

Вестник Евразийской науки / The Eurasian Scientific Journal <https://esj.today>

2018, №2, Том 10 / 2018, No 2, Vol 10 <https://esj.today/issue-2-2018.html>

URL статьи: <https://esj.today/PDF/45SAVN218.pdf>

Статья поступила в редакцию 03.04.2018; опубликована 28.05.2018

Ссылка для цитирования этой статьи:

Арутюнов Ю.А., Балашова С.А., Чащина Е.Е., Шеманаева Л.И. Ручная дуговая сварка тонколистового металла // Вестник Евразийской науки, 2018 №2, <https://esj.today/PDF/45SAVN218.pdf> (доступ свободный). Загл. с экрана. Яз. рус., англ.

For citation:

Arutyunov Yu.A., Balashova S.A., Chaschina E. E., Shemonaeva L.I. (2018). Manual arc welding of sheet metal. *The Eurasian Scientific Journal*, [online] 2(10). Available at: <https://esj.today/PDF/45SAVN218.pdf> (in Russian)

УДК 69.056

ГРНТИ 67.17.27

Арутюнов Юрий Артемович

ФГБУ «Научно-клинический центр спортивной медицины федерального медико-биологического агентства России», Москва, Россия
Ведущий научный сотрудник
Кандидат физико-математических наук, доцент
E-mail: double-spiral@yandex.ru
РИНЦ: http://elibrary.ru/author_profile.asp?id=9311

Балашова Светлана Александровна

ОАО «ВНИИ «Сигнал», Ковров, Россия
Начальник лаборатории надежности
Кандидат технических наук
E-mail: balashovasveta@list.ru
РИНЦ: http://elibrary.ru/author_profile.asp?id=536699

Чащина Елена Евгеньевна

ФГОУ ВО «Национальный исследовательский Московский государственный строительный университет», Москва, Россия
Студент
E-mail: kanircha@list.ru

Шеманаева Людмила Ивановна

ФГБОУ ВО «Ковровская государственная технологическая академия им. В.А. Дегтярева», Ковров, Россия
Кандидат технических наук, доцент
E-mail: sheluv@mail.ru
РИНЦ: https://elibrary.ru/author_profile.asp?id=661332

Ручная дуговая сварка тонколистового металла

Аннотация. В статье показана возможность реализации технических решений по применению ручной дуговой сварки для получения неразъемных соединений элементов, создающих каркас здания, выполненных из гнутых профилей, изготовленных из полосы тонколистовой стали толщиной 0,7-1,5 мм. Работа направлена на повышение устойчивости и стабильности процесса ручной дуговой сварки покрытыми электродами при выполнении операций стыковой сварки углеродистых и легированных сталей толщиной до 1 мм, а именно разработку электронного преобразователя тока для компенсационного управления динамическими свойствами источника питания. Целью исследований является разработка электронного преобразователя тока для компенсационного управления динамическими свойствами источника питания типа DC/Arg SM-160.

В работе, разработан алгоритм управления сварочным аппаратом ручной дуговой сварки посредством обратной связи по силе тока. Предложена схема, реализующая компенсационное управление динамическими свойствами источника питания сварочного аппарата типа DC/Arc SM-160. Приведены результаты численного эксперимента, проведенного с использованием пакета схемотехнического моделирования Electronics Workbench имитирующего произвольное движение электрода относительно свариваемой поверхности вследствие дрожания руки сварщика. Показано, что предложенная схема компенсационного управления позволяет снизить паразитное влияние, вызванное изменением электродинамических сил, воздействующих на расплавленный металл. Выполнен анализ результатов физического эксперимента, выполненного термическим воздействием на образцы из ст. 20 электродами типа ЛЭЗ МР-3 диаметром 2 мм при ручной сварке. Показана возможность получения сварных соединений малых толщин путем стабилизации мощности теплового источника в диапазоне до 700 Вт при реализации компенсационного управления динамическими свойствами источника питания.

Ключевые слова: каркас; неразъемное соединение; профиль; тонколистовая сталь; ручная дуговая сварка; инвертор; электронный преобразователь; компенсационное управление

Введение

В настоящее время для строительства малоэтажных, быстровозводимых зданий приобретает распространение современная технология альтернативного легкосборного домостроения СТАЛДОМ с несущим каркасом из тонкостенных металлических профилей¹. Вертикальные стойки, горизонтальные лежни и соединительные элементы, создающие каркас здания, в этом случае выполняются из гнутых профилей, изготовленных из полосы тонколистовой стали толщиной 0,7-1,5 мм. Однако, несмотря на то, что основным материалом в этом случае является сталь, соединение тонколистовых профилей между собой выполняется винтами-саморезами. Такое соединение отличается рядом недостатков, связанных с наличием ограничений как по типу соединения, выполняемого только внахлест, так и по долговечности, т. к. соединения винтами-саморезами со временем могут расшатываться. Кроме того, следует так же отметить необходимость проведения предварительной подготовки, связанной со сверлением отверстий и т. п. Перечисленные недостатки ограничивают широкое распространение технологии СТАЛДОМ и удорожают монтаж несущего каркаса. Известно, что одним из наиболее эффективных способов создания неразъемных стальных соединений является ручная дуговая сварка, получившая в последнее время широкое распространение, вызванное интенсивным развитием малогабаритных источников питания, так называемых сварочных инверторов, отличающихся компактностью, надежностью, удобством в эксплуатации, долговечностью и стабильности характеристик электрической дуги. Однако доля ручной дуговой сварки плавящимся электродом, при выполнении сварных соединений металлов толщиной до 1 мм мала, т. к. серийно выпускаемые инверторы не обеспечивают требуемое качество сварного соединения. Это делает актуальным решение задачи совершенствования сварочных инверторов, путем расширения функциональных возможностей существующих установок ручной дуговой сварки плавящимся электродом.

¹ Комплектные быстровозводимые здания по технологии ЛСТК «СТАЛДОМ» // Талдом Профиль. URL: <http://www.taldom-profil.ru/production/lstk/technology-lstk/> (дата обращения: 04.04.2018).

Научная новизна

Результаты исследований, выполненных нами ранее [1-4] показали, что сварку встык металла толщиной до 1 мм целесообразно производить плавящимся электродом диаметром 2,0 мм с основным или рутиловым покрытием при скорости линейного перемещения электрода относительно кромок свариваемых поверхностей 0,005...0,04 м/с. Так же было показано, что сварку целесообразно производить при токе до 80 А при сохранении мощности теплового источника на уровне 700 Вт.

Известно, что при ручной дуговой сварке скорость плавления электрода изменяется и зависит как от скорости подачи электрода в направлении сварочной ванны, так и от скорости перемещения электрода вдоль свариваемой поверхности [5]. При приближении торца электрода к сварочной ванне, длина дуги и ее напряжение уменьшаются, а сила тока возрастает до уровня, соответствующего короткому замыканию. Быстрое изменение силы тока сопровождается увеличением сжимающего действия электромагнитных сил, что приводит к разрыву перемычки из жидкого металла, образующейся между электродом и поверхностью свариваемых деталей. При этом капля металла с торца электрода отрывается, что приводит к разбрызгиванию. Кроме того, ток такой величины, проходя через узкую перемычку, образованную между каплей на конце электрода и ванной расплава на поверхности свариваемых деталей, приводит к выплеску металла [6]. Одним из традиционных способов уменьшения разбрызгивания металла при сварке является уменьшение сжимающего усилия, возникающего при коротком замыкании [7]. С целью снижения сжимающего усилия одним из способов является ограничение скорости изменения силы тока включением в цепь катушки индуктивности. Если предположить, что частота изменения силы тока, вызванное дрожанием руки оператора составит 20 Гц. Тогда полагая, для упрощения расчетов, колебания гармоническими с изменением силы тока по амплитуде в диапазоне 10 % равным $\Delta I = 8$ А, и принимая период колебаний равным $T = 1/20 = 0,05$ с можно считать, что компенсировать изменение силы тока следует на временном интервале t равном половине периода, т. е. 0,025 с. С учетом сделанных приближений индуктивность катушки должна составлять:

$$L = \frac{U \cdot t}{\Delta I} = \frac{10 \cdot 0,025}{8} = 31\,250$$

мкГн. Оценим параметры катушки, индуктивность которой соответствует рассчитанной величине 31 250 мкГн. Выполним расчет по алгоритму с применением эллиптических интегралов Максвелла с помощью онлайн калькулятора². При выполнении расчета принимаем, что диаметр провода, которым намотана катушка индуктивности выбран из условия протекания тока 80 А и в соответствии с известными рекомендациями [8] составляет 5 мм. Результаты расчета показали, что требуемая индуктивность достигается при намотке медного провода длиной 408,3 м. При изменении диаметра каркаса D или длины намотки l , общая длина провода L_w изменяется незначительно, в диапазоне 398-410 м. Оценим вес катушки индуктивности, выполненной проводом диаметром 5 мм с длиной намотки 400 м без учета веса каркаса и изоляции. При выполнении расчета используем онлайн калькулятор³, алгоритм работы, которого, основан на определении удельного веса металла по размерам проката на основании известной плотности цветного металла при 20 °С. Результаты расчета показали, что в случае использования катушки индуктивности для решения задачи уменьшение сжимающего усилия, возникающего при коротком замыкании путем ограничения скорости изменения силы тока, ее масса превышает

² Катушка индуктивности // Wpcalc. Easy to calculate. URL: <http://wpcalc.com/> (дата обращения: 29.03.2018).

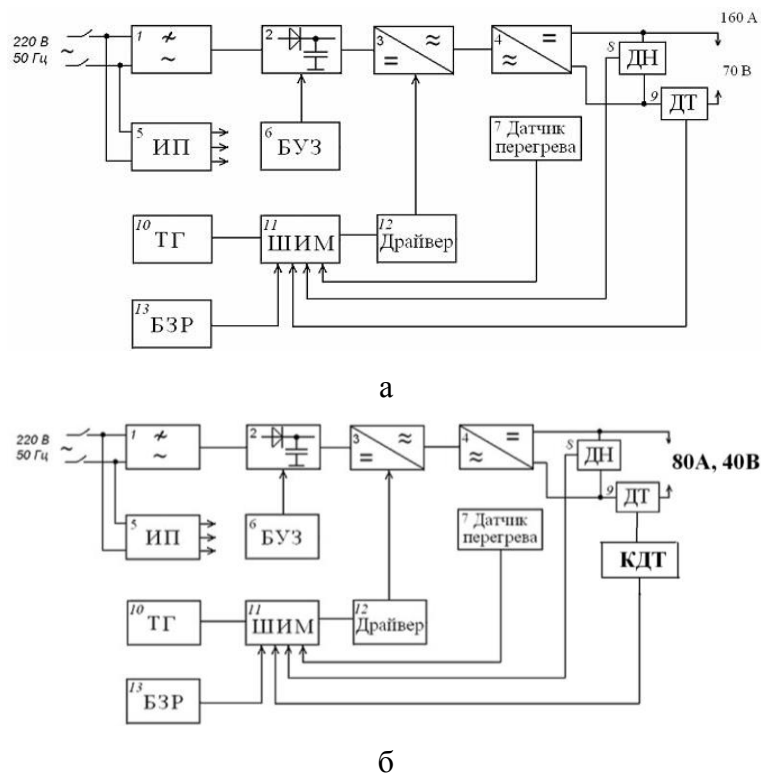
³ Калькулятор металла // Центральный металлический портал РФ. URL: http://metallcheckiy-portal.ru/calculator/calculator_metalla (дата обращения: 29.03.2018).

70 кг. Учитывая, что вес сварочного аппарата типа DC/Arc SM-160 не превышает 9 кг⁴, становится очевидным нецелесообразность использования катушки индуктивности для решения задачи уменьшение сжимающего усилия. Другим способом решения задачи уменьшение сжимающего усилия является ограничение скорости изменения силы тока путем «сглаживания» фронта изменения сигнала ШИМ.

Научная новизна заключается в компенсационном управлении динамическими свойствами источника питания сварочного аппарата.

Методы реализации

Рассмотрим работу сварочного аппарата (рис. 1а): Сетевой выпрямительный блок 1 преобразует переменное напряжение сети в постоянное, которое сглаживается с помощью низкочастотного фильтра 2. Затем, выпрямленное напряжение преобразуется в однофазное переменное высокой частоты с помощью инвертора 3, управляемого ШИМ по сигналам тактового генератора 10.



ИП – источника питания; ТГ – тактовый генератор; БЗР – блок запрета/разрешения работы ШИМ; БУЗ – блок управления задержкой; ДН – датчик напряжения в зоне сварки; ДТ – датчик тока в зоне сварки

Рисунок 1. Структурная схема сварочного аппарата:

а – базовый вариант [3]; б – с блоком коррекции КДТ (разработан авторами)

Специфическим недостатком подобных сварочных аппаратов является также повышенный шум, издаваемый высокочастотным трансформатором и дугой. Поэтому наиболее распространенным способом борьбы с шумом является повышение рабочей частоты в инверторе 3 выше 20 кГц, что выводит акустический эффект за пределы слышимого звука. Далее напряжение понижается трансформатором до требуемого уровня, выпрямляется блоком

⁴ Инверторная сварочная техника Powwel // Мастер-сварщик. URL: http://masterweld.ru/d/48003/d/dc_arc.pdf (дата обращения: 29.03.2018).

вентилей 4, проходит через и подается на дугу в виде сглаженного напряжения. Регулирование режима сварки осуществляется несколькими способами, наиболее широкое распространение получило амплитудное, широтное и частотное регулирование режима в инверторном выпрямителе посредством ШИМ. Результаты математического моделирования, выполненные нами ранее [2, 4] показали, что поддержание постоянства тепловой мощности источника при изменении длины сварочной дуги возможно путем регулирования рабочего напряжения дуги сварки, а следовательно, и рабочего тока сварки. Принимаем (см. рис. 1а), что сигнал датчика тока является управляющим сигналом ШИМа, регулирующего рабочее напряжение дуги сварки, а следовательно, и рабочего тока сварки. Это позволяет предположить, что коррекция сигнала ДТ позволит «сгладить» произвольные движения руки сварщика, которые резко меняют рабочий ток сварки, что, как было показано выше, влечет за собой ухудшение качества шва.

Рассмотрим возможность компенсационного управления динамическими свойствами источника питания сварочного аппарата. Видно (см. рис. 1а), что сигнал датчика тока является управляющим сигналом ШИМа, регулирующего рабочее напряжение дуги сварки, а следовательно, и рабочего тока сварки. Это позволяет предположить, что коррекция сигнала ДТ позволит «сгладить» произвольные движения руки сварщика, которые резко меняют рабочий ток сварки, что, как было показано выше, влечет за собой ухудшение качества шва. Выполним коррекцию сигнала ДТ введением корректирующего устройства в цепь сигнала с датчика тока (см. рис. 1б). В структурной схеме сварочного аппарата корректор датчика тока (КДТ), конструктивно располагается последовательно с ДТ, перед ШИМ, что позволяет регулировать рабочее напряжение через ШИМ в соответствии с требуемым алгоритмом. Блок-схема КДТ представлена на рис. 2.



Рисунок 2. Блок-схема КДТ (разработан авторами)

Входной блок 1 обрабатывает сигнал с ДТ, согласуя его с рабочими характеристиками КДТ. Первый каскад демпфирования 2 уменьшает скорость изменения напряжения, пропорционально рабочему току дуги. Второй каскад демпфирования 4 на основании анализа в блоке 3 согласует полярность выходного сигнала КДТ с полярностью сигнала ДТ. Алгоритм работы КДТ (см. рис. 2) приведен на рис. 3.

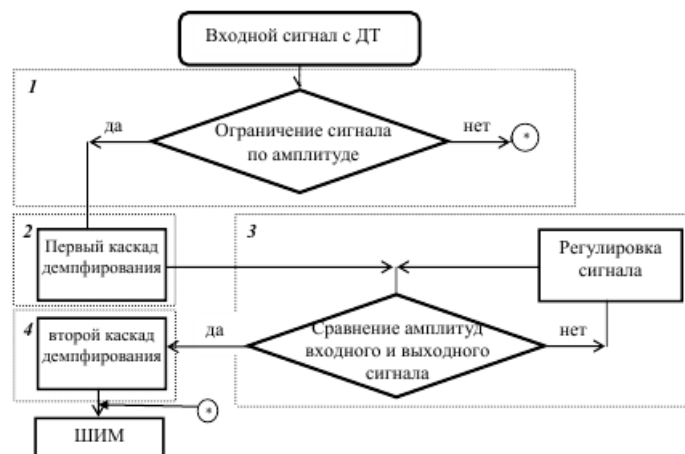
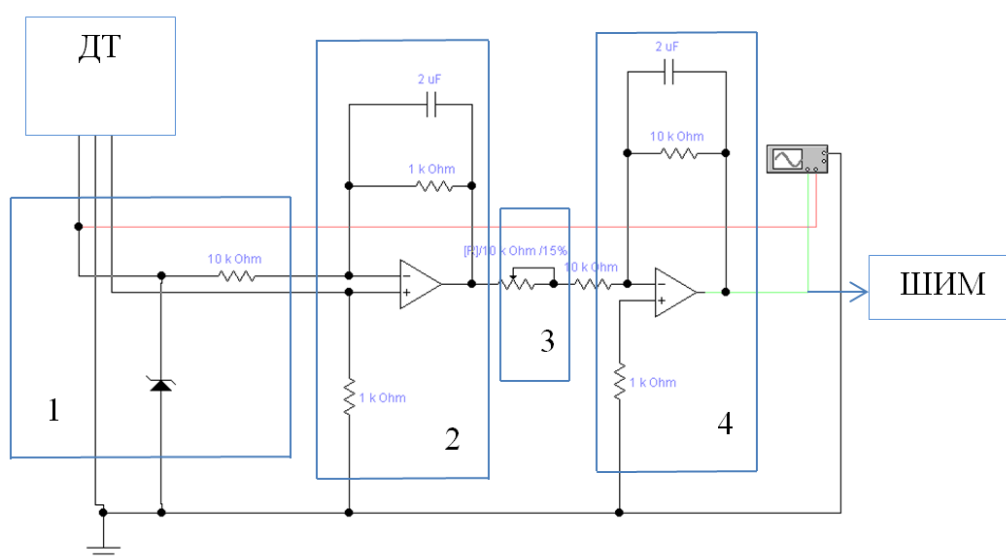


Рисунок 3. Алгоритм КДТ (разработан авторами)

Выходной сигнал с ДТ представляет из себя напряжение величиной $U_{дт}$. Сигнал с ДТ поступает на входной блок 1 (см. рис. 3) в котором происходит сравнение сигнала по амплитуде. Если выполняется условие $U_{дт} \leq 5$ В, тогда сигнал поступает на первый каскад демпфирования (блок 2, см. рис. 3). Если условие не выполняется, т. е. ток меньше положенного, тогда сигнал с ДТ поступает непосредственно на ШИМ и работа сварочного аппарата идет в соответствии со штатным режимом. С выхода блока 2 сигнал напряжением $U_{кдт}$ поступает в аттенуатор (блок 3, см. рис. 3), где происходит сравнение уровня сигналов. Если условие $U_{кдт} = U_{дт}$ выполняется, тогда сигнал поступает дальше на второй каскад демпфирования (блок 4, см. рис. 3). В случае если условие $U_{кдт} = U_{дт}$ не выполняется, тогда происходит регулировка сигнала.

Схема электрическая принципиальная КДТ, разработанная в соответствии с алгоритмом работы (см. рис. 3) приведена на рис. 4. В предлагаемой схеме КТД, в соответствии с предложенным алгоритмом и структурой построения (см. рис. 2, 3).



1 – входной блок, ограничивает входной сигнал по амплитуде; 2 – первый каскад демпфирования представляет собой интегратор с коэффициентом усиления 1; 3 – аттенуатор обеспечивает сравнение амплитуд входного и выходного сигнала; 4 – второй каскад приводит фазу выходного сигнала к фазе сигнала ДТ

Рисунок 4. Электрическая схема КДТ (разработан авторами)

Результаты

Моделирование работы схемы КДТ производилось с использованием пакета схемотехнического моделирования Electronics Workbench. Здесь частота колебаний тока, вызванного «дрожанием» руки оператора, задавалась внешним генератором с частотой 1-15 Гц. В качестве «закона» имитирующего колебание расстояния между концом электрода и поверхностью свариваемых деталей принимался наиболее «тяжелый» режим, мгновенное изменение расстояния, вызывающий наиболее интенсивное разбрызгивание металла из-за действия на расплавленный металл значительных электродинамических усилий, а также пилообразный закон, сопровождающийся меньшим градиентом изменения силы тока. Видно, что во всех случаях, предложенная схема позволяет увеличить длительность фронта и как следствие снизить величину электродинамических сил, воздействующих на расплавленный металл. Результаты математического эксперимента в среде Electronics Workbench приведены в табл. 1, 2.

Таблица 1

Зависимость времени демпфирования от частоты

f, Гц	t, мс		
	$U_{\text{дм}} = 1 \text{ В}$	$U_{\text{дм}} = 2 \text{ В}$	$U_{\text{дм}} = 3 \text{ В}$
1	75,6	76,1	79,6
2	77,4	76,1	79,6
3	77,4	76,1	74,7
5	76,7	76,1	76,1
7	71,8	71,2	71,2
9	55,7	55,7	55,7
12	41,7	41,7	41,7
15	33,4	33,4	33,4

Разработан авторами

Таблица 2

Зависимость времени демпфирования от амплитуды сигнала ДТ, частота 3 Гц

$U_{\text{дм}}, \text{В}$	0,5	1	2	3	4	5	7	9	12
t, мс	75,8	75,0	75,1	75,0	77,2	77,4	77,7	77,4	76,4

Разработан авторами

Видно, что независимо от величины сигнала датчика тока $U_{\text{дт}}$, пропорционального силе тока сварочной дуги, для различных частот возмущающего воздействия f сохраняется зависимость изменения времени t , на которое увеличивается длительность фронта сигнала, поступающего на ШИМ.

Экспериментальное исследование работоспособности предложенного алгоритма и схемы управления выполнены путем снятия осциллограмм тока (рис. 5), текущего через электрод ЛЭЗ МР-3 диаметром 2 мм при ручной дуговой наплавке по поверхности образцов из ст. 20 без образования прожига и непровара.

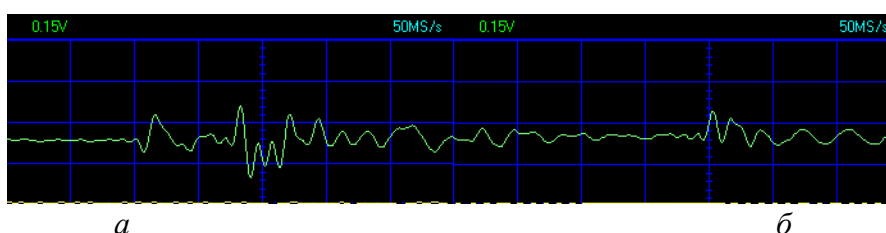


Рисунок 5. Осциллограмма: а – базовый вариант (см. рис. 1а); б – с блоком коррекции КДТ (см. рис. 1б) (разработан авторами)

Экспериментальная проверка сделанного предположения осуществлялась посредством сварки встык указанными выше электродами образцов ст. 20 толщиной 1 мм (рис. 6).

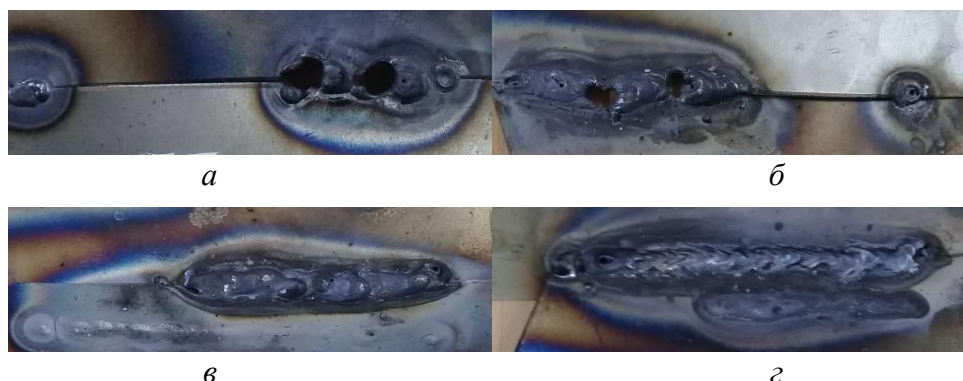


Рисунок 6. Фотографии сварных швов встык (а, б) и внахлест (в, г): а, в – базовый вариант (см. рис. 1, а); б, г – с блоком коррекции КДТ (см. рис. 1б) (разработан авторами)

Обсуждение

В соответствии с известными рекомендациями [9] при ручной дуговой сварке металла толщиной менее 3 мм диаметр электрода подбирают примерно равной толщине металла заготовок. Эти рекомендации обусловлены тем обстоятельством, что минимальный ток, на котором выполняется сварка, ограничен способностью расплавлять стальную проволоку плавящегося электрода, а максимальное значение ограничено прожогом свариваемого металла. При выполнении строительных работ по технологии СТАЛДОМ толщина заготовок, которые должны быть определяется сортаментом и составляет 0,7-1,5 мм. Однако диаметр используемых при ручной дуговой сварке плавящихся электродов определяется сортаментом проволоки, из которого они изготавливаются. Согласно ГОСТ 2246-70 для изготовления электродов используются проволоки номинальным диаметром не менее 1,6 мм, кроме того, согласно реестру сварочных материалов, составленному по состоянию на 21.06.2016 г. в настоящее время электроды для ручной дуговой сварки производятся диаметром не менее 2,0 мм. Поэтому, для сварки металлов толщиной до 1.5 мм сварка электродами применяется крайне редко. Согласно типовым рекомендациям⁵, для таких толщин лучше использовать полуавтоматы или аргонодуговую сварку, что мало применимо для эксплуатации на строительной площадке.

Осциллограмма (см. рис. 5) снята по результатам измерения напряжения на шунте, подключенном непосредственно к электрододержателю аппарата ручной дуговой сварки типа DC/Arc SM-160. Видно, что амплитуда колебаний тока, вызванная изменением дугового промежутка из-за угара электрода и дрожания руки сварщика, примерно в 2-2,5 раза меньше при использовании коррекции. Таким образом, можно предположить, что предложенный алгоритм и его реализация позволяет ограничивать скорость изменения силы сварочного без включения в цепь катушки индуктивности.

Анализ образцов полученных дуговой сваркой (см. рис. 6) показывает, что при сварке встык в обоих случаях, наблюдаются прожиги, что ограничивает возможность нормальной эксплуатации конструкции. Однако при коррекции количество КТД прожигов меньше. Количество прожигов на единицу длины шва не позволяет считать шов качественным, однако снижение количественного состава косвенно подтверждает сделанное ранее предположение о возможности ограничивать скорость изменения силы сварочного без включения в цепь катушки индуктивности. При сварке внахлест, визуально шов более ровный при коррекции тока. Отчасти повышение качества шва внахлест связано со снижением требований, предъявляемых к величине зазора между заготовками, величина которого не должна превышать 0,5 мм [9]. При сварке внахлест, поверхности заготовок в состоянии проката обеспечивают выполнение этого требования без применения специальных приспособлений.

Таким образом, результаты исследования показали, что применение КТД позволяет заменить при ручной дуговой сварке габаритные аналоги в виде катушек индуктивности и за счет снижения сжимающих усилий обеспечить выполнение требований, принятых в строительных организациях, согласно которым расчетное сопротивление для профиля, изготовленного из малоуглеродистых сталей в месте соединения, не должно быть менее 90 % [10]. Учитывая, что применение сварки, по сравнению с соединением винтами-саморезами, позволяет получать 10-20 % экономии металла в стропильных конструкциях [11], а так же учитывая снижение стоимости сварных изделий, в результате как уменьшения веса сварных конструкций, так и снижения трудоемкости изготовления, можно полагать что предложенное в статье схмотехническое решение, направленное на применение ручной дуговой сварки

⁵ Как выбрать электрод для сварки // Евротек. URL: http://evrotek.spb.ru/info/stati/i_welding/27275/ (дата обращения: 04.04.2018).

тонколистового профиля, позволит сделать ручную дуговую сварку ведущим технологическим процессом при соединении металлических профилей при выполнении строительных работ по технологии СТАЛДОМ.

Выводы

В работе, разработан алгоритм и схема управления сварочным аппаратом ручной дуговой сварки типа DC/Arg SM-160 посредством обратной связи по силе тока. Предложена схема электронного блока управления. Моделирование в среде EWB показало возможность получения сварных соединений малых толщин путем стабилизации мощности теплового источника в диапазоне до 700 Вт при реализации компенсационного управления динамическими свойствами источника питания.

ЛИТЕРАТУРА

1. Продление ресурса оборудования для наземных обработок космических аппаратов / С.А. Балашова, Е.А. Чащин, И.В. Шилов, А.А. Митрофанов / Информатика и космос 2009. №2, С. 115-119.
2. Математическая модель коррекции тока для компенсации изменения высоты электрода в процессе ручной дуговой сварки / Ю.А. Арутюнов, А.А. Дробязко, Е.А. Чащин, П.А. Шашок, И.В. Шилов, А.А. Фероян / Интернет-журнал «НАУКОВЕДЕНИЕ» Том 9, №2 (2017) <http://naukovedenie.ru/PDF/18TVN217.pdf> (доступ свободный).
3. Повышение комплекса механических характеристик сварного соединения ленточных бесконечных пил / Ю.А. Арутюнов, А.А. Дробязко, Е.А. Чащин, П.Е. Шашок / Ростовский научный журнал 2017. №6, С. 201-208.
4. Ручная дуговая сварка металлов малых толщин / Ю.А. Арутюнов, А.А. Дробязко, П.А. Шашок, А.А. Фероян / Молодой ученый 2017. №28 (162), С. 19-22.
5. Сварка и свариваемые материалы: в 3-х т. Т.II. Технология и оборудование. Справ. изд. / Под ред. В.М. Ямпольского. – М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 1996. – 574 с.
6. Китаев А.М., Китаев А.Я. Справочная книга сварщика. – М.: Машиностроение, 1985. – 256 с.
7. Машиностроение. Энциклопедия / Ред. совет: К.В. Фролов (пред.) и др. – М.: Машиностроение. Оборудование для сварки. Т. IV-6 / В.К. Лебедев, С.И. Кучук-Яценко, А.И. Четвертко и др.; Под ред. Б.Е. Патона, 1999. – 496 с.
8. Правила устройства электроустановок. – М.: Госторгиздат, 2015. – 144 с.
9. Сварка в машиностроении: Справочник. Т.2. / Под ред. А.И. Акулова. – М.: Машиностроение, 1978. – 462 с.
10. Николаев Г.А. Расчет, проектирование и изготовление сварных конструкций. М.: Высшая школа, 1971. – 760 с.
11. О прогнозировании создания и финансирование производства новой продукции / Ю.А. Арутюнов, И.П. Архипов, А.А. Дробязко, В.А. Глинских, В.Б. Зотова, А.А. Рудой, Е.А. Чащин / Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. 2017. №5-1, С. 105-110.

Arutyunov Yuri Artemovich

Scientific-Clinical center of sports medicine federal medical-biological agency of Russia, Moscow, Russia
E-mail: double-spiral@yandex.ru

Balashova Svetlana Aleksandrovna

Joint-Stock Company "All-Russian Scientific-research institute "Signal", Kovrov, Russia
E-mail: balashovasveta@list.ru

Chaschina Elena Yevgenyevna

National research university Moscow state construction university, Moscow, Russia
E-mail: kanircha@list.ru

Shemonaeva Ludmila Ivanovna

Kovrov state technical academy, Kovrov, Russia
E-mail: sheluv@mail.ru

Manual arc welding of sheet metal

Abstract. The article shows the possibility of implementing technical solutions for the use of manual arc welding to obtain permanent connections of elements that create the frame of the building, made of bent profiles made of sheet steel strip thickness 0,7-1,5 mm. The work is aimed at improving the sustainability and stability of the process of manual arc welding with coated electrodes when performing operations the butt-welding carbon and alloy steels up to a thickness of 1 mm, namely the development of an electronic current transducer for the compensation to control the dynamic properties of the power source. The aim of the research is to develop an electronic current Converter for compensating control of the dynamic properties of the DC/Arc SM-160 type power supply.

In work, the algorithm of control of the welding machine of manual arc welding by means of feedback on current is developed. The scheme realizing compensation control of dynamic properties of power supply source of welding machine of type DC/Arc SM-160 is offered. The results of the numerical experiment carried out using a package of circuit simulation Electronics Workbench simulating the arbitrary motion of the electrode relative to the weld surface due to shaking hands welder. It is shown that the proposed scheme of compensation control can reduce the parasitic effect caused by changes in the electrodynamic forces acting on the molten metal. The analysis of the results of the physical experiment performed by thermal effect on samples of V. 20 type electrodes lez MP-3 with a diameter of 2 mm for manual welding. The possibility of obtaining welded joints of low thickness by stabilizing the power of the heat source in the range of up to 700 W in the implementation of compensatory control of the dynamic properties of the power supply is shown.

Keywords: frame; all-in-one connection; profile; sheet steel; manual arc welding; inverter; electronic converter; compensation control

REFERENCES

1. Extending the life of equipment for surface treatments of spacecraft / S.A. Balashova, E.A. Chashchin, I.V. Shilov, A.A. Mitrofanov / Information and space 2009. No. 2, P. 115-119.
2. A mathematical model of the correction current to compensate for the height change of the electrode during the manual arc welding / Y.A. Arutyunov, A. Drobyazko, E.A. Chashchin, P.A. Shachak, I.V. Shilov, A.A. Feroyan / Internet-journal "science of SCIENCE" Volume 9, No. 2 (2017) <http://naukovedenie.ru/PDF/18TVN217.pdf> (access is free).
3. The increase of the complex mechanical characteristics of the welded joint endless band saws / Y.A. Arutyunov, A. Drobyazko, E.A. Chashchin, P.E. Sashok / Rostov scientific journal 2017. No. 6, P. 201-208.
4. Manual arc welding of metals of small thickness / Y.A. Arutyunov, A.A. Drobyazko, P.A. Shachak, A.A. Feroyan / Young scientist 2017. № 28 (162), P. 19-22.
5. Welding and welded materials: in 3 t. T. II. Technology and equipment. On the right. ed. / Under the editorship of V.M. Yampolsky. Moscow: Moscow state technical University. H.Uh... Bauman, 1996. – 574 p.
6. Kitaev M.A., Kitayev A.Y. Reference book of welder. – Moscow: Mechanical Engineering, 1985. – 256 p.
7. Engineering. Encyclopedia / Ed. tip: K.V. Frolov (pre.) etc. – M.: mechanical engineering. Welding equipment. T. IV-6 / V.K. Lebedev, S.I. Kuchuk-Yatsenko, A.I. Chetvertko, etc.; edited by B.E. Paton, 1999. – 496 p.
8. Rules of the device of electroinstallations. – Moscow: Gostorgizdat, 2015. – 144 p.
9. Welding in machine building: a Handbook. Vol.2. / Edited by A.I. Akulov. – Moscow: Mechanical Engineering, 1978. – 462 p.
10. Nikolaev G.A. Calculation, design and production of welded designs. Moscow: Higher school, 1971. – 760 p.
11. On forecasting the creation and financing of new products / Y.A. Arutyunov, I.P. Arkhipov, A.A. Drobyazko, V.A. Glinsky, V.B. Zotov, A.A. Rudoy, E.A. Chashchin / international journal of applied and fundamental research. 2017. No. 5-1, P. 105-110.