

МАШИНОСТРОЕНИЕ . МЕТАЛЛУРГИЯ

УДК 621.791

В. М. Белоконь, канд. техн. наук, доц., М. О. Поморцева

ЭНЕРГОПОТРЕБЛЕНИЕ ИСТОЧНИКОВ ПИТАНИЯ ДЛЯ СВАРКИ В ЗАЩИТНЫХ ГАЗАХ

В статье рассмотрены вопросы, связанные с энергопотреблением источников питания для сварки в защитных газах. Предложена методика определения затрат электроэнергии при сварке. При этом исследованы источники питания постоянного тока двух классов: источники питания для сварочных токов до 300 А и источники питания для сварочных токов до 500 А. Исследования приведены для сварочных проволок диаметрами 1,2–1,4 мм для нормальных режимов и диаметрами 1,4–1,6 мм для нормальных и повышенных режимов сварки. Даны рекомендации по выбору источников питания.

Способ сварки в защитных газах находит широкое распространение в промышленности. Этому способствуют [1]:

- высокая производительность;
- высокая концентрация источника тепла, что значительно сокращает зону структурных превращений и деформацию изделий;
- относительно низкая стоимость;
- незначительное взаимодействие металла шва с кислородом и азотом воздуха;
- возможность сварки различных металлов и сплавов в широком диапазоне толщин, от десятков долей миллиметров до десятков миллиметров;
- простота наблюдения за открытой дугой и процессом сварки;
- возможность наложения швов в различных пространственных положениях;
- простота в механизации и автоматизации процесса.

Распространенность способа сварки, ее простота позволили разработать разновидности способов сварки как в среде активных, инертных газах, так и в различных их смесях.

В технологиях при выборе разновидностей способа сварки обращается особое внимание на производительность, качество сварных швов, потери электродного металла на разбрызгивание, необходимость затрат труда на зачистку швов и

околошовной зоны от брызг после сварки, а также на экономическую эффективность.

Экономическая эффективность сварки в защитных газах оценивается трудозатратами на собственно сварку, затратами на вспомогательные операции, электроэнергию, сварочные материалы, затратами на оборудование.

На основании разработанных технологий сварки создан широкий класс сварочного оборудования, в т.ч. многообразии источников питания для одного и того же способа и его разновидностей.

Выбор сварочного оборудования осуществляется на основе получения требуемых режимов сварки. Затраты на потребление электроэнергии источниками питания для сварки, сопоставление этих затрат различным оборудованием одинакового назначения учитываются, как правило, редко. В условиях же рыночных отношений экономия электроэнергии является важной задачей сварочного производства.

В состав основных затрат на электроэнергию входят потери энергии при холостом ходе источника питания, затраты энергии на наложение определенного объема или массы наплавленного металла и на подачу сварочной проволоки приводом подачи полуавтомата.

Затраты электроэнергии на наплавку электродного металла в единицу основного времени могут быть определены по формуле

$$\mathcal{E} = \frac{I \cdot U}{3600 \cdot \eta},$$

где I – сварочный ток, А; U – напряжение дуги, В; η – коэффициент полезного действия источника питания.

Сварочные источники питания, как правило, имеют разные значения некоторых показателей характеристики.

Для сравнения выбираем следующие

источники питания стран СНГ: ВДГ–301, ВДГ–302, ВДУ–301, ВДГИ–301 и фирмы «ЭСАБ» – Aristo Mig. Общие их характеристики хорошо известны по [1–3] и рекламным данным.

Анализ затрат электроэнергии проведен для сварки электродами диаметром 1,2 и 1,4 мм. Средняя величина тока и напряжения при сварке приняты согласно диапазону оптимальных их значений, обеспечивающих малое разбрызгивание и удовлетворительное формирование шва [1]. Их значения приведены в табл. 1.

Табл. 1. Средние значения тока и напряжения

Параметры режима сварки	Диаметр электрода, мм									
	1,2					1,4				
Сварочный ток, А	100	150	200	250	300	100	150	200	250	300
Напряжение на дуге, В	21	23	28	29	32	22	24	27	28	30

Результаты анализа для сварочных токов до 300 А приведены на рис. 1, а, б, которые показывают, что рассматриваемые источники питания потребляют различное количество электроэнергии на сварку шва в течение одной секунды. Чем больше сварочный ток, тем больше затраты.

При одинаковых сварочных токах затраты энергии с применением проволоки диаметром 1,2 мм выше, чем при использовании проволоки диаметром 1,4 мм.

Полученные графические зависимости позволяют определить затраты электроэнергии для конкретных условий сварки. Для этого необходимо в соответствии с величиной сварочного тока и для данного источника питания по графику найти величину расхода электроэнергии и умножить ее на основное время сварки. Например, сварка осуществляется на токе 150 А проволокой диаметром 1,2 мм и с использованием источника питания ВДГИ–301 в течение года. Допустим, что чистое сварочное время, для простоты расчетов, составляет 1 000 ч. Тогда, если в единицу времени затрачивается

1,21 ВА/с, общий расход энергии составит 4356 кВт. Аналогично для такого же режима сварки при применении источника питания Aristo Mig расход энергии в одну секунду 1,14 ВА/с, в течение 1000 ч – 4104 кВт, а при применении выпрямителя ВДГ–301 – 1,29 ВА/с и 4644 кВт соответственно. Остальные исследуемые источники питания потребляют энергию в пределах 4104 и 4644 кВт.

Таким образом, применение менее и более энергозатратного, с этой точки зрения, выпрямителей позволяет получить за 1000 ч экономию электроэнергии до 540 кВт.

При сварке проволокой диаметром 1,2 и 1,4 мм наилучшие результаты по экономии электроэнергии дает применение источника питания Aristo Mig. По сравнению с выпрямителем ВДГ–301 экономия составляет 11–12 %, а с источником питания ВДГИ–301 – 5–7 %. Остальные сравниваемые источники потребляют энергию в промежутке, указанном выше.

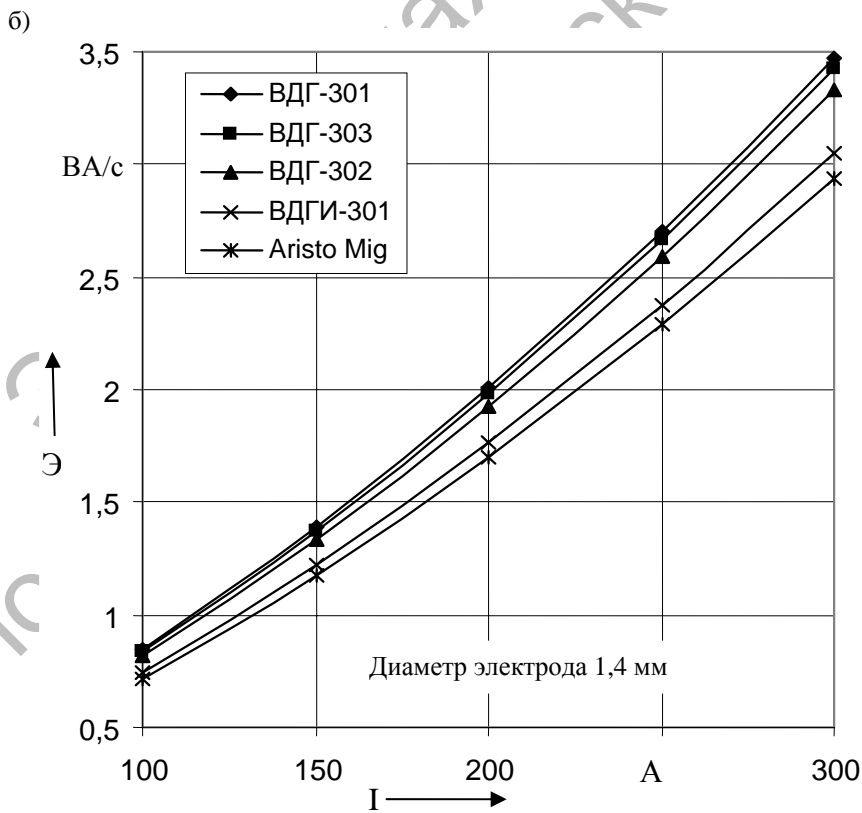
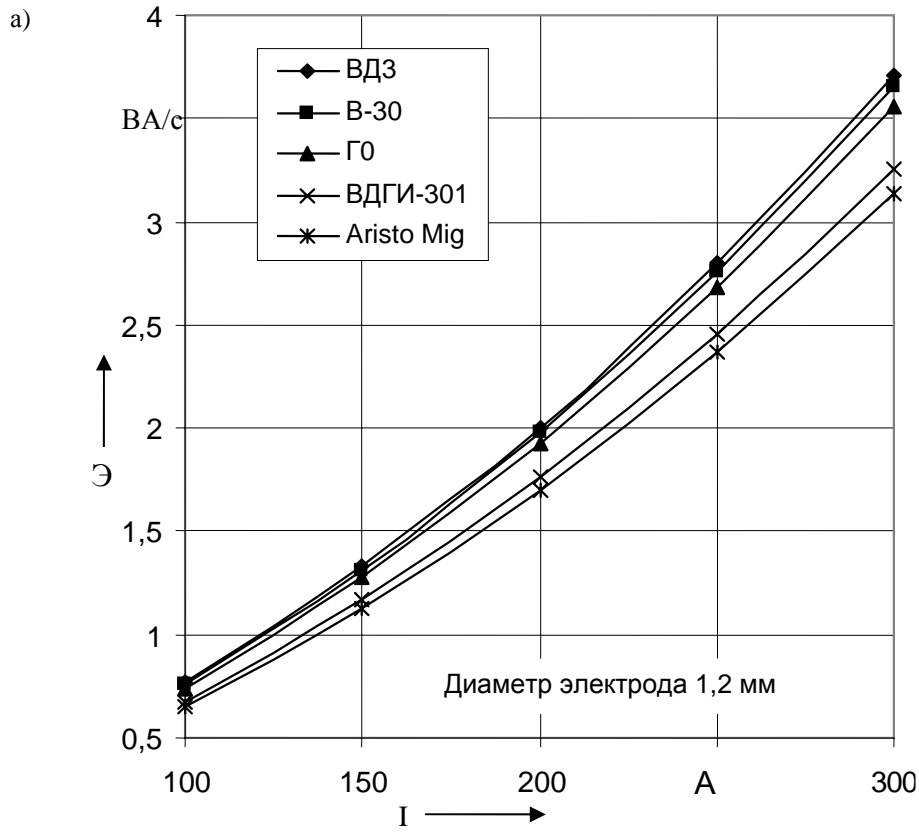


Рис. 1. Зависимость расхода электроэнергии за единицу основного времени от сварочного тока при сварке проволокой диаметром 1,2 мм (а) и проволокой 1,4 мм (б)

Часто сварочные полуавтоматы для сварки в защитных газах комплектуются выпрямителями ВДГ–302 и др. С точки зрения экономии электроэнергии это не всегда обосновано.

Таким образом, лучшим источником питания сварочной дуги является Aristo Mig, близким по энергопотреблению является ВДГИ–301 и худшим – ВДГ–302.

Источником питания Aristo Mig комплектуются полуавтоматы фирмы «ЭСАБ». Эти полуавтоматы имеют и другие преимущества. Они обеспечивают надежное зажигание, устойчивое горение дуги, заварку кратера и т.д.

Источники питания сварочной дуги производства стран СНГ (полупроводниковые выпрямители) потребляют при холостом ходе 0,20–0,30 кВт [3], а выпрямитель Aristo Mig с механизмом подачи проволоки Aristo Feed–30 – 0,06 кВт.

При сварке на токах до 500 А принимаются источники питания ВКСУ–500–1, ВС–500, ВДУ–506, ВДУ–504, ВДУ–505. Средняя величина тока и напряжения при сварке приняты согласно диапазону оптимальных их значений, обеспечивающих малое разбрызгивание и удовлетворительное формирование шва [1]. Их значения приведены в табл. 2 и 3.

Проведен сравнительный анализ затрат электрической энергии при использовании источников питания при сварке в защитных газах сварочными проволоками диаметром 1,4; 1,6; 2,0 мм (рис. 2). Сравнение сварочных токов, на основании которых делался сравнительный анализ, приняты равными 200, 350 и 500 А.

Табл. 2. Средние значения тока и напряжения

Диаметр электрода, мм	Параметры режима сварки	
	Сварочный ток, А	Напряжение на дуге, В
1,4	200	26
	250	28
	300	30
	350	32
	400	34
	450	36
	500	38
1,6	200	24
	250	26
	300	28
	350	30
	400	32
	450	34
	500	36

Табл. 3. Средние значения тока и напряжения для диаметра электрода 2 мм

Диаметр электрода, мм	Параметры режима	
	Сварочный ток, А	Напряжение на дуге, В
2	200	24
	250	25
	300	26
	350	28
	400	30
	450	32
	500	34

а)

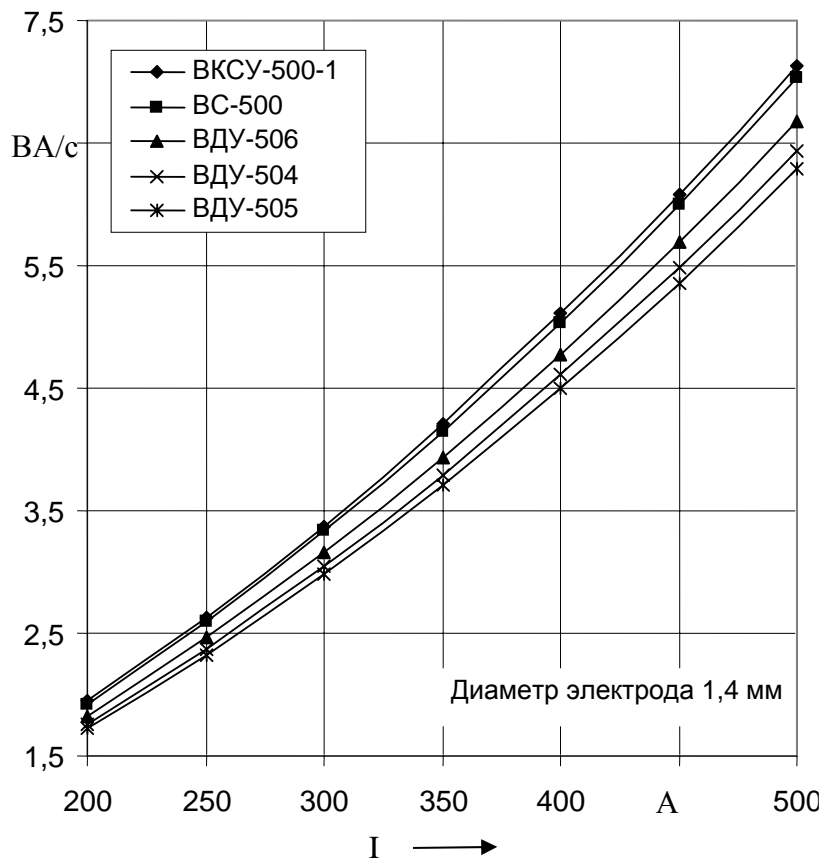
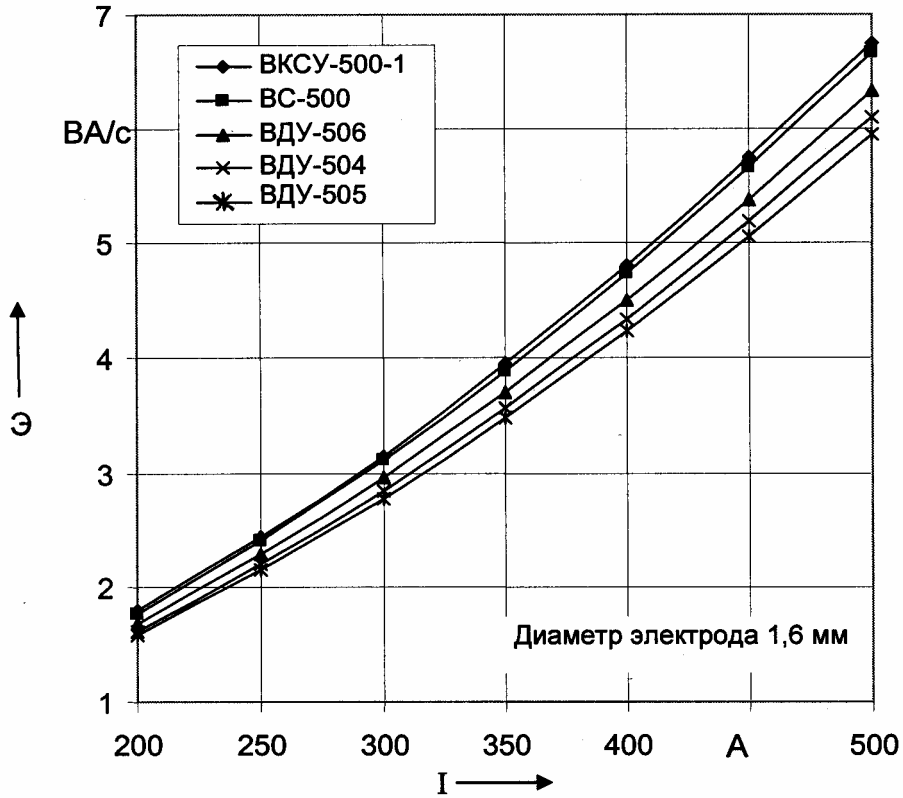
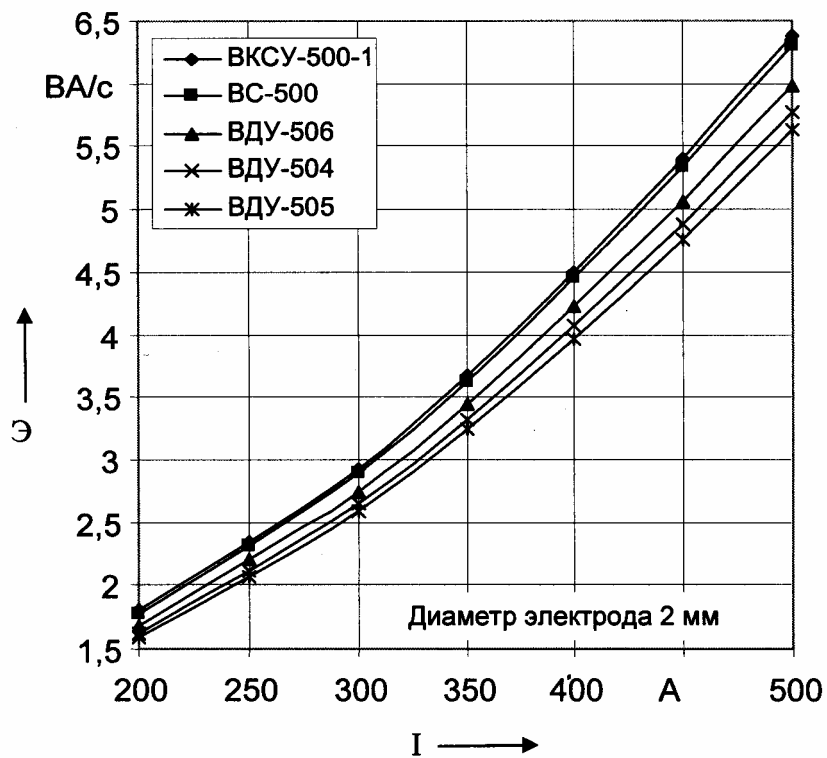


Рис. 2. Зависимость расхода электроэнергии при сварке за единицу основного времени сварочными выпрямителями

б)



в)



Окончание рис. 2

Как показали исследования, изменение затрат электроэнергии в зависимости от тока происходит по кривой, близкой к параболе. Во всех случаях общая закономерность расхода энергии для различных источников питания и диаметров проволок сохраняется. При одинаковых сварочных токах расход электроэнергии с применением проволок диаметром 1,4 мм выше, чем при использовании проволок диаметром 1,6 и 2,0 мм. Для примера приведем некоторые результаты исследований.

Для исследуемых трех токовых режимов затраты электроэнергии в секунду при горении дуги:

– для диаметра проволоки 1,4 мм составляют: ВКСУ–500–1 – 1,95; 4,2; 7,13 Вт/с; ВС–500 – 1,926; 4,418; 7,04 Вт/с; ВДУ–506 – 1,828; 3,938; 6,68 Вт/с; ВДУ–504 – 1,7612; 3,794; 6,436 Вт/с; ВДУ–505 – 1,72; 3,704; 6,283 Вт/с;

– для диаметра проволоки 1,6 мм: ВКСУ–500–1 – 1,802; 3,941; 6,757 Вт/с; ВС–500 – 1,778; 3,889; 6,667 Вт/с; ВДУ–506 – 1,668; 3,692; 6,33 Вт/с; ВДУ–504 – 1,626; 3,557; 6,098 Вт/с; ВДУ–505 – 1,587; 3,472; 5,952 Вт/с;

– для диаметра проволоки 2,0 мм: ВКСУ–500–1 – 1,802; 3,679; 6,381 Вт/с; ВС–500 – 1,778; 3,63; 6,296 Вт/с; ВДУ–506 – 1,687; 3,446; 5,9775 Вт/с; ВДУ–504 – 1,626; 3,32; 5,759 Вт/с; ВДУ–505 – 1,587; 3,241; 5,62 Вт/с.

Полученные значения позволяют определить затраты электроэнергии для конкретных условий сварки. Для этого необходимо в соответствии с величиной сварочного тока и для данного источника найти величину расхода электроэнергии и умножить ее на основное время сварки. Например, сварка осуществляется на токе 350 А проволокой диаметром 1,6 мм и с использованием источников питания ВКСУ–500–1 и ВДУ–505 в течение года. Чистое время сварки за год, для простоты расчетов, составляет 1 000 ч. В единицу времени затрачивается 3,941 и 3,472 Вт/с

для первого и второго источников соответственно. Общий годовой расход энергии составляет для источника питания ВКСУ–500–1 – 14 188 кВт, для ВДУ–505 – 12 499 кВт. Годовая экономия при применении источника питания ВДУ–505 вместо источника питания ВКСУ–500–1 составит 1 689 кВт.

Сопоставляя полученные данные, видно, что разность в затратах электроэнергии лучшего и худшего источников питания при диаметре проволоки 1,4 мм и токе 200 А составляет 0,23 Вт/с, при токе 350 А – 0,468 Вт/с, при токе 500 А – 0,804 Вт/с. Остальные источники питания имеют по этому показателю промежуточные значения. При этом разность возрастает с увеличением сварочного тока. Однако в процентном отношении остается постоянной.

Аналогично возможно определение энергозатрат и экономия электроэнергии при сравнении иных источников питания и для случая применения других диаметров сварочных проволок.

Полные затраты электроэнергии включают расход электроэнергии на подачу сварочной проволоки и работу источника питания на холостом ходу.

Расход электроэнергии на подачу сварочной проволоки является незначительным. Промышленные полуавтоматы, как правило, имеют близкие значения по этому показателю.

Данные исследования позволяют рекомендовать для промышленного применения источник питания ВДУ–505 или ВДУ–504 (нежелательно использование выпрямителей ВКСУ–500–1, ВС–500).

Выводы

1. Предложен метод определения затрат электроэнергии сварочными источниками питания для сварки проволоками диаметром 1,2–2 мм.

2. Приведены данные по расходу

электроэнергии источниками питания при сварке в единицу основного времени в широком диапазоне режимов.

3. При сварке на сварочных токах до 300 А наименее энергозатратными являются выпрямители ВДГИ-301 и Aristo Mig.

4. При сварке источниками питания для сварки до 500 А следует отдавать предпочтение источникам питания ВДУ-504 и ВДУ-505.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. **Потапьевский, А. Г.** Сварка в защитных газах плавящимся электродом / А. Г. Потапьевский. – М. : Машиностроение, 1974. – 240 с.
2. **Панащенко, Н. И.** Нормирование расхода материалов и электроэнергии при сварки в углекислом газе и смесях газов. Автоматическая сварка / Н. И. Панащенко, В. М. Гаева, А. К. Карнаух. – 1996. – № 4. – С. 41–45.
3. Экономическая эффективность новой сварочной техники / В. И. Снежко [и др.]. – Киев : Техника, 1975. – 168 с.

Белорусско-Российский университет
Материал поступил 12.11.2006

V. M. Belokon, M. O. Pomorceva
Intake energetic power of power supplies for welding in protective gases
Belarusian-Russian University

In clause the questions connected with electric power intake of power supplies for welding in protective gases are considered. Thus the power supplies of a constant current of two classes are investigated: power supplies for welding currents up to 300 A and power supplies for welding currents up to 500 A. The researches are given for welding wire by diameters 1,2–1,4 mm for normal modes and diameters 1,4–1,6 mm for the normal and increased modes of welding.