис.13).

Контур теряет сопротивление, а связь электромагнитов повышается. Баланс переменного тока осуществляется с помощью регулятора.

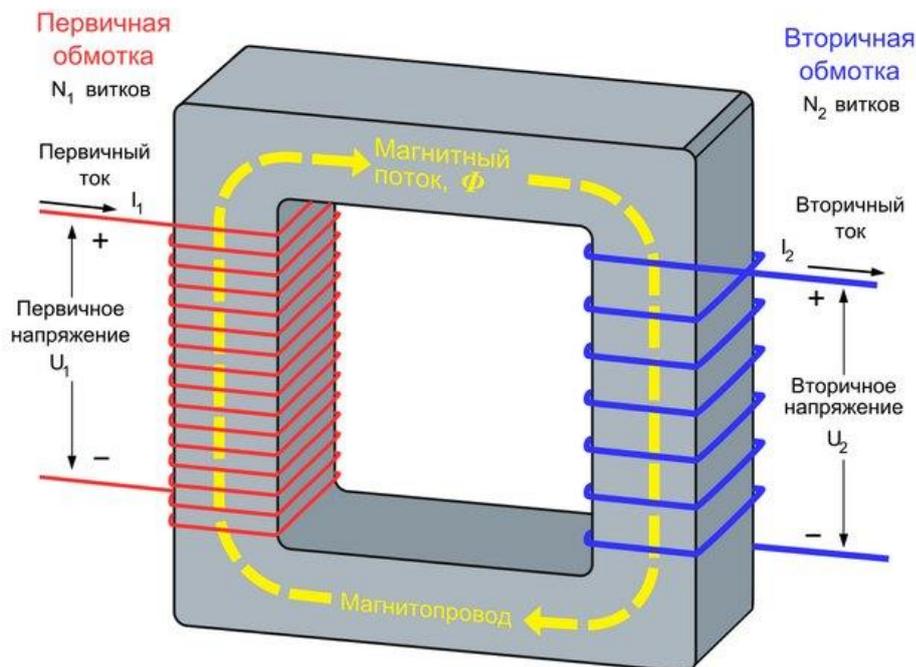


Рис.13 Принцип трансформации напряжения

Трансформаторная сварка производится поэтапно (рис.14):

- ток попадает на первичную обмотку высоковольтного напряжения, затем возникает магнитное поле переменного характера;
- магнитный поток попадает в сердечник, который передает его на вторую обмотку, минимизируя индукционные потери;
- магнитная индукция создает электродвижущую силу, вращая электроны металла, возникает постоянный электрический ток;
- из-за большего количества витков во вторичной намотке, напряжение падает, а сила тока повышается;
- во время замыкания металла с электродом создается равномерная электрическая дуга, которая переносит частички металла на свариваемые детали.

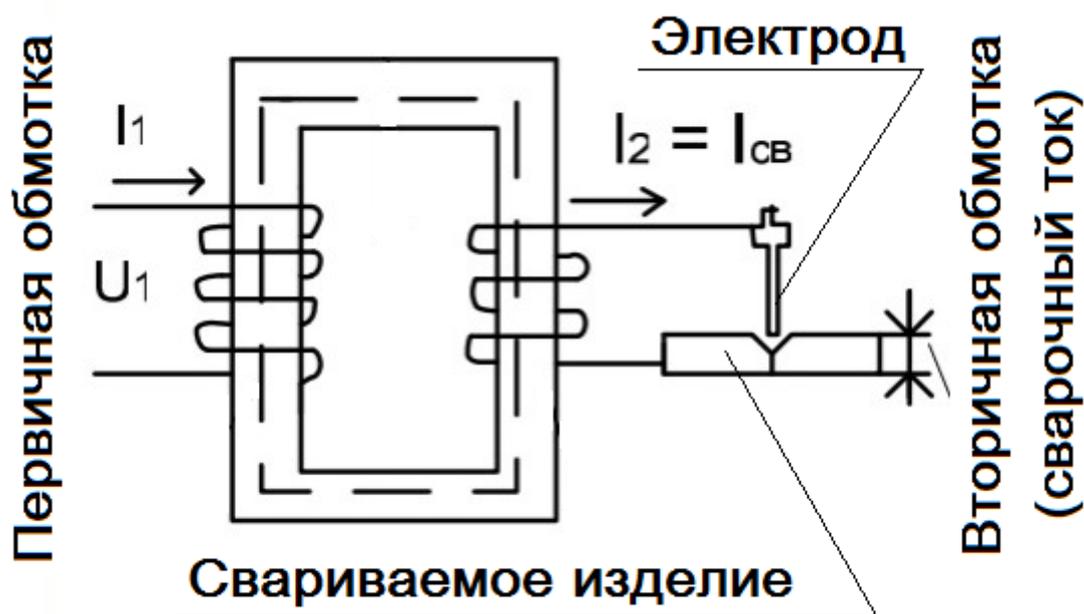


Рис.14 Работа трансформатора при нагрузке

Во время работы сварочный агрегат находится под постоянной нагрузкой. Но его преимущество заключается в возможности работы в режиме холостого хода.

В процессе сваривания деталей под напряжением происходит замыкание между заготовкой и электродом, образуется сварочный шов. Металлические изделия соединяются, благодаря электричеству.

После образования шва цепь размыкается (рис.15). Оборудование переходит в режим ожидания (холостой ход).

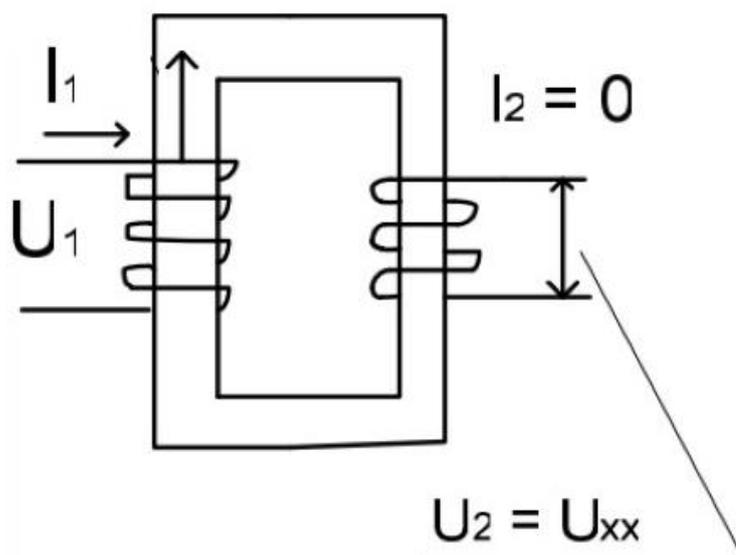


Рис.15 Работа трансформатора в режиме холостого хода

Электродвижущие силы замыкаются в воздушных зазорах между витками. Именно они создают напряжение холостого хода. Такая работа аппарата считается безопасной. Показатели холостого хода достигают 48-70 Вольт. Они не должны превышать допустимые нормы.

Сварочные аппараты бывают разной мощности. Их выбор будет зависеть от того, для какого вида сварки они используются. Основной расчет производится, исходя из количества витков в намотке и диапазона выдаваемого тока.

По назначению электроприборы делятся на:

- бытовые трансформаторы (рис.16) – для сварки металлических изделий, толщиной не более 6мм, применяются для бытовых нужд в доме, гараже;
- профессиональные аппараты (рис.17) – применяются в промышленных сферах, обеспечивая бесперебойную работу нескольких точек;
- полупрофессиональные приборы – сваривают изделия до 8 мм толщиной, используются как в быту, так и в промышленности.



Рис.16 Бытовой сварочный трансформатор «Antika 250»



Рис. 17 Промышленные сварочные трансформаторы

Сварочные трансформаторы выбирают в зависимости от назначения и места эксплуатации:

1. Напряжение сети. От требуемого напряжения зависит тип аппарата. Перед покупкой оборудования, нужно выяснить какое напряжение будет в месте работы 220 В или 380 В. Несоответствие этих параметров приведет к поломке техники.

2. Напряжение холостого хода. Появление сварной дуги зависит от напряжения холостого хода. Чем выше его показатель, тем легче создать стабильность горения дуги.

3. Количество рабочих мест. Если для работы потребуются несколько сварщиков, то бытовые модели для таких целей не подходят.

4. Мощность. При выборе оборудования обращают внимание на два показателя мощности – входную и выходную. Между этими показателями должен быть минимальный порог.

5. Продолжительность работы. От этого показателя зависит степень производительности аппарата. Чем выше показатель времени работы электрооборудования, тем выше производительность.

6. Размеры и масса, мобильность. Габариты сварочного оборудования влияют на показатель производительности. Оснащение аппарата колесами делает его удобным в эксплуатации. Можно выбрать компактный или, наоборот, громоздкий вариант техники. Это будет зависеть от его предназначения.

Принцип работы сварочных трансформаторов

Трансформатор состоит из двух обмоток – первичной и понижающей вторичной, намотанных на сердечник. Принцип работы сварочного трансформатора заключается в преобразовании входящего напряжения 220 или 380 Вольт в более низкое, порядка 30-60 Вольт. В тоже время сила тока может достигать 700 Ампер, что позволяет плавить и сваривать между собой

металлические изделия. По этому принципу работают все виды сварочных трансформаторов.

На рисунке 18 приведена схема сварочного трансформатора СТЭ, состоящего из двух отдельных частей: понижающего сварочного трансформатора (1) и дросселя (2). Первичная обмотка (7) трансформатора включается в сеть; один конец его вторичной обмотки (8) подключается к сварочному столу (6) или к свариваемой детали, второй конец к обмотке (9) дросселя (2), а она, в свою очередь, подключается к электрододержателю (4). Трансформатор (1) снижает напряжение сети до 60-70 В, а дроссель (2) служит для получения падающей характеристики и регулирования величины сварочного тока. При прохождении переменного тока через обмотку дросселя в ней возникает ЭДС самоиндукции, направленная противоположно основному напряжению. В результате падения напряжения на дросселе сварочный трансформатор получает падающую внешнюю характеристику. Сердечник дросселя имеет подвижную часть, которая при вращении рукоятки (3) перемещается, изменяя величину регулируемого воздушного зазора $\delta_{др}$. Увеличение зазора уменьшает индуктивное сопротивление дросселя, тем самым, увеличивая значение сварочного тока.

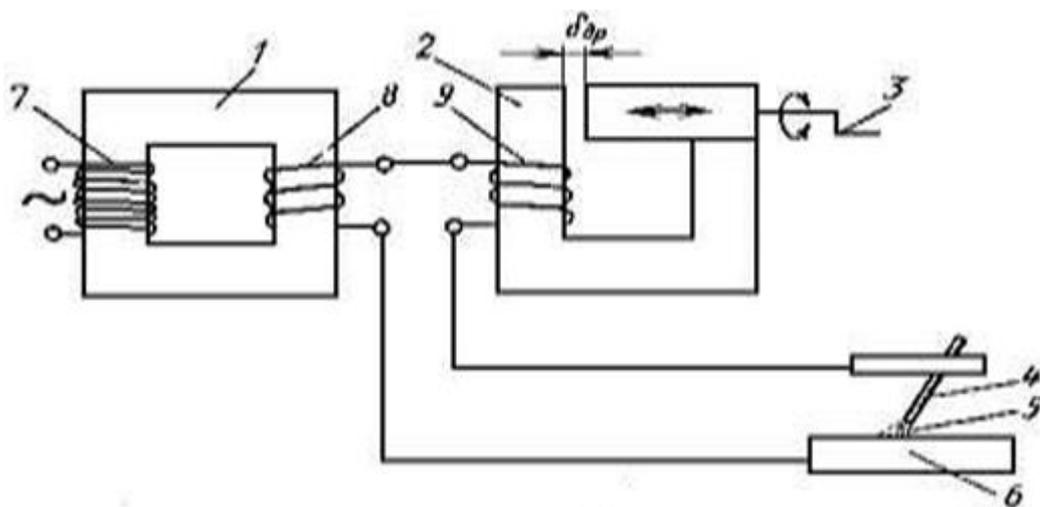


Рис. 18 Схема сварочного поста трансформатора СТЭ

Более совершенной является конструкция сварочного трансформатора с повышенным магнитным рассеянием (тип ТДМ) (рис. 19). В трансформаторах данного типа на стальном сердечнике 3 установлены две пары обмоток:

неподвижная первичная 1 и подвижная вторичная 2. Обе первичные обмотки, также как и вторичные электрически связаны между собой параллельно. Первичная обмотка подключается к сети с напряжением 220/380 В, а вторичная к электрододержателю 5 и сварочному столу 6. Вращением винта 4 вторичная обмотка может быть приближена к неподвижной первичной обмотке или удалена от нее.

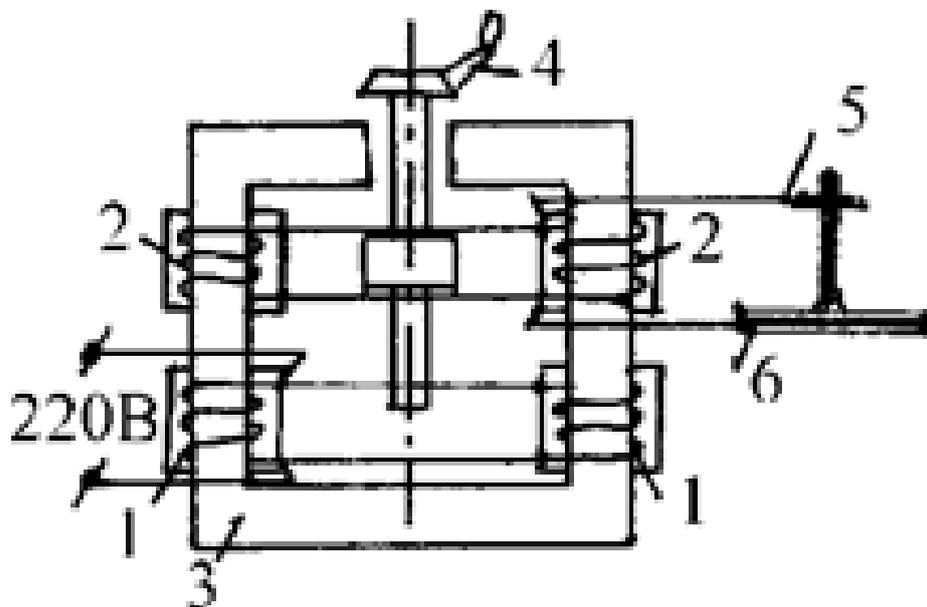


Рис. 19 Принцип работы сварочного трансформатора

Сварочный ток регулируется изменением расстояния между первичной и вторичной обмотками. При удалении вторичной обмотки от первичной (рис. 20,а) магнитный поток рассеяния растет (индуктивное сопротивление увеличивается) и сварочный ток уменьшается. Минимальный сварочный ток соответствует наибольшему расстоянию между обмотками. При сближении обмоток (рис. 20,б) магнитный поток рассеяния и индуктивное сопротивление уменьшаются, то есть происходит частичное взаимное уничтожение противоположно направленных потоков рассеяния $\Phi S1$ и $\Phi S2$, что приводит к уменьшению индуктивного сопротивления вторичной обмотки и увеличению сварочного тока. Для создания падающей внешней характеристики используют увеличенное магнитное рассеяние вокруг обмоток трансформатора. При работе трансформатора основной магнитный поток ΦO , создаваемый обмотками 1 и 2, замыкается через железный сердечник 3 (рис. 20).

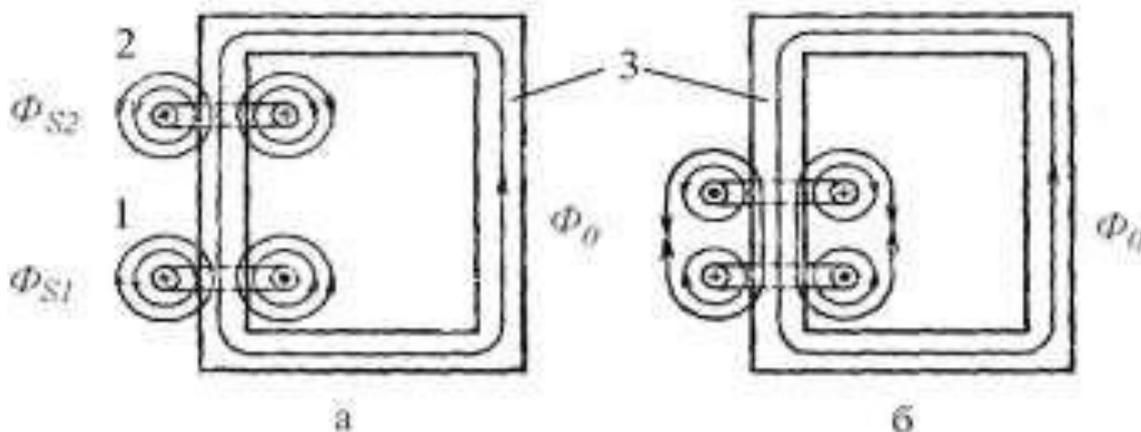


Рис. 20 Схема магнитных потоков Φ_{S1} и Φ_{S2} сварочного трансформатора ТДМ при удалении (а) и сближении (б) вторичной (2) и первичной (1) обмоток

На сегодняшний день выделяют три основных вида сварочных трансформаторов:

А) Трансформаторы с минимальным и нормальным магнитным рассеянием.

Регулировка силы тока производится винтовым механизмом дросселя, который вынесен отдельно. Такая схема сварочного трансформатора применяется в моделях СТЭ-85 и СТЭ-24У. Трансформаторы с нормальным магнитным рассеянием похожи по своей конструктивной схеме на трансформаторы типа СТЭ. Разница заключается в наличии дополнительной реактивной катушки, расположенной на основных стержнях магнитного сердечника первичной и вторичной обмоток, а также на дополнительной обмотке дросселя. Сам дроссель установлен на магнитный сердечник. Регулировка силы тока производится аналогичным образом, как и у трансформаторов СТЭ. Сварочные трансформаторы с нормальным магнитным рассеянием представлены моделями типа СТН и ТСД. Модели СТЭ, СТН и ТСД используются для ручной дуговой сварки, они просты и безотказны в работе. Но, несмотря на свою простую и надежную конструкцию, эти трансформаторы имеют ряд существенных недостатков. Во-первых, вибрация сердечника дросселя сбивает настройку силы тока при работе. Во-вторых, у сварочных трансформаторов с нормальным и низким магнитным рассеянием высокая потребляемая мощность от 25 кВт до 78 кВт. В-третьих, большая масса – более 120 кг. Также среди этих трансформаторов есть модели, такие как ТСД-1000-4 и ТСД-2000-2, способные выдавать номинальный сварочный ток в 1000 А и 2000 А. Но масса этих трансформаторов от 220 кг до 675 кг, что делает их очень неудобными для частного использования.

Б) Трансформаторы с повышенным магнитным рассеянием. Принципиальным отличием трансформаторов с повышенным магнитным рассеянием от сварочных трансформаторов с низким и нормальным рассеянием является подвижная конструкция обмоток или шунтов. Такой подход позволил добиться более высоких рабочих характеристик при относительно небольшой массе самого трансформатора. К ним относятся сварочные трансформаторы марок ТС-500, ТСК-300, ТД-300, СТШ-250, ТДМ-317. Сварочные трансформаторы с повышенным магнитным рассеянием применяются для дуговой и автоматической сварки, а также для сварки под флюсом.

В) Тиристорные трансформаторы. Тиристорные сварочные трансформаторы это относительно новый тип сварочного оборудования. В основу его работы положен принцип фазового регулирования силы тока при помощи тиристоров, которые преобразуют поступающий переменный ток в знакопеременные импульсы. Они широко применяются как для ручной дуговой сварки, так и для точечной и шлаковой сварок. Примером тиристорного трансформатора может служить Deltapower 400E.

В независимости от вида сварочного трансформатора любой сварочный аппарат обладает рядом определенных характеристик, которые и определяют его рабочую эффективность и удобство использования. При выборе сварочного трансформатора важно знать и понимать, за что отвечает каждая характеристика и на какие из них следует обращать внимание в первую очередь.

Маркировка сварочных трансформаторов

В марки трансформаторов (рис. 21) зашифрованы базовые характеристики. Это сделано для того, чтобы без техпаспорта можно было определить, что за аппарат, как он устроен и какова его номинальная сила тока.



Рис. 21 Маркировка сварочного трансформатора

Сегодня в единой системе обозначения и классификации источников питания для сварки заложены следующие правила:

- а) тип источника питания: Т – трансформатор, Г – генератор, А – агрегат, В – выпрямитель, У – специализированный источник–установка;
- б) вид сварки: Д – дуговая, П – плазменная;
- в) способ сварки: Г – в защитных газах, Ф – под флюсом, У – универсальный. Если всего две буквы, значит, сварка проводится покрытыми электродами;
- г) вид внешней характеристики: Ж – жесткая, П – падающая;
- д) количество постов сварки: М – многопостовой, без обозначения говорит об одном poste;
- е) номинальная сила тока обозначается одной или двумя цифрами, округленными до десятков или сотен Ампер.
- ж) последние одна или две цифры обозначают регистрационный номер в разработке;
- з) после цифр идет буквенное обозначение допустимого климатического использования: ХЛ – холодный климат, У – умеренный, Т – тропический;
- и) завершающая цифра обозначает допустимое размещение: 1 – на открытом воздухе, 2 – под навесом, 3 – в неотапливаемом помещении, 4 – в отапливаемом помещении.

Например, трансформатор сварочный ТДМ-401 говорит нам о том, что это трансформатор дуговой сварки с механическим регулированием и одним постом сварки, с номинальной силой тока в 400 А. Также в техпаспорте сварочного трансформатора указывается класс защиты по международной системе IP.

Параметры, учитываемые для выбора трансформатора

Пределы регулирования сварочного тока, А (min-max) является основной для любого сварочного трансформатора. Регулировка силы сварочного тока указывает сразу на два важных момента. Во-первых, на то, что регулировка вообще возможна, а это значит, что можно использовать электроды различного диаметра. Во-вторых, можно увидеть максимально возможную силу тока, которая позволит использовать электроды большого диаметра, что в свою очередь влияет на производительность труда.

Диаметр электрода. В приведенной таблице 1 указаны основные диаметры электродов в зависимости от силы тока сварочного трансформатора.

Таблица 1 Основные диаметры электродов в зависимости от силы тока сварочного трансформатора

Толщина металла, мм	Электрод, мм	Ток, А
1-2	1.6	25-50
2-3	2	40-80
2-3	2.5	60-100
3-4	3	80-160
4-6	4	120-200
6-8	5	180-250
10-24	5-6	220-320
30-60	6-8	300-400

Необходимо отметить такой важный момент как то, что следует использовать электроды несколько меньшего диаметра, несмотря на приведенные показатели. Как показывает практика, электрод, подобранный по максимуму под свою силу тока, будет недостаточно качественно проваривать шов.

Напряжение сети и количество фаз. Эта характеристика указывает на требуемое напряжение в сети для нормальной работы сварочного трансформатора. Необходимо заранее знать о том, какое напряжение будет в месте работы сварочного трансформатора, чтобы подобрать подходящий. Также от этого зависит количество фаз самого трансформатора. Так для однофазного сварочного трансформатора будет требоваться ток в 220 В, для двухфазного 380 В, а вот сварочный трансформатор ТД-500, работающий как от сети на 220 В, так и от сети на 380 В, является трехфазным.

Номинальный сварочный ток трансформатора. Данный параметр указывает на максимальное значение сварочного тока, который способен выдать трансформатор. От его величины зависит, как возможность плавки и резки металла, так и используемые для работы электроды.

Номинальное рабочее напряжение. Данный параметр указывает на выходное напряжение со вторичной обмотки, которое необходимо для поддержания стабильной сварочной дуги. Это напряжение находится в диапазоне 30-60 Вольт. Чем ниже номинальное значение, тем тоньше металлические элементы можно сварить между собой.

Номинальный режим работы ПН%. От этой характеристики зависит сохранность сварочного трансформатора во время работы. Номинальный режим работы или как его еще называют – продолжительность включения – указывает на то, сколько времени трансформатор может находиться в режиме

сварки. Так, например, трансформатор сварочный ТД-300 имеет номинальный режим работы 40%. Это говорит о том, что из 10 минут 4 минуты можно работать без перерыва и 6 минут отдыхать, давая трансформатору остыть.

Мощность потребления и выходной КПД. Этот показатель указывает, сколько энергии потребуется для часа работы трансформатора. Чем ниже этот показатель, тем лучше. Но при этом необходимо знать выходную мощность при сварке. Чем больше разница между ними, тем хуже.

Напряжение холостого хода. Данная характеристика отвечает за появление сварочной дуги. Чем выше эта характеристика, тем легче создать дугу. Но существуют определенные ограничения по безопасности для оператора. Так, для сети с постоянным током порог составляет 100В, для переменного – 80В.

Количество обслуживаемых рабочих мест. Параметр указывает на количество одновременно работающих от трансформатора сварщиков.

Тип охлаждения. Существуют сварочные трансформаторы с естественным охлаждением и принудительным. По сути, принудительное охлаждение лучше, так как позволяет более эффективно избавляться от излишка тепла во время работы. Но не все трансформаторы оснащены вентиляторами.

Масса и размеры сварочного трансформатора. От массы и габаритов трансформатора зависит, будет ли он передвижным или стационарным, будет он на колесах или же с ручками для переноски.

Сварочные выпрямители

Сварочный выпрямитель (СВ) преобразует переменный ток в постоянный в трехфазной сети (рис.22). Он обеспечивает более устойчивую дугу без прерываний и скачков во время работы. СВ схожи по принципу действия со сварочными трансформаторами, но при этом способны подавать постоянный ток на сварочный стержень. Достигается это введением в конструкцию выпрямителя специальных селеновых либо кремниевых блоков.



Рис.22 Сварочные выпрямители

Оборудование представляет собой преобразовательный блок с вольтамперной регулировкой. У сварочного выпрямителя на выходе два провода с клеммами: плюс и минус. При подключении одной из них к электроду, а другой к металлу возникает высокотемпературная электрическая дуга, образующая ванну расплава. Сварочные выпрямители разделяют по уровню сложности, дополнительным функциям. Но принцип устройства у всех одинаковый: помимо трансформатора, создающего необходимое напряжение, в схему включают полупроводники, пропускающие только положительную часть синусоиды переменного тока.

Основное отличие других сварочных выпрямителей от трансформаторов – способность генерировать постоянный ток вместо переменного. С этой способностью связаны основные достоинства выпрямителей. Сначала о достоинствах выпрямительных устройств:

- когда на плавящийся электрод подается однополярный заряд, он быстрее разгорается;
- снижаются энергопотери – КПД трансформатора намного ниже;
- горение дуги стабилизируется;
- при равномерном плавлении стержня в ванне расплава возникает меньше брызг, снижается травматизм, риск случайных возгораний;
- шов удобнее контролировать, он получается ровный;
- расширяются возможности сварки;
- расход присадочных материалов уменьшается, при большом объеме работ экономия ощутима.

Наряду с достоинствами у большинства выпрямителей есть недостатки:

- потери мощности все же есть;
- при «просадке» напряжения сети они хуже работают;

- способны выйти из строя даже при коротких замыканиях в электроснабжающей сети;
- многие модели боятся влажности, запыленности.

Принцип работы сварочных выпрямителей

В схему сварочного выпрямителя входят следующие элементы (рис.23):

- трансформатор – регулируют напряжение (когда подаваемый от сети ток проходит через трансформатор, силовая нагрузка уменьшается до напряжения холостого хода);
- выпрямляющий блок – несколько полупроводниковых элементов преобразуют переменный ток в постоянный;
- частотные и силовые регуляторы;
- накопители заряда, сглаживающие импульсные скачки.

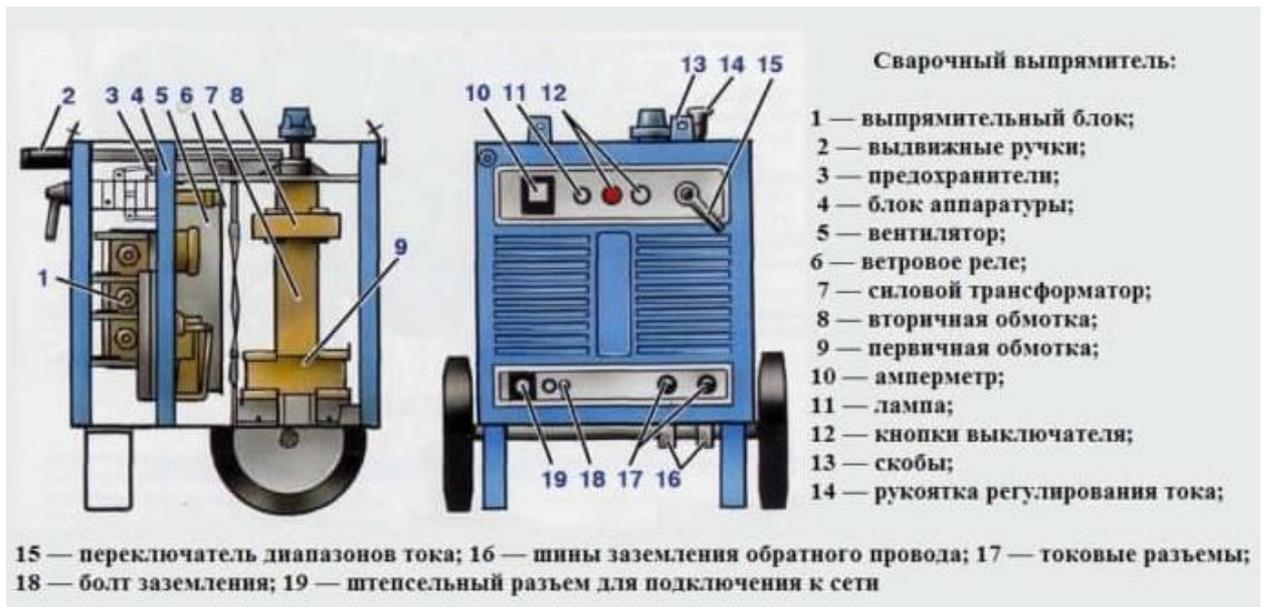


Рис.23 Устройство сварочного выпрямителя

Чтобы понять принцип работы устройства, вспомним механизм действия полупроводников. Они пропускают электроны только в положительном полупериоде (рис.24). При включении в схему нескольких проводников, удастся получить много полупериодных кривых, при их наложении возникает постоянный ток.

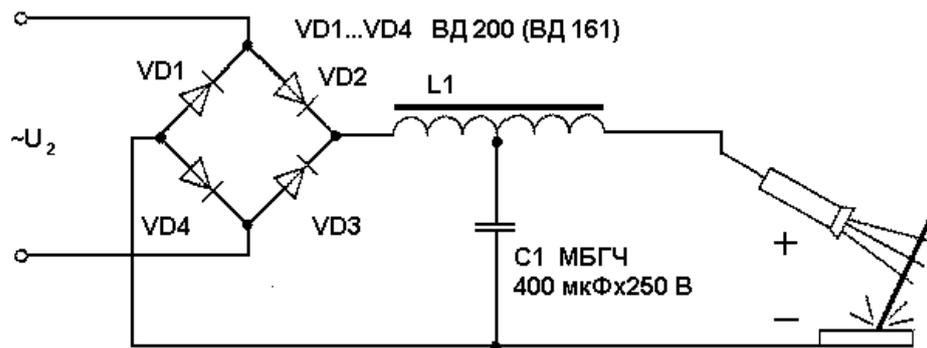


Рис.24 Схема работы полупроводникового моста выпрямителя

Принцип работы сварочного выпрямителя имеет следующие особенности:

1. Входящий ток изначально подается на первичную обмотку встроенного трансформатора понижающего типа.

2. За счет электромагнитной индукции происходит процесс понижения значения напряжения и повышения силы тока на вторичной обмотке. Схема современного сварочного выпрямителя определяет максимальное значение напряжения при холостом ходу 48В.

3. Создаваемое напряжение подается на установленные диоды. Новые модели изготавливаются при применении диодов на кремневой основе. Устанавливаются они в качестве полупроводника, который обеспечивает ход тока только в одну сторону. Именно за счет диодов обеспечивается постоянное напряжение, так как они устраняют колебание при реверсном ходе электричества.

4. Стоит учитывать, что на момент работы диоды существенно нагреваются. Именно поэтому все модели сварочных выпрямителей имеют систему охлаждения, которая в большинстве случаев представлена вентиляторами. При активном применении устройства постоянный обдув воздухом позволяет снизить температуру применяемых полупроводников. Некоторые модели снабжаются датчиком, который фиксирует перегрев системы.

5. Устанавливаются датчики, контролирующие напряжение. Они работают совместно с автоматом и могут отключить устройство в автоматическом режиме при высоком значении напряжения.

6. Регулятор устанавливается для того, чтобы можно было выбирать напряжение в зависимости от толщины свариваемого металла.

При выборе устройства следует уделить внимание тому, что оно может иметь несколько различных элементов регулировки напряжения подаваемого тока. К особенностям устанавливаемых устройств регулировки отнесем нижеприведенные моменты:

- В большинстве случаев регулировка ступенчатая. Она представлена секционным подключением обмотки.
- При ступенчатой регулировке имеет значение шаг. Для управления секционным подключением обмотки устанавливается рычаг.
- Большинство моделей для использования сильных токов имеют конструкцию, которая предусматривает отсекание части обмотки. За счет этого ток подается по короткой схеме.

Приведенная выше настройка достаточно грубая. Встречаются модели с тонкой настройкой, которая основана на применении метода дроссельного насыщения: устанавливается устройство между двумя кремневыми диодами и понижающим трансформатором. Дроссель – конструкция, представленная сочетанием нескольких катушек, через которые во время работы оборудования также подается ток. За счет переключения позиции регулятора изменяется и длина пути обмотки.

Наиболее высокой эффективностью характеризуется работа теристорного блока. Этот элемент включается в конструкцию сварочного выпрямителя для обеспечения наиболее точной регулировки силы тока. За счет применения теристора можно выставить самые различные характеристики тока.

Большинство моделей имеет большую рукоятку на корпусе, за счет движения которой приводится в движение винтовой вал со вторичной обмоткой трансформатора. За счет изменения ее положения также регулируется протяженность пути, который преодолевает ток. Однако подобная настройка также характеризуется низкой точностью.

В продаже встречается просто огромное количество разновидностей рассматриваемого оборудования, все они имеют свои определенные достоинства и недостатки. Классификация промышленных сварочных выпрямителей проводится следующим образом:

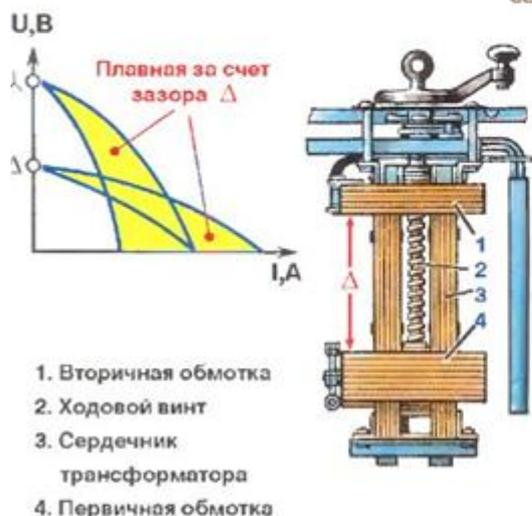
- однофазный;
- двухфазный;
- трехфазный.

Выпрямитель для проведения ручной дуговой сварки трехфазного типа состоит из 6-12 диодов, которые зачастую подключаются параллельно. Двухфазные характеризуются параллельным и последовательным подключением мостов.

Выпрямители могут быть управляемыми и неуправляемыми (рис. 25).

НЕУПРАВЛЯЕМЫЙ ВЫПРЯМИТЕЛЬ

Выпрямительный блок состоит из силовых диодов. Регулировка режимов сварки комбинированная: ступенчатая за счет переключения обмоток со "звезды" на "треугольник" и плавная за счет изменения зазора между обмотками трансформатора



УПРАВЛЯЕМЫЙ ВЫПРЯМИТЕЛЬ

Выпрямительный блок состоит из тиристоров. Регулировка режимов сварки комбинированная: ступенчатая за счет переключения обмоток со "звезды" на "треугольник" и плавная блоком управления

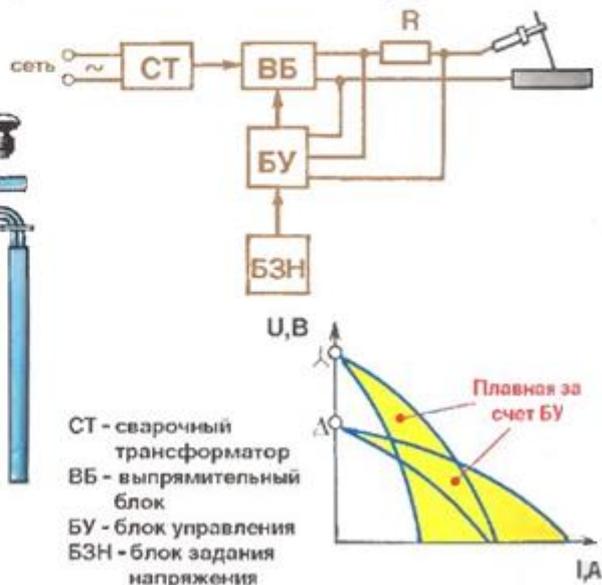


Рис.25 Схемы управления выпрямителями

Кроме этого, классификация может проводиться по следующим критериям:

1. Сила тока на выходе. С увеличением этого показателя существенно повышается толщина обрабатываемого металла. Если устройство выдает небольшой ток, то можно будет проводить обработку тонких элементов. Также слишком высокий показатель силы тока позволяет применять сварочный аппарат для проведения резки металла.

2. Точность регулировки. Как ранее было отмечено, выпрямитель может использоваться для установки самых различных параметров тока. Чем выше показатель точности регулировки, тем более оптимальные условия для работы может себе обеспечить мастер.

3. Количество выходов для подключения. Сложное сварочное оборудование может применяться для одновременного подключения нескольких держателей для электродов. Подобная модель может понадобиться в том случае, когда работу поблизости одновременно выполняют несколько сварщиков. Однако, за счет усложнения конструкции она становится больше и дороже.

4. Эффективность охлаждения. Недорогие модели предназначены для бытового применения, так как могут эксплуатироваться на протяжении короткого промежутка времени. Это связано с тем, что конструкция не имеет эффективной системы охлаждения. Профессиональное оборудование может использоваться для сварки на протяжении длительного периода.

5. Размеры конструкции. Как правило, сварочные работы проводятся на выезде. Доставка всей аппаратуры может быть затруднена в случае, если оно имеет большой вес и габаритные размеры. В продаже встречаются компактные модели, которые просты в транспортировке.

В целом можно сказать, что выбор сварочного выпрямителя – достаточно сложная задача. При выборе учитывается то, при каких условиях будут проводиться работы.

Большой популярностью пользуются модели трехфазного типа. Это связано с тем, что они могут применяться для работы с металлом самой различной толщины. Однопостовой выпрямитель больше всего подходит для бытового применения, так как применяется при использовании только одного держателя электродов. В продаже есть и модели, которые позволяют подключать одновременно сразу несколько электрододержателей.

Универсальные современные сварочные выпрямители выпускаются достаточно большим количеством различных производителей. Марки во многом определяют качество сборки, срок службы и стоимость оборудования.

Для бытового применения подходит инверторный выпрямитель. Подобные модели можно охарактеризовать следующим образом:

1. За понижение напряжения отвечает трансформатор.
2. Устанавливается выпрямляющий блок, который отвечает за подачу постоянного напряжения.
3. Далее проводится преобразование в переменное электричество с высоким показателем частоты.

Для профессиональных работ часто применяют выпрямитель ВДУ-506 (рис.26).



Рис.26 Выпрямитель ВДУ-506С

Данный аппарат характеризуется разнообразием выполняемых работ. В зависимости от типа исполнения, выпрямитель можно использовать в следующих видах сварочных работ:

1. **Электрическая дуговая сварка.** В качестве присадочного материала используют покрытые электроды.
2. **Работы в среде защитного газа.** В этом случае оборудование комплектуют подающим механизмом типа ПДГО-510.
3. **Сварка под флюсом.** Для работы в полуавтоматическом режиме. В данных работах присадочным материалом является порошковая проволока.
4. **Работы манипулятором.** Некоторые модели оснащены выпрямителем, в качестве источника тока.

Приведем расшифровку названия на примере выпрямителя сварочного ВДУ-506С УЗ1:

- **В** – выпрямитель.
- **Д** – дуговой;
- **У** – универсальный;
- **5** – сила сварочного тока, которую обозначают в сотнях ампер;
- **06** – порядковый номер модели;
- **С** – маркировка производителя. В данном случае выпрямитель выпущен электромашиностроительным , находящимся в Крыму.
- **УЗ1** – это характер исполнения и категория размещения модели.

Сварочные генераторы и преобразователи

Строение у всех видов сварочных преобразователей типовое:

- подводимый к асинхронному электродвигателю ток после включения установки преобразуется в механическую, которая подается на вал генератора;
- генератор выдает необходимую частотность токовых параметров, в работе использован метод электромагнитной индукции, на вал насажен якорь с обмотками;
- коллектор выполняет функцию выпрямителя, подает питание на выходные клеммы.

Сварочный преобразователь по сути – это комбинация электродвигателя, работающего от сети 220 или 380 В и генератора постоянного тока. Надежность преобразователя снижают вращающиеся узлы, велики энергопотери в процессе преобразования электрического тока.

Оборудование ценится за стабильность токовых характеристик вне зависимости от скачков подаваемого на двигатель напряжения. Регулятором рабочих характеристик является реостат, меняя число витков независимой обмотки изменяют ампераж. Выходной ток регулируется вручную по амперметру.

Детально рассмотреть устройство оборудования можно на примере стационарного сварочного преобразователя ПСО 500, выдающего два рабочих режима с максимальными токовыми характеристиками 300 или 500 ампер (рис. 27). Между ротором электромотора и якорем генератора, расположенными на одном валу, размещен вентилятор с крыльчаткой, обеспечивающей направленное охлаждение контактной зоны, где большая сила трения. Подшипники размещены в корпусе преобразователя, он обязательно заземляется.



Рис.27 Устройство сварочного преобразователя ПСО-500

Катушечный якорь генератора с 4-мя независимыми обмотками соединен с коллектором, пластины выпрямителя подключены к концам якорных обмоток. При вращении катушек между полюсами магнитов, возникает электромагнитная индукция, наводится переменный ток. Для обмотки используют отожженную медную или алюминиевую проволоку – металлы с хорошей электропроводностью. Для защиты от внешних электромагнитных полей и вихревых, возникающих при работе преобразователя, предусмотрен «фильтр» – электроемкость (два конденсатора, стабилизирующие напряжение).

Блок управления у преобразователя модульный. Для запуска сварочного преобразователя вмонтирован пакетник. Рядом размещен амперметр, по которому определяют токовые параметры. Прибор подключен к реостату, регулирующему рабочие токовые показатели (измеряет ампераж в цепи независимой обмотки возбуждения).

После включения преобразователя важно проверять направление вращения обмоток генератора. При необходимости запитывающие клеммы меняют местами, чтобы ротор вращался против часовой стрелки. Для требуемой величины рабочего тока переключатель фиксируется в положении «300 А» или «500 А» (это максимальное значение генерируемого электротока).

Достоинства преобразователей. Как и любое другое оборудование, сварочные преобразователи (которые исторически появились гораздо раньше инверторов) имеют определенные преимущества, и одновременно несут ряд определенных неудобств. К их достоинствам можно отнести:

- большой сварочный ток — у некоторых моделей, в частности, ПСО-500 и ПСГ-500, он доходит до 500 А, есть и более мощные устройства;
- неприхотливость в работе;
- нечувствительность к перепадам входного напряжения;
- сравнительно высокая надежность при квалифицированном обслуживании;
- хорошая ремонтпригодность, удобство сервисного обслуживания.

Током, который способны выдавать эти устройства, можно варить очень толстые швы, порядка 10-30 мм. Это еще одно важное преимущество, благодаря которому используют сварочные преобразователи.

Недостатки преобразователей. Однако конструктивные особенности определяют и основные недостатки сварочных преобразователей, из-за которых их, по крайней мере, в бытовой сфере (сварочные работы в мелком бизнесе, на даче, в гараже) вытеснили инверторы. В первую очередь это:

- большие габариты и масса (она может доходить до полутонны и выше); низкий КПД;
 - повышенная электрическая опасность;
 - шумность работы; необходимость в сервисном обслуживании.
- Принцип их действия — переход электрической энергии в механическую и обратно — подразумевает большие

энергетические затраты на вращение вала. Этим обусловлен очень высокий расход электроэнергии, делающий устройство невыгодным для «домашнего» применения.

Сварочный генератор — это портативное устройство со встроенным двигателем, которое является автономным источником электроэнергии. Проще говоря, сварочный генератор — это компактная автономная электростанция. Генератор для инверторной сварки пригодится не только при сварочных работах. Он незаменим при частом отключении электричества на загородном участке и при его отсутствии в гаражном кооперативе, например. Также генератор для сварки инвертором необходим при слабом напряжении в бытовой электросети, когда аппарат просто не способен включиться.

Принцип работы сварочного генератора крайне прост. Устройство представляет собой обычный двигатель внутреннего сгорания и генератора тока. Двигатель может быть бензиновым или дизельным. Двигатель сжигает топливо, тем самым приводит в движение генератор, который начинает вырабатывать необходимый ток.

Сварочный бензиновый или дизельный генератор отличается от обычного генератора. Несмотря на схожий принцип действия, только сварочный генератор способен генерировать ток, достаточный для ручной дуговой сварки. По этой причине не стоит использовать обычный бытовой генератор для питания сварочного инвертора.

Также не следует путать генератор со сварочным агрегатом, который часто называют генератором. Сварочный агрегат — это генератор с функцией сварки, проще говоря автономный сварочный аппарат или генератор и сварочный аппарат в одном корпусе. Такой генератор с функцией сварки способен работать самостоятельно, без сварочного аппарата и электричества. А сварочный генератор просто обеспечивает электричество для выполнения сварочных работ с помощью стороннего сварочного аппарата.

Вопрос «Какой генератор лучше: бензиновый или дизельный?» часто можно встретить на форумах сварщиков. И каждый, кто предпочел купить тот или иной генератор, готов доказать, что его выбор самый оптимальный. Но этот подход в корне не верный. Выбирая тип сварочного генератора нужно понимать, для каких целей вы будете его использовать и только затем делать выводы.

На данный момент бензиновые генераторы являются самыми распространенными (рис.28).



Рис.28 Бензиновый генератор

Бензиновый генератор для сварочного аппарата — это прибор со встроенным двигателем внутреннего сгорания, обеспечивающий автономную электроэнергию. Говоря простым языком, генератор — это такая компактная бензиновая электростанция, которая способна вырабатывать ток без подключения к сети. Такие генераторы очень компактны и надежны, при этом позволяют выполнять сварку даже там, где электричества нет и не предвидется.

Бензиновый генератор для инверторной сварки может пригодиться многим. Он незаменим при сварке на стройплощадке, куда еще не успели провести электричество. Без него не обходятся многие дачники, у которого напряжение на участке настолько мало, что инвертор просто не включается. Также бензогенератор может пригодиться для временного обеспечения электричества в доме при его внезапном отключении.

Они недорого стоят, просты в обслуживании и применении, весят меньше, чем дизельные, и могут стабильно работать при низкой температуре. Из недостатков отмечается высокий расход топлива и меньшая долговечность (в среднем до 3000 часов работы).

Бензогенератор для сварки — это, по сути своей, двигатель внутреннего сгорания, который приводит в действие встроенный генератор, вырабатывающий ток (рис.29). Вот и весь принцип работы устройства. Кстати, двигатель необязательно должен быть бензиновым. Он также бывает дизельным. Но в быту дизельные генераторы используются крайне редко.



Рис.29 Сварочная бензиновая электростанция FUBAG WS 230 DDC ES 838238

Сварка от бензогенератора не может быть продолжительной. Максимум 6 часов, больше он просто не выдержит и перегреется. Однако, на практике редко кто в быту варит даже 2 часа, не говоря о 6 часах. Ну а если вы все же рассчитываете на длительную работу, то лучше приобретите дизельный генератор. Он способен работать практически круглые сутки. Но учтите, что в морозы дизельный агрегат работает крайне нестабильно.

Также учтите, что бензогенератор для сварочного аппарата в принципе можно использовать для питания, скажем, небольшого дома в экстренных ситуациях. А вот питать обычным бытовым генератором сварочный аппарат не рекомендуется. Для этих целей нужен специальный сварочный генератор, который рассчитан на дуговую сварку.

Вы еще не запутались, в чем разница между рисунками 26 и 27? Существует два типа бензиновых генераторов: генераторы для питания стороннего сварочного аппарата и генераторы со встроенной функцией сварки. Не путайте их.

Генераторы для питания стороннего аппарата используются только как источник электроэнергии. Их задача — выработка электричества. К таким генераторам дополнительно подключается сварочный аппарат, с помощью которого и осуществляется сварка.

Бензогенератор с функцией сварки — это совсем другие устройства. Такие генераторы не нуждаются в подключении сварочного аппарата, они и есть «аппарат+генератор» в одном корпусе. Вещь крайне удобная, но ее редко применяют в быту, поскольку такие генераторы предназначены для сварки в труднодоступных местах и зачастую они очень громоздки. Яркий пример — это так называемый САК (сварочный аппарат колесный), который обладает большими габаритами, снабжен колесами и прицепом.

Резюмируя, бензогенератор и бензогенератор с функцией сварки — это не одно и то же. В быту рекомендуется применять бензогенератор в паре с инвертором, а бензогенераторы с функцией сварки оставьте профессионалам. Это очень узкоспециализированные устройства, которые применяются в определенных случаях.

Что касается дизельных генераторов, то они более производительны, надежны и могут выдерживать значительные нагрузки. Дизельный генератор — это всегда стабильная работа в любом режиме сварки. Также дизельные модели очень экономичны и потребляют немного топлива.

Казалось бы, преимущества очевидны. Но проблема заключается в том, что большинство дизельных генераторов слишком мощные для домашнего применения. В магазинах предлагают генераторы от 5 кВт и выше, поэтому для бытовых целей они не подходят. К тому же, дизельные модели стоят существенно дороже и тяжелее бензиновых, и с трудом работают при низких температурах.

Вы сами решаете, какой генератор нужен для выполнения ваших задач. И бензиновый, и дизельный генератор способны обеспечить автономное электроснабжение даже в полевых условиях. Вот только сфера применения этих устройств кардинально разная.

Сварка от генератора с бензиновым двигателем не должна превышать 6 часов, поскольку генератор просто не выдержит больших нагрузок. Для более сложных задач есть дизельные генераторы, способные работать практически круглые сутки (если на улице не минусовая температура).

Но признайтесь, вы действительно варите у себя на даче без перерыва 6 часов? Вряд ли. Если вам нужен генератор для домашнего применения, то бензиновая модель будет самой оптимальной. Она весит существенно меньше дизельного генератора, при этом более стабильна в работе и стоит дешевле. Оставьте дизельные модели профессионалам, которые знают, для чего они необходимы.

Сварочный генератор может генерировать как постоянный, так и переменный ток. Большинство бюджетных бытовых моделей генерируют только один тип тока, тогда как модели подороже могут быть универсальными.

Если вы выбираете недорогой генератор для дома, но при этом для вас важно качество работ, то рекомендуется сварочный генератор постоянного тока. Он обеспечивает лучшее качество швов и позволяет работать при небольших объемах. Для сварки можно использовать любые типы электродов. Швы получаются не только качественными, но и ровными и эстетичными. Но чтобы использовать такой генератор необходимо докупить выпрямитель.

Сварочные инверторы

Сварочный инвертор – это устоявшееся обиходное название сварочных аппаратов, использующих в качестве источника тока инверторный преобразователь. Такие устройства применяют для различных технологий электродуговой сварки:

- MMA (ручная покрытыми электродами),
- TIG (аргонодуговая)
- MIG/MAG (в инертной или активной газовой среде).

Как правило, все сварочные инверторы MIG/MAG и TIG также могут выполнять сварку MMA. Кроме того, ведущие производители выпускают комбинированные установки, в которых объединены все три типа. Все эти технологии были разработаны для разных видов сварочных работ и соединения разнообразных металлов и их сплавов. Прежде чем приступить к выбору сварочного аппарата, нужно ответить на два вопроса: какие виды сварки предполагается выполнять и в каких условиях он будет работать. Сейчас на рынке предлагается огромное количество моделей как бытового, так и производственного сварочного оборудования с самым широким диапазоном технических характеристик. Понять, какая из них лучше и какой фирме-производителю отдать предпочтение, очень непросто. Единственный выход в такой ситуации — самостоятельно разобраться с основами сварочных технологий и принципами работы современного оборудования.

Принцип работы современного сварочного инвертора (рис.30) основан на преобразовании низкочастотного сетевого тока в импульсы высокой частоты с последующим формированием различных видов сварочных токов с регулируруемыми параметрами.

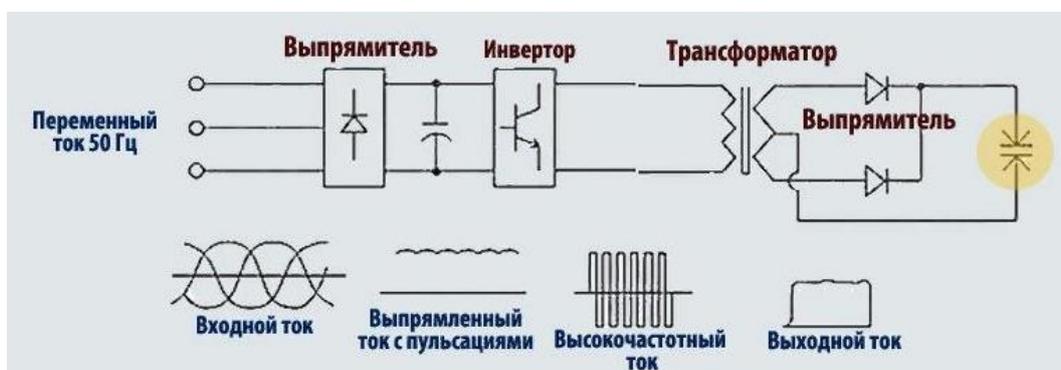


Рис.30 Принцип работы сварочного инвертора

Однофазный или трехфазный переменный ток с частотой 50 Гц и напряжением 220 или 380 В поступает на входной выпрямитель, после которого сглаживается конденсаторами большой емкости. Выпрямленный ток со значительным уровнем пульсаций подается на вход инвертора, который преобразует его в переменный ток высокой частоты. Далее этот ток поступает на высокочастотный трансформатор, где его напряжение понижается до величины холостого хода. Затем он проходит через выпрямитель, после которого в силу высокой частоты уже не требуется сглаживания пульсаций.

Выпрямленный ток подается непосредственно на сварочный электрод. Его характеристики отслеживаются датчиками силы тока и напряжения, подсоединенными к блоку управления инвертора, поэтому изменение частоты и скважности импульсов может осуществляться в реальном времени. Количество витков первичной обмотки обратно пропорционально частоте тока, поэтому в высокочастотных трансформаторах меди на порядки меньше, чем в обычных. Эта зависимость является нелинейной: при частоте 10 кГц масса и размер уменьшаются в 3 раза, а при частоте 50 кГц — примерно в 15 раз.

Инверторный сварочный аппарат — это сложное электронное устройство, которое характеризуется широким набором сварочно-технологических характеристик. Поэтому инверторы классифицируют одновременно по нескольким признакам:

- По типу элементной базы частотного преобразователя, от которой напрямую зависит максимальная частота преобразования входного постоянного тока. Обычно речь идет о трех разновидностях: тиристорные — до 5 кГц; на биполярных транзисторах с изолированным затвором (IGBT) — до 20 кГц; на полевых МОП-транзисторах (MOSFET) — до 100 и более кГц.
- По схемотехническому типу инверторного преобразователя (различные виды мостов) и методу регулирования переменного высокочастотного тока
- По виду сварочной технологии. Существуют инверторы для MMA, MIG/MAG, TIG, импульсной инверторной сварки и их разновидностей. Отдельным видом такого оборудования являются плазморезы (CUT), в которых также используются инверторы.
- По массогабаритным показателям. Здесь выделяют мини-устройства, а также переносные, передвижные и стационарные инверторы. По сфере применения. В этом случае инверторы делят на бытовые, профессиональные, производственные, предназначенные для робототехнических комплексов и специализированные.
- По уровню механизации и автоматизации. Новинкой в этом виде характеристик инверторов является синергическое управление (Synergic Control). Эта интеллектуальная система позволяет адаптивно чередовать различные режимы и полностью контролирует весь сварочный процесс.

При выборе сварочного аппарата с инвертором в первую очередь необходимо определиться с предполагаемой предельной толщиной и видами свариваемого материала. От этих параметров напрямую зависит мощность и сварочный ток будущего приобретения, а также его цена. В таблице ниже указаны (табл. 2) ориентировочные значения минимальных и максимальных токов для различных толщин деталей из конструкционной стали. Для других видов стали и цветных металлов эти значения будут иными, поэтому, если

предполагается сваривать нержавейку или сплавы алюминия, необходимо уточнить таковые параметры для этих материалов.

Таблица 2 Ориентировочные значения минимальных и максимальных токов

Толщина металла (мм)	1+2	2+3	2+3	3+4	4+6	6+8
Диаметр электрода (мм)	1,6	2	2,5	3	4	5
Сварочный ток (А)	25÷50	40÷80	60÷100	80÷160	120÷200	180÷250

Основные характеристики сварочного инвертора, которые указывают в своих каталогах все производители данного оборудования:

- параметры входного напряжения;
- мощность;
- продолжительность включения (ПВ);
- предельные значения тока сварки (мин./макс.);
- напряжение холостого хода;
- рекомендуемый диаметр электрода;
- рабочий диапазон температур;
- класс защиты;
- вес и размер.

При приобретении сварочного инвертора надо учитывать, что он, как и любое производственное оборудование, не вечен. Даже при условии качественного изготовления и надежных комплектующих срок службы такого аппарата до полного списания составляет 7–10 лет, а время наработки на отказ — несколько тысяч часов.

Входное напряжение. Сварочные инверторы запитываются однофазным или трехфазным напряжением 220 и 380 В. Как правило, в качестве источника выступает электрическая сеть, но также существуют мобильные устройства с питанием от бензогенератора. При выборе аппарата для использования в бытовых условиях или в небольших мастерских один из ключевых критериев — это максимальный потребляемый ток, который должен соответствовать возможностям электросети квартиры, дачи, гаража или производственного помещения. Но приобретение сварочного инвертора, потребляемый ток которого соответствует нормативам электросети, вовсе не гарантирует того, что при его работе не возникнет проблем с питающим напряжением. Мощности источников таких объектов, как гаражные и дачные кооперативы, ограничены возможностями их подстанций, поэтому при коллективном включении высокой нагрузки напряжение может «проседать» до 150÷180 В. В этом случае необходимо выбирать аппарат с возможностью работы на пониженном напряжении.

Сварочный ток. Производители указывают величину максимального и номинального сварочного тока исходя из предельно допустимой температуры нагрева электронных компонентов инвертора. Но реальный

температурный режим отличается от нормативного, т. к. во многом зависит от условий эксплуатации: температуры воздуха, влажности, запыленности. Поэтому лучше выбирать рабочий ток с запасом: как минимум на 15÷20% выше потребного. Для исключения перегрева сварку тонкого листового проката, а также ряда металлов и сплавов требуется выполнять на небольших токах. Поэтому, если предполагаются работы с такими материалами, необходимо обратить внимание на величину минимального сварочного тока. Еще один важный показатель технологических качеств инвертора — это кратность регулирования тока сварки (соотношение значений max/min). Для режима ММА этот параметр обычно лежит в интервале 3÷5. Чем выше его значение, тем шире возможности при выполнении сварки.

Напряжение холостого хода. При повышении напряжения холостого хода значительно облегчается процесс розжига дуги, а сама она становится эластичнее и стабильнее. Однако при этом растут габариты оборудования и понижается коэффициент мощности. Еще одно негативное последствие такого варианта — возрастание риска поражения электрическим током. С уменьшением сварочного тока дуга становится нестабильной, поэтому в современных инверторах предусмотрено автоматическое повышение напряжения холостого хода на малых токах и понижение его при приближении к максимальным значениям. Оптимальным для сварки ММА является значение 60÷85 В (в зависимости от величины максимального тока).

Режим работы на максимальном токе. В паспортах всех инверторов в качестве одной из основных характеристик всегда указывается режим эксплуатации, который выражен в виде нормативного отношения времени выполнения сварки к общей длительности технологической операции. При этом производители используют разные названия этого параметра: продолжительность нагружения (ПН) и продолжительность включения (ПВ). Отличие ПВ от ПН в том, что в первом случае подразумевается полное отключение инвертора от сети во время паузы между операциями сварки, а во втором — что инвертор продолжает выдавать напряжение холостого хода. Чаще всего все-таки приводится ПВ, которое равно отношению времени работы на номинальном токе к общей продолжительности сварочного цикла. По международным стандартам, циклом считается интервал в 10 минут, т. е. если ПВ=40%, то через каждые 4 минуты сварки инвертор должен 6 минут находиться на холостом ходу. Некоторые производители в паспортах оборудования указывают ПВ для нескольких значений нагрузки. Вот один из таких примеров для инвертора с максимальным током 160 А: 40% — 160 А, 60% — 135 А, 100% — 105 А. На первый взгляд может показаться, что 40% — это очень маленькое значение. Но на самом деле технологический процесс, кроме самой сварки, включает в себя ряд подготовительно-заключительных и вспомогательных операций, которые как раз и занимают большую часть времени сварочного цикла.

Чтобы выбрать подходящий сварочный инвертор, необходимо прежде всего определиться в том, что им предполагается делать и в каких условиях он будет эксплуатироваться. На основании этих данных уже можно выбирать

мощность, режимы работы и прочие технические характеристики будущего аппарата. Домашнему мастеру для бытовых нужд вряд ли потребуются такие разновидности сварки, как MIG/MAG и TIG, поэтому дальше речь будет идти только о ручной электродуговой сварке MMA. Для того чтобы качественно сваривать уголки, швеллеры, полосы и трубы толщиной до 5 мм, теоретически достаточно сварочного инвертора со следующими характеристиками: напряжение сети — 220 В; максимальный сварочный ток — 120÷150 А; ПВ — 40÷50%; толщина электрода — до 4÷5 мм. Но на практике эксплуатация инвертора, скорее всего, будет происходить в условиях, отличных от нормативных. Поэтому почти наверняка придется скорректировать выбранные характеристики. В первую очередь следует проанализировать качество и стабильность напряжения питания. Обычно сварочные инверторы предназначены для работы в условиях колебаний входного напряжения $\pm 10\div 15\%$, поэтому при подключении к электросети с такими параметрами они будут работать без каких-либо проблем. Если же отклонение достигает 30% (что нередко случается на дачах, в гаражах и сельской местности), то следует выбирать модель инвертора с возможностью работы при пониженном напряжении. При этом необходимо помнить, что мощность инвертора и ток сварки будут падать пропорционально снижению напряжения. Надо также учесть, что применение сварочных проводов длиной более пяти метров (что наверняка потребуется при сварке на открытом воздухе) также снижает его мощность. Поэтому необходимо выбирать аппарат с запасом по току. В нашем случае оптимальным будет устройство с максимальным током 160÷180 А. Домашний инвертор должен быть легким, чтобы было удобно его переносить, и компактным, чтобы помещался в багажник автомобиля. Желательно подобрать инвертор с ударопрочным и влагозащищенным корпусом, а также с прозрачной защитной крышкой панели управления. Наличие цифрового индикатора желательно, но необязательно, т. к. на недорогих моделях они нередко работают с большими погрешностями.

Технические требования для выбора лучшего домашнего сварочного инвертора в нашем варианте будут выглядеть примерно так (табл.3).

Таблица 3 Рекомендуемые характеристики инвертора

1	Входное напряжение (В)	220
2	Допустимые колебания напряжения (%)	+15 / -40
3	Мощность (кВт)	4+5
4	Макс. и мин. значения рабочего тока (А)	10÷180
5	Напряжение холостого хода (В)	60÷80
6	Степень защиты	IP-22
7	Диаметр электрода (мм)	1.6÷5.0
8	Продолжительность включения (ПВ, %)	30÷50

Универсальными инверторами называют аппараты, объединяющие в себе несколько сварочных технологий. Обычно в этот набор входят ручная сварка на переменном и постоянном токе (ММА), полуавтоматическая сварка в газовой среде (MIG/MAG) и аргонодуговая сварка вольфрамовыми электродами (TIG). Комбинированные устройства всегда сложнее в эксплуатации, более требовательны к качеству изготовления и значительно дороже обычных. При приобретении такого аппарата перед пользователем всегда встает вопрос выбора золотой середины между ценой и качеством. Поэтому на рынке самыми популярными являются не лучшие модели мировых лидеров, а аппараты производителей с хорошими традициями и устоявшейся репутацией. Среди инверторов такого типа одни из самых популярных:

- Сварог Pro MIG 200 (рис.31). К его особенностям следует отнести возможность сварки порошковой проволокой и сварку сплавов алюминия. Также необходимо отметить гарантийный срок 60 месяцев.



Рис.31 Сварог Pro MIG 200

- Elitech АИС 200 ПНС (рис.32). Этот инвертор имеет систему синергического управления и способен работать при падении входного напряжения до 160 В.



Рис.32 Elitech АИС 200 ПНС

- Wester Combi 250P (рис.33). Аппарат оснащен улучшенной системой защиты от перегрева, работает на входном напряжении 180÷250 В и имеет возможность подключения внешнего источника питания 36 В для подогревателя газовой смеси.



Рис.33 Wester Combi 250P

На сайтах продавцов сварочной техники универсальные инверторы обычно обозначаются словом «комби» или сочетанием аббревиатур

«MIG/MAG/MMA/TIG». На профильных форумах нередко пишут, что в универсальных сварочных инверторах технология TIG (аргодуговая сварка) реализована только для постоянного тока (TIG DC). В то время как для сваривания алюминия и его сплавов необходимо иметь TIG AC/DC (переменный/постоянный) с осциллятором. Поэтому некоторые специалисты советуют не покупать комбинированные аппараты, а приобрести два аппарата: MIG/MAG/MMA и TIG AC/DC.