

Современные сварочные инверторы

В статье описаны типы электросварки и современные сварочные инверторы — оборудование для сварки и резки металлических изделий. В основном они используются в качестве источника питания сварочных аппаратов в процессе проведения дуговой сварки. Рассмотрены перспективы развития и сравнительные характеристики малогабаритных сварочных инверторов.

Станислав Мальков, к. т. н.

stiff@tsure.ru

Технология сплавления двух металлических элементов с помощью большого тока I , пропускаемого через участок цепи с сопротивлением R , где требуется высокая температура, называется электросваркой. Инверторные схемы открывают новую страницу в развитии сварочного оборудования. В настоящее время на их основе уже серийно выпускаются многофункциональные сварочные аппараты, при этом инверторная схема позволяет менять тип внешних вольт-амперных характеристик (ВАХ) источника питания. Для различных видов сварки именно тип ВАХ является определяющим. Если обычный сварочный аппарат предназначен, например, для полуавтоматической сварки, то для варки штучным электродом он не пригоден. А инверторный сварочный аппарат можно настроить под требуемый в данный момент вид сварки, с помощью изменяемого типа ВАХ и других параметров. Более того, все большее распространение сейчас получают так называемые «синергетические» схемы управления. Для данных схем цифровые процессоры аппарата запрограммированы таким образом, что режим сварки можно регулировать, изменяя всего один параметр: остальные немедленно отреагируют на это изменение, и вся совокупность характеристик обеспечит переход на другой режим с более оптимальным качеством сварки. Например, при полуавтоматической сварке в такой взаимосвязанной цепочке находятся: сварочный ток, скорость подачи и диаметр проволоки, пространственное положение шва и необходимый при этом характер переноса металла в дуге (капельный, струйный, импульсный). Совершенно ясно, что только при строгой взаимосвязи этих параметров мы получим высокое качество сварки.

По сравнению с обычным сварочным аппаратом инверторный является устройством силовой электроники, работающим на больших токах, высоких частотах и напряжениях. Входное напряжение здесь преобразуется дважды — вначале из переменного 220 В в постоянное, а затем в высокочастотное переменное, с частотой до 200 кГц. Из электротехники известно, что чем выше частота, тем меньше масса и размеры трансформатора, передающего ту же электрическую мощность. Так, при увеличении

частоты в 1000 раз вес и размеры трансформатора уменьшаются в 10 раз. Значит, сварочный инвертор будет небольшим и легким. Преобразование частоты осуществляется широтно-импульсным модулятором, основой которого служат высокочастотные преобразователи последнего поколения — модули IGBT (биполярный транзистор с изолированным затвором) или MOSFET (полевой транзистор на основе перехода металл-оксид-полупроводник). После трансформатора высокочастотное переменное напряжение снова выпрямляется и подается на дугу. Координация работы всех элементов, контроль параметров и обратная связь со сварочной дугой осуществляются высокоточными цифровыми процессорами на программируемых микросхемах памяти.

Инверторный сварочный аппарат, используя цифровое микропроцессорное управление, непрерывно анализирует характеристики на дуге при проведении сварочных работ. Примеры программ, заложенных в память инверторных сварочных аппаратов различных производителей:

- Отключение напряжения на дуге при коротком замыкании (КЗ) электрода на свариваемую деталь (функция anti-sticking). Срабатывает через 0,5 с после начала КЗ. Прилипание, или, как еще говорят, «примораживания» электрода и нагрева аппарата не происходит.
- При правильном возбуждении дуги — легкое касание («чирканьем») электрода о деталь — инвертор генерирует дополнительный импульс тока (функция hot start).
- При неизбежных небольших местных КЗ в процессе сварки инвертор генерирует серию коротких, но мощных импульсов тока, которые разрушают образующиеся перемычки из жидкого металла (функция arc force). Это особенно важно при сварке короткой дугой.

В результате, используя сварочный инвертор, мы получаем:

- стабильный постоянный ток, не зависящий от скачков входного напряжения;
- незначительное разбрызгивание металла при сварке;
- широкие возможности настройки режима для всех видов сварки плавлением — штучным электро-

Таблица 1. Параметры выбора сварочного аппарата

Толщина металла, мм	Диаметр электрода, 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

дом, аргоно-дуговой и полуавтоматической сварки;

- низкое энергопотребление, что очень важно при включении инвертора в бытовую сеть или при его питании от электрогенератора.

Области применения сварочных инверторов неограниченны. Это все виды электродуговой и плазменной сварки и резки. Сегодня инверторы успешно применяются в следующих областях:

- Ручная дуговая сварка штучным электродом (metal manual arc, MMA). Здесь сварочные инверторы получили наиболее широкое распространение, что обусловлено малым весом и низким энергопотреблением аппарата. Сварщик легко перемещается вместе с аппаратом, подключая его к любой, в том числе бытовой, электропроводке.
- Аргоно-дуговая сварка (tungsten inert gas, TIG) на постоянном и переменном токе. Здесь преимущества инверторной схемы проявляются не столько в весе и энергопотреблении аппарата, сколько в возможности точной регулировки многочисленных параметров режима. Для аргоно-дуговой сварки это очень важно, так как с ее помощью варят ответственные изделия с высокими требованиями к качеству и внешнему виду шва.
- Полуавтоматическая сварка (metal inert/active gas, MIG/MAG). Здесь инверторные схемы источников питания дают уникальную возможность так регулировать перенос металла (капельный, струйный, с периодическими замыканиями и т. д.), что можно почти устранить его разбрызгивание.
- Плазменно-дуговая резка (plasma arc cutting, PAC), когда скорость резки высокая, а кромка ровная и аккуратная — сразу под сварку. Здесь инверторные аппараты нашли свое достойное место благодаря их способности обеспечить стабильность основной и дежурной дуги, а главное — вследствие мобильности этих аппаратов.

Перспективы развития сварочных инверторов, инверторные схемы открывают новую страницу в развитии сварочного оборудования. В настоящее время на их основе уже серийно выпускаются многофункциональные сварочные аппараты. Наибольшее распространение получили аппараты, совмещающие сварку MMA, TIG и CUT или MIG/MAG, TIG и MMA. Встречаются и другие комбинации.

Таблица 2. Сравнительные характеристики малогабаритных сварочных инверторов

Модель	Производитель	Напряжение питания, В	Потребляемая мощность, кВт	Диапазон сварочного тока, А	ПВ, %	Габаритные размеры, мм	Масса, кг
Master-1600 MLS	Kemppi Oy, Финляндия	230	4,8	10–160	40	410×180×390	14
Minar-140	Kemppi Oy, Финляндия	230	4,1	10–140	35	305×123×250	4,2
Invertec V 140-S	Lincoln Electric, США	230	6,2	5–140	35	254×145×350	6
OrigoArc 150	ESAB, Швеция	230	5	4–150	25	380×180×300	6,9
TE 161	MERKLE, Германия	230	3,7	3–150	35	290×152×235	5,3
MOS 138 E	DEKA, Италия	230	2,5	5–130	15	310×120×160	4
Tecnica 140	Telwin, Италия	230	4,2	5–130	25	315×135×210	5,1
Technology 150	Telwin, Италия	230	4,2	5–130	60	430×170×290	9,2
Discovery 140	WECO, Италия	230	6,9	5–140	35	120×310×215	4,3
Handy S 200	LORCH, Германия	230	4,5	10–140	60	280×138×220	4,5
S 1601	CEMONT, Италия	230	4,5	5–150	35	235×145×340	7,7
Transpoket 1500	Fronius, Австрия	230	7	10–150	35	315×110×200	4,7
Piko 140	EWM, Германия	230	6	5–140	35	335×110×220	4,5
DC 140	«ТехноТрон», Россия	220	6,9	10–140	35	310×120×215	4
Торус-200	«ТОР», Россия	220	5	40–200	40	115×185×280	5
Форсаж-125	ГРПЗ, Россия	220	4	40–125	40	330×142×245	6,7
Прогресс-130	«Электрик», Россия	220	5	3–130	35	367×266×163	6
Адонис-2	«Корд», Россия	220	5,1	35–160	60	165×360×370	14,5
ВДУЧ-1371	«СПЕЦЭЛЕКТРОМАШ», Россия	220	4	5–130	100	365×140×196	8
ВМЕ-120	«ПромЭл», Россия	220	2,7	10–120	80	140×240×65	2,2
ВМЕ-140	«ПромЭл», Россия	220	3,2	10–140	80	147×250×65	2,3
ВМЕ-160	«ПромЭл», Россия	220	3,7	10–160	80	170×296×90	3,6

Выбор сварочного аппарата производится по степени его загруженности и по величине выходного тока. Для выбора по первому критерию необходимо просчитать предполагаемую загруженность аппарата (%), отношение времени непрерывной сварки и времени простоя (отдыха). Эта величина называется продолжительностью включения, она показывает, сколько процентов от некоторого временного интервала включения аппарата в сеть допустимо варить на определенном токе. Как правило, в технических характеристиках сварочного аппарата указываются два параметра:

- продолжительность включения на максимальном токе;
- величина тока, ниже которой продолжительность включения равна 100%.

Продолжительность включения, как правило, составляет 10 мин., реже — 15. Кроме того, желательно уточнить, для какой температуры окружающей среды приведены данные. Одни производители указывают их для +25 °С, другие — +40 °С. Понятное дело, что в первом случае сварочный аппарат охлаждается лучше, чем во втором, и продолжительность его включения заметно «подрастает».

Рассмотрим для примера продолжительность включения 40%. Это означает, что работа сварочного аппарата представляет собой чередующиеся четырехминутные интервалы сварки и шестиминутные интервалы охлаждения. Продолжительность включения 100% означает, что сварка может вестись непрерывно в течение достаточно продолжительного

промежутка времени. При проведении работ в жаркое время аппарат нагревается сильнее, поэтому параметр продолжительность включения надо выбирать с некоторым запасом.

Применительно к электродной сварке наиболее часто в разных источниках информации приводится таблица выбора сварочного аппарата по току (табл. 1).

Для потолочных швов максимально допустимая сила тока для выбранного диаметра электрода снижается на 15–20%.

Дополнительно необходимо уточнить, какой максимальный ток указан в паспорте на сварочный аппарат. Причем надо учитывать, что некоторые производители (особенно Китай и т. д.) указывают не максимальный ток сварки, а максимальный ток, отдаваемый аппаратом при коротком замыкании электродов. И тогда заявленные 150 А легко «превращаются» в 100–120 А.

Сравнительные характеристики малогабаритных сварочных инверторов различных производителей приведены в таблице 2. ■

Литература

1. Рама Реди С. Основы силовой электроники. М.: ТехноСфера. 2006.
2. http://masterweld.ru/i_esche_neskolko_slov_
3. <http://instrumental-n.uaprom.net/a17365-svarochnye-inventory-oblasti.html>
4. Милютин В. С., Шалимов М. П., Шанчуров С. М. Источники питания для сварки. М.: Айрис-Пресс. 2007.