

- of metal in plasma quenching. / Korotkov V.A., Ananyev S.A., Shekurov A.V. // Welding International. 2014. Vol. 28. № 2. P. 140-142.
5. Теория сварочных процессов. Под ред. В.М. Неровного – М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2007. - 752 с.
 6. Бердников А.А. Структура закаленных углеродистых сталей после плазменного поверхностного нагрева / А.А. Бердников, М. А. Филиппов, Е. С. Студенок // Металловедение и термическая обработка металлов, 1997. № 6. С. 2-4.
 7. Ананьев С.П. Плазменная закалка рельсовой стали / С.П. Ананьев, В.Я. Шур,

- Д.С. Чезганов, В.А. Коротков // Вопросы материаловедения, 2014. № 1. С. 20-28.
8. Investigations into Plasma Quenching. / Korotkov V.A., Shekurov A.V. // Welding International, 2008. Vol.22. №7. P. 475-479.
 9. Korotkov V.A. Wear Resistance of Plasma-Hardened Materials. // Journal of Friction and Wear, 2011. Vol.32. No.1. P.17-22.
 10. Korotkov V.A. Plasma Quenching of Gear and Slotted Couplings. // Russian Engineering Research, 2009. Vol 29. No.8. P.813-816.



УДК 621.791.75.03-5

Л.Т. Плаксина
 ФГАОУ ВПО «Российский государственный
 профессионально-педагогический университет»
 г. Екатеринбург, Россия
 E-mail: trsf@mail.ru, plt2006@yandex.ru
В.Н. Сорокин
 РГУ «Нефти и газа» им. И.М.Губкина,
С.Ф. Трух
 ООО «АПС РАДИС»
 г. Москва, Россия
 Дата поступления 09.11.2015

ОБОРУДОВАНИЕ ПАРС ДЛЯ ДУГОВОЙ СВАРКИ И НАПЛАВКИ

Аннотация

На базе широкого использования цифровых устройств управления (и полного исключения аналоговых узлов) разработаны инверторный выпрямитель с радиоуправлением для ручной дуговой сварки, полуавтоматы для сварки в среде защитных газов с синергетическим управлением, автомат для сварки под флюсом, устройство радиоуправления для удаленного источника питания дуги (выпрямитель или генератор) при ручной дуговой сварке.

Ключевые слова: сварка, наплавка, сварочное оборудование, радиоуправление, технические характеристики, технологические преимущества.

Введение

В данной работе приведены результаты разработки ряда единиц оборудования ПАРС («АПС РАДИС»). Представлены технические характеристики и технологические возможности оборудования.

Основная часть

Аппарат сварочный постоянного тока Ф-302 (в дальнейшем аппарат) промышленного применения предназначен для ручной электродуговой сварки (режим «ММА»).

При наличии специальных аксессуаров и материалов аппарат может использоваться в качестве источника питания для аргонодуговой сварки постоянным током деталей и материалов из титана, нержавеющей стали и медных сплавов (режим «TIG»). В режиме «ММА» сварка производится штучными плавящимися электродами любой марки диаметром от 1,6 до 5,0 мм при дуге, образованной постоянным током, регулируемым в пределах от 20 до 315 А специальным регулятором на передней панели

аппарата или с помощью пульта дистанционного управления управляемого по радио (рПДУ) [1].

Использование радио для управления выпрямителем позволяет эффективно организовать выполнение сварочных работ на удаленных объектах, для которых размещение сварочного аппарата рядом с местом сварки нецелесообразно или небезопасно. Радиоуправление позволяет выполнить полноценное управление выпрямителем на расстоянии до 200м с передачей на рабочее место информации о измеренных параметрах режима сварки, исключает использование соединительного кабеля управления, существенно экономит время подготовки сварочных работ.

Аппарат может эксплуатироваться в следующих условиях:

- рабочая температура окружающего воздуха от минус 20 до плюс 40⁰С;
- относительная влажность воздуха (90±3) % при температуре (25±2)⁰С;
- атмосферное давление от 86,6 до 106,7 кПа (от 650 до 800 мм рт. ст.);
- вибрации с амплитудой до 0,5 мм и ускорением 15 м/с² (1,5g) в диапазоне частот от 1 до 35 Гц.

Аппарат соответствует требованиям безопасности ГОСТ 12.2.007.8-75 «ССБТ. Устройства электросварочные и для плазменной обработки. Требования безопасности» и выполнен со степенью защиты IP22 по ГОСТ 14254-96 «Степени защиты, обеспечиваемые оболочками (код IP)».

Технические характеристики и общие функции аппарата приведены в таблицах 1 и 2 соответственно.

Таблица 1

Технические характеристики сварочного аппарата Ф-302

№	Характеристика	Значение
1	Электропитание – трехфазная сеть переменного тока со следующими параметрами: - линейное напряжение, В - частота, Гц	380 ⁺³⁸ /-57 50±1
2	Электрическая мощность, потребляемая от сети, кВт·А	не более 17
Основные параметры в режиме «ММА»		
3	Напряжение холостого хода, В	80 ⁺²⁰ /-10
4	Минимальное значение выходного тока, А	не более 15 *
5	Максимальное выходное напряжение, В	не менее 30 *
6	Ток короткого замыкания, А	440 ⁺⁶⁰ /-40
7	Напряжение питания внешних потребителей, В	24±4
8	Функция «НАКЛОН ВАХ» (регулируемая) обеспечивает оптимальный для ручной дуговой сварки наклон ВАХ	
9	Напряжение ХХ: - в безопасном режиме, В ** - в активном режиме, В	4±1 80 ⁺²⁰ /-10
10	Время переключения аппарата на безопасное напряжение ХХ, с	не более 0,6
11	Максимальный сварочный ток, А 315+10 *	315 ⁺¹⁰ /-40; **
12	Ток КЗ в режиме максимального сварочного тока, А	355±10 *, **
13	Минимальный сварочный ток, А	20 ⁺⁵ /-10; *, **
14	Функция «форсаж дуги» (регулируемая), обеспечивает кратковременное увеличение сварочного тока относительно рабочего значения	
* При номинальном значении линейного напряжения питающей сети ~380 В (фазного напряжения ~220 В)		
** При крайних значениях линейного напряжения питающей сети ~323 и ~418 В (фазного напряжения ~187 и ~242 В)		

Общие функции сварочного аппарата Ф-302

№	Функция
1	2
1	Цифровая индикация сварочного тока и выходного напряжения
2	Режим «ДУ»: - регулирование сварочного тока с помощью рПДУ; - регулирование сварочного тока с помощью регулятора сварочной горелки (при его наличии)
3	Защита аппарата от перепадов напряжения питающей сети: - силовой преобразователь аппарата отключается при линейном напряжении питающей сети более: ~450 В (фазном напряжении питающей сети более ~260 В); - силовой преобразователь аппарата отключается при линейном напряжении питающей сети менее ~295 В (фазном напряжении питающей сети ~170 В и менее); - силовой преобразователь аппарата включается в течение не более 3 с после возвращения напряжения сети в допустимый диапазон, при этом индикаторы аппарата «А» и «V» показывают текущие значения выходных параметров.
4	ПН при рабочем цикле 5 минут (для режима «MIG» рабочий цикл должен быть 10 минут) и рабочей температуре окружающего воздуха $+(25\pm 2)^\circ\text{C}$, %: - при максимальном сварочном токе 315 А - 60; - при сварочном токе 250 А - 100.
5	Электрическое сопротивление изоляции между цепями сетевого питания и корпусом, между выходными цепями и корпусом, а также между цепями сетевого питания и выходными цепями в зависимости от климатических условий окружающей среды должно быть, МОм, не менее: - в нормальных климатических условиях окружающей среды - 10; - при наибольшем значении рабочей температуры окружающего воздуха - 5; - при наибольшем значении относительной влажности окружающего воздуха - 2.
6	Габаритные размеры аппарата, мм, не более 640x274x381
7	Масса аппарата, кг $19,3\pm 1,4$
8	Масса брутто аппарата, кг, не более 22
9	Срок службы, лет, не менее 6

Аппарат представляет собой инверторный источник питания, в основу работы которого положен метод высокочастотного преобразования электроэнергии. Функциональная схема аппарата приведена на рисунке 1.

Переменное напряжение сети электропитания (либо от автономной электростанции) подается на БИК, в котором осуществляется его измерение. В случае соответствия линейного напряжения питающей сети допустимому диапазону, оно поступает на ВхВ, где выпрямляется. В случае несоответствия напряжения питающей сети

допустимому диапазону силовой преобразователь аппарата не включается. Далее напряжение питающей сети сглаживается Ф. Постоянное напряжение с выхода Ф поступает на ТП, представляющий собой генератор с внешним возбуждением, где вновь происходит его трансформация в переменное импульсное напряжение. Также ТП обеспечивает формирование необходимой выходной вольтамперной характеристики. Импульсное напряжение выпрямляется ВВ и поступает на выходные соединители аппарата «+», «-».

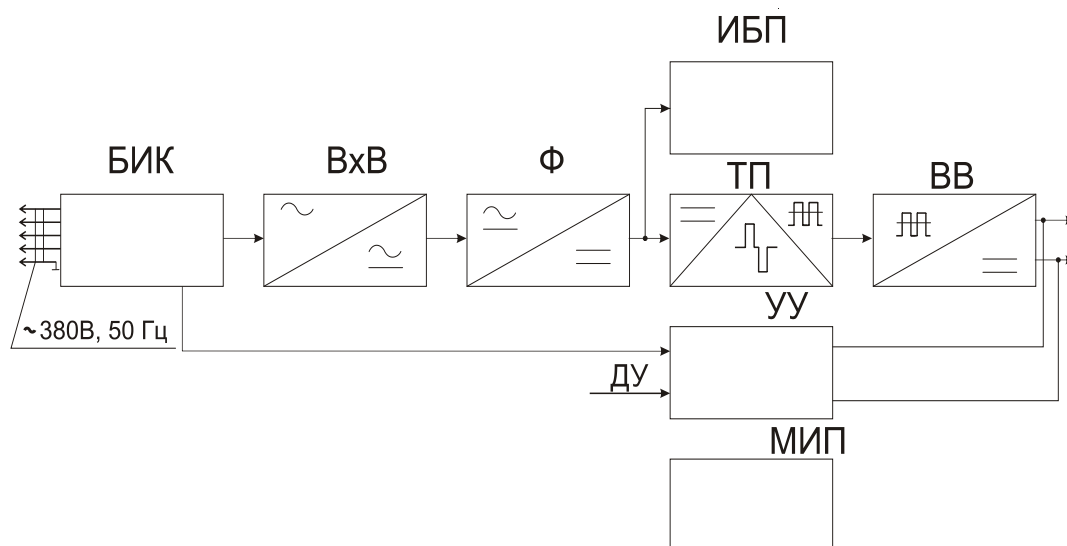


Рисунок 1. Функциональная схема аппарата

Управление работой ТП, защиту от перегрузок по току и регулирование сварочного тока осуществляет УУ. ИБП формирует напряжение питания МПП (24 ± 4) В при максимально допустимом токе нагрузки 5 А, не более. Цифровые индикаторы МИП обеспечивают индикацию выходных параметров (ток и напряжение).

Конструктивно аппарат выполнен в виде переносного моноблока, на передней панели которого расположены: ЖКИ индикатор, клавиатура, антенна для рПДУ. Управление меню осуществляется с помощью кнопок. Во время управления выпрямителем от рПДУ встроенный пульт управления переключается на работу в слэив-режим, т.е. отображения заданного тока и текущих значений тока и напряжения. Связь по радиоканалу производится в цифровом формате. Идентификация производится по встроенным номерам модулей радиосвязи. Наличие других выпрямителей с аналогичным каналом управления не влияет на работу.

Пульт управления хранит все установленные параметры для каждого из 10 режимов. Номер режима выбирается в соответствующем пункте меню. Номер режима постоянно отображается в верхней строчке экрана при сварке. Сварочный ток изменяется в диапазоне $20 \dots 315$ А с шаг 1 А. Заданный ток индицируется в верхней строчке экрана, в режиме сварки реальное напряжение и ток сварки индицируется в нижней строчке экрана. Для обеспечения устойчивого поджига дуги и прогрева начального

участка сварки рекомендуется использовать функцию форсажа дуги. Время действия в диапазоне $0,0 \dots 2,0$ сек с шагом 0,1 сек. В это время ток источника питания устанавливается в % от максимального. Например, 50% для выпрямителя Ф-302 соответствуют току порядка 170 А.

В аппарате реализован дополнительный параметр «Импульсный режим», который используется для включения или отключения импульсного режима тока сварки. При этом форсаж дуги выполняется без импульсов, а затем включается импульсный режим. Используется при реализации аргодуговой сварки и стабилизации горения дуги при использовании электродов с плохим горением. Устанавливаются: длительность импульса тока от 0,05 до 2,0 сек через 0,05 сек; длительность паузы тока от 0,05 до 2,0 сек через 0,05 сек; ток паузы в диапазоне от 15 до 315 А.

Наклон ВАХ устанавливается в диапазоне от 0,35 до 1,85 В/А. В зависимости от длины проводов или наличия больших ферромагнитных масс в сварочном контуре наклон естественный ВАХ может достигать больших величин. Используется для компенсации наклона естественной ВАХ.

Пульт дистанционного управления (рПДУ) [1] выпрямителем Ф-302 предназначен хранения параметров режима сварки, передачи и приема команд для сварочного аппарата (СА) при работе. Технические характеристики пульта дистанционного управления приведены в таблице 3.

Технические характеристики пульта дистанционного управления (РПДУ)

№	Характеристика	Значение
1	Дальность устойчивой радиосвязи, м	200
2	Максимальная дальность радиосвязи, км	5
3	Частота работы, МГц	868
4	Тип связи с СА	цифровая, двусторонняя

В корпусе пульта дистанционного управления находится отсек для 4-х батарей или аккумуляторов габарита АА, ЖКИ дисплей с подсветкой, плата управления, клавиатура.

Команды от пульта управления принимаются и выполняются блоком управления сварочным аппаратом (СА). рПДУ выполнен в виде переносного блока, на котором смонтированы индикатор, выключатель питания и кнопки управления. На индикаторе производится отображение текущих режимов работы устройства, уровень приемного сигнала от базы, заряд батареи. При работе рПДУ данные, передаваемые в выпрямитель, заносятся в память текущего номера режима. Остальные номера режима в выпрямителе остаются неизменными. Данные параметров меню полностью совпадают с аналогичными для выпрямителя Ф-302. Исключение составляют специфические параметры для рПДУ.

Пульт дистанционный радиуправления выполнен с использованием высоких технологий в области экономии энергии батарей и позволяет, при правильной эксплуатации, производить работы в течение 7 суток непрерывно без подзарядки.

В настоящее время аппарат Ф-302 используется сварки металлоконструкций при ремонте локомотивов, изготовлении строительных и мостовых конструкций на монтаже, сварки ответственных швов в судостроении.

Полуавтомат сварочный типа ПАРС Н-511 (в дальнейшем «полуавтомат») предназначен для полуавтоматической дуговой сварки плавящимся электродом в защитных

газах (MIG/MAG) изделий из малоуглеродистых и низколегированных сталей протяженными и прерывистыми швами в различных пространственных положениях, а также сварки и наплавки порошковыми проволоками (диаметром до 3,2 мм). В качестве защитного газа может использоваться углекислый газ по ГОСТ 8050-76, аргон по ГОСТ 10157-73 или смеси газов (Ar+CO₂, Ar+O₂, и др.).

Полуавтомат ПАРС Н-511 предназначен для работы в закрытых помещениях, удовлетворяющим требованиям УХЛ4 ГОСТ 15150-69 (температура окружающего воздуха от +1 до +45 °С, высота над уровнем моря до 1000 м., относительная влажность воздуха не более 80% при температуре +25 °С).

Полуавтомат оснащен цифровой системой управления, выполненной в виде 3-х отдельных блоков. Управление производится с единого пульта (ПУ-501), имеющего двухстрочный жидкокристаллический индикатор (экран сообщений). Система управления позволяет в режиме реального времени управлять периферийным оборудованием, входящим в состав полуавтомата, производить его тестирование перед сваркой, запоминать и хранить в памяти рабочие настройки (10 вариантов режимов сварки), измерять величину тока и напряжения в процессе сварки [1, 2]. Информация о состоянии оборудования, параметрах настройки и режимах сварки выводится на экран пульта. Полуавтомат может располагаться от источника питания на расстоянии до 80 м. Основные технические характеристики приведены в таблице 4.

Основные технические характеристики ПАРС Н511

Наименование параметра	Величина
Номинальное напряжение питающей сети, В	340...400
Потребляемая мощность, кВт (не более)	15
Род сварочного тока	постоянный
Номинальный сварочный ток при ПВ=80%, А.	300/500
Режим работы	Повторно-кратковременный
Длительность цикла, мин.	5
Диаметр электродной проволоки, мм	0,8 ... 3,2
Количество ведущих роликов	4
Скорость подачи электродной проволоки, м/мин.	1-20
Точность поддержания скорости подачи, % (не менее)	1,0
Расход защитного газа, л/мин.	5-40
Габариты механизма подачи (ВхШхД)	280х305х545
Габариты источника питания (ВхШхД)	470х360х380
Масса механизма подачи без электродной проволоки, кг.	11,5
Масса электродной проволоки в кассете, кг.	15

Полуавтомат состоит из выпрямителя (Ф-320И, Ф-500И, ВДУ-516), горелки сварочной, переносного механизма подачи проволоки (БПП-511), пульта управления (ПУ-501), силовых и сигнальных кабелей.

В механизме подачи проволоки БПП-511 расположен мотор-редуктор ($i=20$) с электродвигателем постоянного тока с 4-мя ведущими роликами, оснащенный датчиком прямого измерения и стабилизации скорости двигателя, электропневмоклапан; необходимые разъемы и плата цифрового управления. Производится плавное и точное регулирование скорости подачи проволоки.

Связь модулей полуавтомата с пультом управления производится по последовательному каналу с использованием специально разработанной помехозащищенной сети PARS-net.

Пульт управления производит непрерывное тестирование модулей полуавтомата и оперативно позволяет локализовать неисправность и сообщает оператору о выявленной неисправности. Ремонт производится простой заменой вышедшего из строя модуля обычным электриком.

Пульт управления включает в себя плату управления и ЖКИ индикатор. Обмен информацией и управление устройствами, входящими в состав полуавтомата осуществляется по внутренней сети. Во время процесса сварки регуляторами

устройства управления автоматически стабилизируется скорость подачи проволоки в зону сварки и заданное напряжение на дуге. Пульт управления предназначен для управления и диагностики модулей полуавтомата, настройки параметров и управления ходом сварки. При подаче питания установка входит в режим настройки. В этом режиме происходит настройка параметров сварки и управление блоком подачи проволоки.

Пульт управления полуавтоматом ПАРС Н-511 позволяет осуществить следующие функции: выбор способа сварки; выбор материала, защитного газа и диаметра сварочной проволоки, настройку параметров режима сварки, выбор и изменение параметров меню (номер режима) и т.д. Кроме того, пульт управления содержит меню тестирования. При нажатии кнопки на горелке полуавтомат переходит в режим сварки. В этом режиме происходит индикация измеренного тока и напряжения, регуляторами на пульте управления можно производить коррекцию скорости подачи проволоки и сварочного напряжения. Управление меню осуществляется с помощью кнопок.

Настройка полуавтомата осуществляется по двум вариантам – при включенной и отключенной синергетике. В зависимости от этого варьируется содержание меню. Вид дисплея в режиме наладки показан на рисунке 2.

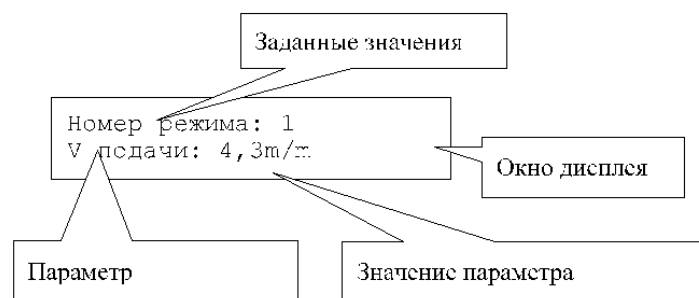


Рисунок 2. Вид дисплея в режиме наладки

Пульт управления хранит все установленные параметры для каждого из 10 режимов сварки. Номер режима выбирается в соответствующем пункте меню. Номер режима постоянно отображается в верхней строчке экрана при сварке. Диаметр проволоки выбирается из значений 0,8; 1,0; 1,2; 1,6; 2,0 мм. При сварке в режиме синергетики могут быть использованы следующие материалы: стали (Fe), хромоникелевые стали (CrNi), алюминий и его сплавы (Al). Скорость подачи проволоки изменяется в диапазоне 3...14 м/мин. Ток сварки пропорционален скорости подачи проволоки и ее диаметру. Скорость подачи проволоки отображается в верхней строке экрана, а измеренный ток сварки отображается в нижней строчке экрана. Напряжение сварки при включенной синергетике устанавливается автоматически в зависимости от выбранных параметров. Дополнительно может быть откорректировано в пределах $\pm 5\text{В}$. Об этом производится сообщение. И при включенной, и отключенной синергетике изменяется в диапазоне 15...40В с шагом 0,1В. Заданное напряжение индицируется в нижней строке экрана, в режиме сварки реальное напряжение сварки индицируется в верхней строчке экрана. При колебаниях напряжения в сети напряжение на дуге стабилизируется автоматически. Индуктивность выпрямителя автоматически устанавливается в зависимости от выбранных параметров. Но дополнительно может изменяться в пределах $\pm 50 \text{ А/мС}$. Переход на другой ток путем изменения скорости подачи проволоки в режиме синергетики приводит к автоматическому изменению все остальных параметров ВАХ выпрямителя.

При использовании выпрямителя ВДУ-516 вольтамперная характеристика

выбирается и настраивается на пульте управления сварочного источника ВДУ-516. Параметры ВАХ инверторных выпрямителей Р-320И, Р-502И можно настраивать непосредственно из меню механизма подачи проволоки, для чего используются следующие параметры:

1. Индуктивность выпрямителя. Изменяется в пределах 60...160 А/мС;
2. Наклон ВАХ. Изменяется в пределах 10...40 мВ/А;
3. Базовый ток. Изменяется в пределах 5...30А.

Наклон ВАХ в определенных пределах позволяет регулировать динамику сварочной дуги и управлять разбрызгиванием. Для тонких проволок наклон ВАХ выбирается из больших значений, а для проволок большего диаметра – характеристика ВАХ должна быть жестче, и параметр наклон ВАХ снижается. Напряжение холостого хода формируется в зависимости от установки базового тока.

Выпрямители Р-320И и Р-502И реализуют процесс управляемого переноса металла в дуге. Микропроцессорная система управления выпрямителем позволяет со скоростью 30 кГц производить управление мгновенным значениям тока на дуге. В зависимости от преднастроенных параметров устройство управления выбирает именно то мгновенное значение тока на дуге, которое необходимо для устойчивого горения дуги, минимального динамического воздействия на металл сварочной ванны с учетом всех стадий переноса металла: горения дуги, касания капель жидкой ванны, разрыва перемычки и повторное возбуждение дуги.

В целом это позволяет точно настроить выпрямитель для выполнения корневых

швов, существенно снизить разбрызгивание металла при сварке, быстро выбрать оптимальный вектор параметра режима сварки, сохранить в долговременной памяти настройки и быстро их вызвать.

При выборе четырехтактного режима кнопки на горелке выполняется, например, следующая логика работы: режим поджига (при первом нажатии кнопки) устанавливается на 10..20% больше номинального для предварительного подогрева изделия затем, при отпускании кнопки, выполняется переход на номинальный режим. При повторном нажатии кнопки мощность снижается на 20...50% и производится заварка кратера с последующим выключением.

В режиме сварки дисплей имеет следующий вид, показанный на рисунке 3.

После нажатия горелки в режиме настройки начинается сварочный цикл. Цикл проходит следующие стадии:

- Продувка горелки защитным газом в течение времени, установленном в меню «Продувка до: XX,X С»;

- Включение подачи сварочной проволоки с рабочей скоростью;

- Поджиг сварочной дуги, при наличии тока и напряжения переход в режим сварки;

- При сварке кнопки на пульте управления блокируются, кроме регуляторов тока и напряжения, которыми при сварке можно произвести оперативную корректировку;

- Остановка сварки по отпусканию кнопки горелки либо её повторному нажатию. Остановка подачи проволоки и гашение дуги.

- Продувка горелки защитным газом в течение времени, установленном в меню «Продувка после: XX,X С».

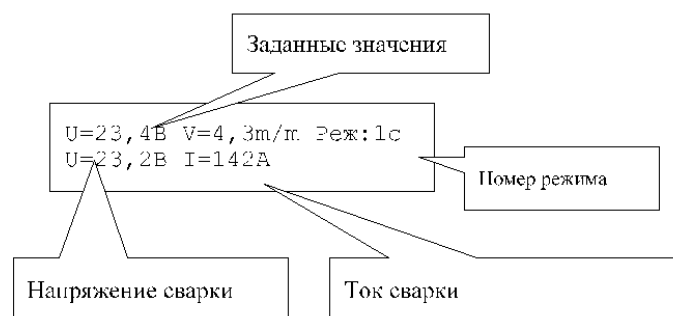


Рисунок 3. Вид дисплея при сварке

По окончании сварочного цикла на дисплей выводятся ток и напряжение, на котором велась сварка. Коррекция скорости подачи (тока сварки) непосредственно при сварке производится регулятором «Ток сварки». Коррекция напряжения (длины дуги) непосредственно при сварке производится регулятором «Напряжение сварки». Дополнительно фиксируется количество отработанных часов. Производится отсчет только чистого времени горения дуги. Счетчик чистого времени горения дуги включается с момента повышения тока выше 20А и отключается при понижении тока менее 20А.

Пульт управления постоянно производит тестирование работы подключенного оборудования: выпрямителя, механизма подачи проволоки, охладителя. Перед нача-

лом работы из пульта управления в подключенные модули передаются рабочие настройки. В процессе работы постоянно проверяется их значение.

Полуавтоматы ПАРС Н-511 широко используются в промышленности для изготовления ответственных сварных конструкций на Качканарском ГОКе, заводах «АО НПК УВЗ», НТМК, ОАО «АТОММАШ», депо и заводах РЖД, ОАО «Северсталь-маш» и др.

Сварочный автомат АДФ-1002Ц предназначен для сварки под слоем флюса стыковых швов с разделкой и без разделки кромок, угловых швов вертикальным и наклонным электродом, а также нахлесточных швов; швы могут быть прямолинейными и кольцевыми. Автомат в процессе работы передвигается по изделию или по уложенной на нем

направляющей линейке .

Автомат поставляется в комплекте с выпрямителем ВДУ-1216. Цифровое устройство управления автоматом в комплекте с ВДУ-1216 позволяет: обеспечивать высокую управляемость автомата при удалении от выпрямителя до 100 м; выбрать режимы из банка данных; сократить количество проводов в кабеле

управления до 3-х; управлять статическими и динамическими характеристиками дуги; стабилизировать параметры режима и плавно изменять напряжение на дуге при сварке.

Конструктивные особенности автомата приведены в таблице 5, технические характеристики – в таблице 6 [2, 3, 4].

Таблица 5

Конструктивные особенности автомата

Модификация автомата	Род тока	Источник питания	Назначение
АДФ-1002-1 УЗ АДФ-1002-1 О4	Постоянный	ВДУ-1216	Для сварки сплошной проволокой Ø2-5 мм; Ленточным электродом 1,5x20 мм*
АДФ-1002-2 УЗ	Постоянный	ВДУ-1216	Для сварки сплошной проволокой Ø 2-5 мм
* По требованию заказчика автомат комплектуется устройством для сварки ленточным электродом.			

Таблица 6

Технические характеристики автоматов

Наименование параметра	Норма			
	АДФ-1002Ц	АДФ-1002-1Ц	АДФ-1002-2Ц	АДФ-1002-4Ц
Номинальный сварочный ток (А)	1000			
Номинальное напряжение питающей трехфазной сети (В)	380			
Номинальный режим работы, ПВ, %	100			
Диаметр сплошной электродной проволоки (мм)	2...5			
Диапазон регулирования скорости подачи электродной проволоки (м/ч)	60-362			
Диапазон регулирования скорости сварки (м/ч)	12-120			
Предельный угол наклона сварочной головки к плоскости перпендикулярной шву, град	45			
Масса проволоки в кассете (кг)	6			
Масса ленточного электрода в кассете (кг)		15		
Емкость бункера для флюса (дм³)	6			
Средний срок службы (лет)	5			
Установленный ресурс до капитального ремонта (ч)	7500			
Габаритные размеры (мм):				
Длина	716	850	716	850
Ширина	346	370	346	370
Высота	526	526	526	730
Габаритные размеры АДФ-1002-1 УЗ для сварки ленточным электродом (мм):				
Длина		850		
Ширина		370		
Высота		526		
Масса автомата без электродной про-волоки, флюса и источника питания (кг)	45	52	45	52

Автоматы АДФ-1002Ц, АДФ-1002-1Ц по условиям эксплуатации изготавливаются в двух исполнениях: УЗ – для работы в странах с умеренным климатом при температуре окружающего воздуха от -10°C до +40°C, относительной

влажности 80% при 15°C на высоте над уровнем моря до 1000 м; О4 – для работы в странах с тропическим климатом при температуре окружающего воздуха от -5°C до +45°C, относительной влажности 80% при 27°C на высоте над уровнем моря до

1000 м. Автоматы АДФ-1002-2Ц, АДФ-1002-4Ц изготавливаются только в климатическом исполнении УЗ.

Автомат оборудован алфавитно-цифровым дисплеем с подсветкой для индикации настроек и режима сварки. Питание автомата производится от выпрямителя ВДУ-1216, в блоке управления автомата содержится только плата пульта управления, индикатор и кнопки. Связь с выпрямителем производится по последовательному каналу с использованием помехозащищенной сети PARS-net [4].

Реализована тестовая система с сообщением оператору о причине неисправности. Оборудование рассчитано на подключение к заводской информационной сети.

Автомат АДФ-1002Ц с ВДУ-1216 показал высокую надежность, ввиду снижения количества управляющих проводов в кабеле управления, цифровое управление позволило комплексно учесть особенность работы каждого узла оборудования, тестовая система позволяет быстро локализовать неисправность. Оборудование нашло широкое применение на заводах по изготовлению металлоконструкций ОАО «Сталькон», ЗАО «Гидросталь», ОАО «Новокузнецкие металлоконструкции» и др.

Для удаленного управления источником питания дуги (выпрямителем или генератором) при ручной дуговой сварке разработано устройство радиуправления сварочным оборудованием «ДУГА РЗ-В» (выпрямителем) и «ДУГА РЗ-Г» (генератором) [1, 5]. Модель «ДУГА РЗ-Г» (с генератором ГД-4004) позволяет производить, наряду с дистанционным, местное управление работой сварочного генератора.

Устройство радиуправления включает выносной пульт управления (ВПУ) и базовый блок, соединенный кабелем с источником питания (выпрямителем или генератором). ВПУ содержит корпус, устройство управления с цифровым приемо-передатчиком на частоте 2,4 ГГц, клавиатуру, аккумуляторы, жидкокристаллический индикатор с подсветкой. На пульте управления отображается вся текущая информация

о настройках, содержится банк режимов сварки.

Для повышения управляемости на рабочем месте сварщика предусмотрено:

1. Плавная регулировка параметров режима сварки (начальный и рабочий ток).

2. Банк данных режимов сварки и настройки.

3. Показывается измеренный и заданный ток.

4. Показываются степень заряда аккумулятора и уровень сигнала от базового блока.

5. Дисплей оборудован регулируемой подсветкой экрана.

6. Управление работой источника питания на расстоянии до 300 м.

Функция регулируемого отключения напряжения на электроде после окончания сварки позволяет исключить замыкание электрода на металл при движении по объекту.

Для увеличения зоны радиопокрытия предусмотрена возможность выноса базового блока от выпрямителя на расстояние до 100 м.

Краткие технические характеристики устройства радиуправления приведены в таблице 6.

При первом включении система производит сканирование эфира и автоматически выбирает свободный канал.

В процессе сварки сварщик может включать или выключать источник питания дуги, плавно изменять ток и напряжение сварки, включить и отключить импульсные режимы работы, получить измеренные значения тока и напряжения сварки.

Таблица 6

Технические характеристики устройства радиуправления

Наименование параметра	Значение
Дальность устойчивой радиосвязи, м	30...300
Время непрерывной работы одной зарядки аккумулятора, час	от 48
Количество режимов сварки в памяти	10
Вид радиосвязи	Цифровая
Температурный диапазон работы, °С	-20...+45

В диагностическом меню постоянно показывается текущее состояние аккумулятора ВПУ и уровень сигнала от базового блока. Для экономии энергии подсветка индикатора включается при любом нажатии кнопок и отключается через заданное регулируемое время.

ВПУ позволяет запомнить до 10 вариантов режимов сварки и вызвать их нажатием соответствующей кнопки с номером режима или оперативно произвести корректировку текущего режима с запоминанием настройки.

Технологическими преимуществами устройства радиоуправления сварочным оборудованием являются [1, 5]:

1. Ввиду отсутствия кабеля управления исключается его запутывание и обрыв.
2. Допускается работа нескольких постов, оборудованных ВПУ одновременно.
3. Выпрямитель можно поставить в удобном для обслуживания месте (закрытом от пыли), и применить более совершенный выпрямитель без опасности его механического повреждения в монтажных условиях.

4. Существенно расширяется площадь обслуживания одним выпрямителем при соблюдении правил техники безопасности (нет проводов высокого напряжения под ногами).

5. Для снижения загрязнения выпрямителя пылью предусмотрено отключение вентилятора в период отсутствия сварочного тока.

6. Применение ВПУ позволяет осуществлять эксплуатацию в жестких производственных условиях при температуре окружающей среды от -20 до +45°C.

В настоящее время системы ДУГА РЗ-В» и «ДУГА РЗ-Г» проходят промышленное опробование. Постановка на серийное производство запланирована в 2016 г.

Заключение

Результаты разработки оборудования, созданного на основе современных наукоемких технологий, позволяют заключить следующее:

- функциональность оборудования обусловлена представленными техническими характеристиками и технологическими возможностями;

- конструктивные особенности оборудования (модульность узлов) позволяют при необходимости оперативно осуществлять его ремонт;

- применение дуплексного радиоуправления в конструкции сварочных машин повышает управляемость на рабочем месте, существенно сокращает время на подготовку работ, позволяет применить его для выполнения ответственных работ (точное измерение и стабилизация режима сварки); Оборудование для сварки на этом принципе впервые разработано и выпускается исключительно в России.

- полуавтоматы, автоматы, выпрямители ПАРС, реализующие цифровые технологии, успешно работают более чем на 50 предприятиях РФ, Украины, Узбекистана.

Библиографический список

1. Трух С.Ф., Плаксина Л.Т. Оборудование ПАРС по дуговой сварке и наплавке // Сварка и диагностика: сборник докладов международного форума. Екатеринбург: Изд-во ФГАОУ ВПО УрФУ им. Первого Президента России Б.Н. Ельцина. 2014. С.172-177.
2. Трух С.Ф., Плаксина Л.Т. Сварочное и наплавочное оборудование ПАРС для работы в цеховых и полевых условиях // Сварка, реновация, триботехника: тезисы докладов 7 Уральской научно-практической конференции. Нижний Тагил: Изд-во НТИ (филиал) ФГАОУ ВПО УрФУ им. Первого Президента России Б.Н. Ельцина. 2015. С.153-157.
3. Трух С.Ф., Плаксина Л.Т. Наплавочное и сварочное и оборудование на основе модульных узлов ПАРС // Сварщик в России. №6. 2013. С. 44-51.
4. Трух С.Ф., Плаксина Л.Т. Наплавочное и сварочное и оборудование на основе модульных узлов ПАРС // Сварщик. №1. 2014. С. 22-29.
5. Трух С.Ф., Плаксина Л.Т. Оборудование ПАРС для дуговой сварки и наплавки в цеху и в полевых условиях // Сварщик в России. №6. 2014. С. 16-18.