

ИНВЕРТОРНЫЕ ИСТОЧНИКИ ПИТАНИЯ СВАРОЧНОЙ ДУГИ

И.П. Адарченко

*Учреждение образования «Гомельский государственный
технический университет имени П.О. Сухого», Беларусь*

Научные руководители: Т.В. Алферова, О.А. Полозова

В производстве сварных конструкций материальные затраты зависят от используемого сварочного оборудования. Прогресс в области сварочного оборудования в последнее время связан с использованием инверторных источников питания сварочной дуги [1].

Появление инверторных источников, в которых формирование выходной частоты обеспечивается собственным генератором на основе электронной схемы, дало возможность управлять формой выходного напряжения и тока, что позволило создать сварочные аппараты, взявшие на себя функции контроля хода сварочного процесса. Правильный выбор режимов сварки и их контроль на протяжении всего процесса являются одними из главных факторов, определяющих качество сварного соединения. Высокое качество процесса сварки достигается за счет возможности управления формой выходного напряжения и тока.

В связи с многообразием свариваемых деталей и сварочных материалов становится достаточно трудно точно подобрать сварочные режимы для качественного выполнения шва. Необходима система, способная выбрать оптимальный режим сварки и управлять им с учетом основных особенностей процесса. Источник питания должен обеспечивать функцию контроля над дугой и регулировать сварочный ток в зависимости от условий протекания сварочного процесса. Только инверторные преобразователи на основе мощных МОП-транзисторов с высокой скоростью переключения в сочетании с микропроцессорным управлением позволили реализовать данные требования.

Оптимальная рабочая точка по каждому типу и диаметру проволоки, виду газа задаются в компьютере и по её положению имеется возможность регулирования соотношения тока, напряжения и скорости подачи проволоки. В память машины могут быть введены до двухсот программ со сварочными режимами различных процессов сварки. Все процессы запрограммированы в виде оптимальной комбинации сварочных параметров диаметра и типа проволоки, типа и состава защитного газа. Важным преимуществом такой техники является её способность достигать хороших результатов при сварке нержавеющей стали, алюминия и цветных сплавов, представляющих определенную проблему для традиционных способов сварки.

Малая масса и габариты, обуславливают применение инверторных источников при сварке на монтаже, в бытовых условиях, а также при разнообразных ремонтных работах.

Использование источников питания нового поколения более экономично: уменьшается расход сварочных материалов, электроэнергии, увеличивается производительность сварочного процесса.

Блок-схема инверторного источника питания сварочного аппарата представлена на рис. 1.

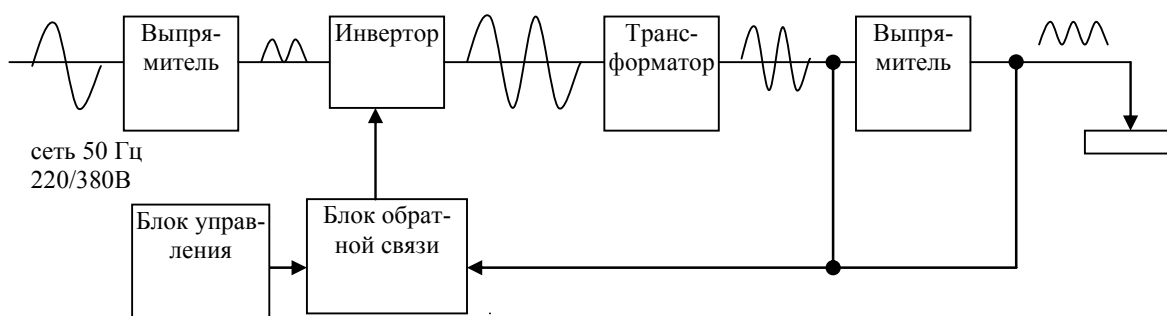


Рис. 1. Блок-схема инверторного источника питания сварочного аппарата

Напряжение сети промышленной частоты преобразуется входным выпрямителем в постоянное порядка 500 В, а затем с помощью инвертора в переменное повышенной частоты (20–100 кГц), которое затем поступает на понижающий высокочастотный трансформатор. К вторичной обмотке трансформатора подключен диодный выпрямитель, к которому через сглаживающий дроссель подсоединен электрод.

Питание трансформатора напряжением высокой частоты позволяет существенно снизить его размеры и вес. Так при частоте 10 кГц по сравнению с частотой 50 Гц масса трансформатора и его габариты уменьшаются в 3 раза, а при частоте 50 кГц уже в 15–17 раз.

Экономия электроэнергии достигается уменьшением потребляемого тока при работе источника питания на холостом ходу и частично уменьшением тока в сварочной дуге при той же эффективности процесса сварки [2].

В общем случае расход электроэнергии определяется по выражению:

$$A_{\text{эпм}} = \omega_{\text{д}} \cdot t_0 + \omega_{\text{хх}} \cdot t_{\text{хх}},$$

где $\omega_{\text{д}}$ – мощность сварочной дуги;

t_0 – основное время сварки;

$\omega_{\text{хх}}$ – мощность холостого хода;

$t_{\text{хх}}$ – время холостого хода источника питания.

Экономия электроэнергии в сварочной дуге возможна за счет уменьшения времени ее горения и увеличения КПД источника питания.

Уменьшение расхода сварочных материалов вызвано изменением процессов происходящих в сварочной дуге: уменьшением переноса электродного металла, повышением устойчивости горения дуги, снижением разбрызгивания. Экономия сварочной проволоки определяется по выражению:

$$\Delta G_{\text{пр}} = M_{\text{нм1}} \cdot (1 + \varphi_1) - M_{\text{нм2}} \cdot (1 + \varphi_2),$$

где $M_{\text{нм1}}$, $M_{\text{нм2}}$ – масса наплавленного металла при сварке на обычном выпрямителе и источнике нового поколения;

φ_1 , φ_2 – коэффициент потерь при сварке на обычном выпрямителе и источнике нового поколения.

Коэффициент потерь зависит от плотности тока. Для механизированной сварки в CO_2 на источнике питания типа ВДУ и ВД равен 15 и 20 % соответственно. При сварке на современных источниках питания коэффициент потерь не превышает 6–8 % как для ручной, так и для механизированной сварки. Общая экономия сварочной проволоки достигает 10–15 %.

Экономия расхода защитного газа хоть и меньше по сравнению с другими источниками экономии, но при больших объемах выполняемых работ становится существенной. Достигается она вследствие уменьшения основного времени при увеличении скорости сварки и определяется из выражения:

$$G_{\text{зг}} = q_{\text{зг}} \cdot t_0,$$

где $q_{\text{зг}}$ – удельный расход защитного газа зависит от диаметра проволоки и силы сварочного тока, в расчётах принимается равным 12 л/мин;

t_0 – основное время сварки.

Экономия средств на электроэнергию при применении инверторных источников питания составляет 37 % от общей экономии, что является существенным показателем, особенно с современных позиций энергосбережения.

С целью экономии электроэнергии в корпусе сварки и окраски РУП «Гомсельмаш» было предложено использование инверторных источников питания сварочной дуги для механизированной дуговой сварки LAX 380 вместо ВДУ-505. Экономия электроэнергии определялась на один комбайн КЗР-10 «Полесье-Ротор» (596 участков дуговой сварки).

Норма расхода электроэнергии (кВт·ч/кг) на сварку определяется по выражению:

$$H_{\text{св}} = \frac{V}{\alpha_{\text{н}} \cdot \eta_{\text{св}} \cdot K_{\text{и}}},$$

где V – напряжение дуги, В (принимается из паспорта сварочного аппарата), 30 В;
 $\alpha_{\text{н}}$ – коэффициент наплавки, 12,6 г/А·ч;
 $\eta_{\text{св}}$ – коэффициент полезного действия сварочной установки, 0,55;
 $K_{\text{и}}$ – коэффициент использования сварочного аппарата (поста) во времени, 0,5.

$$H_{\text{св}} = 30/12,6 \cdot 0,55 \cdot 0,5 = 8,66 \text{ кВт} \cdot \text{ч/кг}.$$

Норма расхода электроэнергии на один комбайн КЗР-10 «Полесье–Ротор» определяется по выражению:

$$H_{\text{изд}} = \frac{G_{\text{п}} \cdot H_{\text{св}} \cdot K_{\text{э}}}{\gamma},$$

где $G_{\text{п}}$ – масса израсходованной проволоки, кг, 47,473 кг/изд;
 $H_{\text{св}}$ – норма расхода электроэнергии, 8,66 кВт·ч/кг;
 $K_{\text{э}}$ – коэффициент использования электродов (проволоки), учитывающий угар, разбрызгивание, огарки, для автоматической сварки 0,98;
 γ – доля участия металла электродов (проволоки) в массе шва. Определяется по технологическим картам или принимается для автоматической сварки равным 0,5.

$$H_{\text{изд}} = 47,443 \cdot 8,66 \cdot 0,98/0,5 = 805,3 \text{ кВт} \cdot \text{ч/изд}.$$

При замене ВДУ-505 на LAX 380 экономия проволоки составляет 30 %, экономия электроэнергии – 20 %

$$\Delta G_{\text{п}} = G_{\text{п}} \cdot 0,7 = 47,443 \cdot 0,7 = 33,21 \text{ кг/изд}.$$

Тогда норма расхода электроэнергии на одно изделие составит

$$H_{\text{изд1}} = 33,21 \cdot 6,93 \cdot 0,98/0,5 = 451,1 \text{ кВт} \cdot \text{ч/изд}.$$

Экономия электроэнергии на одно изделие составит

$$\Delta \mathcal{E} = 805,3 - 451,1 = 354,2 \text{ кВт} \cdot \text{ч/изд}.$$

Производственной программой на 2005 г. планируется выпуск 1200 комбайнов КЗР-10 «Полесье–Ротор», следовательно, годовая экономия электроэнергии составит

$$\Delta \mathcal{E}_{\text{год}} = 354,2 \cdot 1200 = 425,04 \text{ тыс. кВт} \cdot \text{ч}, \text{ или } 119 \text{ тут}.$$

Литература

1. Болотов, С.В. Инверторные источники питания сварочной дуги /С.В. Болотов //Сварочная техника и оборудование. – 2003. – № 9. – С. 18-22.
2. Якубович, Д.И. Техничко-экономическое обоснование эффективности источников питания нового поколения /Д.И. Якубович, И.Н. Ивашнев //Сварочная техника и оборудование. – 2003. – № 9. – С. 26-29.