

УДК 621.791.037:621.311.6

А. И. Бардин, канд. техн. наук, С.В. Никитин, инж.,
А.В. Романов, канд. техн. наук, А.В. Джаникян, инж.
(Рязанский Государственный радиотехнический университет),
А.П. Бирюков, главный конструктор
(Государственный Рязанский приборный завод)

Однофазный сварочный инвертор ФОРСАЖ-200М

Приведены технические характеристики, основные функции и ре-жимы нового инверторного сварочного аппарата ФОРСАЖ-200М, работающего от однофазной сети или автономных передвижных источников электропитания 220 В.

Performance specification, primary functions and conditions of a new welding inverter Forsage-200M using single-phase mains system or 220 V autonomous mobile power supply are given.

Ключевые слова: дуговая сварка, сварочные аппараты, "Форсаж", техническая характеристика.

Key words: arc welding, welders, "Forsage", performance specifications.

Государственный Рязанский приборный завод (ГРПЗ) в течение многих лет входит в число ведущих российских производителей электродугового сварочного оборудования инверторного типа. В течение последних двух лет на предприятии активно идет процесс полной замены товарного ассортимента сварочного оборудования. В 2009-2010 г.г. освоено производство новых инверторных источников тока для разных видов дуговой сварки: ручной – ФОРСАЖ-161, ФОРСАЖ-200, ФОРСАЖ-301, механизированной – ФОРСАЖ-302, а также малогабаритного механизма подачи проволоки ФОРСАЖ-МП5 [1-3].

В данной работе представлен новый сварочный аппарат ФОРСАЖ-200М, серийный выпуск которого начат в 2011 году.

Малогабаритный сварочный аппарат ФОРСАЖ-200М (рис. 1) для промышленной сварки покрытыми электродами (ММА) с питанием от однофазной сети 220 В обеспечивает возможность выполнения сварочных работ как в стационарных, так и в полевых условиях от автономных передвижных источников электропитания. Он в полной мере соответствует РД 03-614-03 и позволяет выполнять сварочные работы в условиях повышенных требований к безопасности проведения работ.



Рис. 1 Сварочный аппарат «ФОРСАЖ-200М»

В режиме ММА сварка производится покрытыми плавкими электродами любой марки диаметром от 1,6 до 5,0 мм постоянным током, регулируемым в пределах от 15 до 200 А регулятором на передней панели аппарата или с помощью пульта дистанционного управления (ДУ).

При наличии специальных аксессуаров и материалов аппарат может использоваться в качестве источника тока для аргодуговой сварки постоянным током неплавящимся электродом (TIG).

Аппарат ФОРСАЖ-200М, реализованный на базе зарекомендовавшего с положительной стороны аппарата ФОРСАЖ-200, имеет расширенные функциональные возможности, обеспечивает стабильные сварочные свойства и высокую производительность.

Компактный, легкий, простой в управлении сварочный инвертор ФОРСАЖ-200М имеет ударопрочный защитный корпус, устойчивый на неровных поверхностях. Удобный плече-вой ремень обеспечивает комфортную переноску сварочного аппарата к месту работы. Для обеспечения большей мобильности возможно увеличение длины питающего кабеля до 100 м.

Уникальная особенность аппарата – сохранение работоспособности при снижении напряжении питающей сети до 140В. При этом происходит снижение выходного тока сварочного аппарата до 120 А (рис. 2), что позволяет выполнять ручную дуговую сварку электродами диаметром до 3 мм. Это особенно важно в районах с нестабильными параметрами питающей сети, прежде всего в сельской местности.

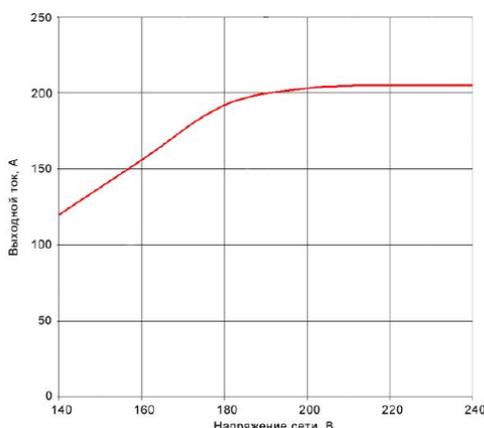


Рис. 2 Зависимость максимального выходного тока от питающего напряжения

Основным элементом управления и защиты является программируемый микроконтроллер. Режимы, рабочие, сервисные и защитные функции аппарата выбираются и регулируются с помощью цифровой технологии.

Силовой инвертор построен по схеме полного моста на современных IGBT-транзисторах с квазирезонансным переключением на нулевом напряжении (ZVS) и фазоразностной широтно-импульсной модуляцией (ФШИМ). Частота преобразования составляет около 50 кГц.

Аппарат ФОРСАЖ-200М оснащен всеми необходимыми защитными функциями, обеспечивающими надежную безаварийную работу: от отклонений более допустимых значений напряжения питающей сети (монитор питания), от перегрева термонапряженных элементов, от короткого замыкания в нагрузке. При возникновении аварийного события источник блокируется, выходное напряжение снижается до нуля, а при превышении сетевым напряжением уровня 275 В источник отключается от сети. Аппарат автоматически и полностью восстанавливает работоспособность при снятии аварийной ситуации. Кроме того, в аппаратах

ФОРСАЖ-200М реализована защита от перегрузки по току силовых транзисторов.

Технические характеристики	однофазная сеть, 220 В, 50 Гц
Электропитание, В	
Сварочный ток, А	15-200
Основной режим работы	ММА
Диаметр электрода, мм	1,6-5,0
Напряжение холостого хода, В	
- в активном режиме	65-100
- в безопасном режиме, не более	12
Время переключения на безопасное напряжение холостого хода, с, не более	0,6
Продолжительность нагрузки, %, при сварочном токе, А:	
- 140	100
- 160	80
- 200	40
Максимальная потребляемая мощность, кВт·А	9
Цифровая индикация установленного и текущего тока	Есть
Дистанционное управление	Есть
Габаритные размеры, мм	295x145x182
Масса, кг	5,9
Рабочий диапазон температуры окружающей среды, °С	-20–40

При возникновении аварийного события на дисплей выводится информация об ошибке.

Основные функции и режимы

Цифровая индикация заданного значения сварочного тока

При отсутствии тока в сварочной цепи цифровой индикатор тока показывает заданное значение тока дуги. Напряжение, при котором сварочный ток будет равен заданному, определяется по формуле:

$$U=20,0+0,04 \cdot I$$

Для обозначения того, что индицируемое значение не является измеряемым, индикаторы мигают. Если не подключен пульт ДУ, то период мигания составляет 1 с, если подключен, то 0,5 с.

Точная регулировка выходного тока

Для установки заданного значения тока используется поворотный энкодер. Дискретность установки тока составляет 1 А. При ускоренном вращении энкодера шаг увеличивается пропорционально скорости вращения.

Измерение и цифровая индикация текущего значения тока сварочной цепи

При наличии тока в сварочной цепи цифровой индикатор показывает текущее среднее значение тока. Время усреднения составляет 1 с, период смены информации на индикаторе – 0,5 с.

Отключаемая функция "Горячий старт"

Используется для формирования начальной сварочной ванны. Включение/выключение "горячего старта" осуществляют кнопкой "ГСт". Светодиод "ГСт" на передней панели аппарата индицирует включение "горячего старта".

На диаграмме "горячего старта" (рис. 3): I_{\max} – максимальный выходной ток сварочного аппарата (200 А), $I_{\text{уст}}$ – установленный сварочный ток, K — множитель для определения тока "горячего старта" (1,5), t_1 – время действия тока "горячего старта" (0,4 сек), t_2 – время спада тока "горячего старта" до $I_{\text{уст}}$ (0,3 сек). Ток "горячего старта" $K \cdot I_{\text{уст}}$ не превышает I_{\max} .

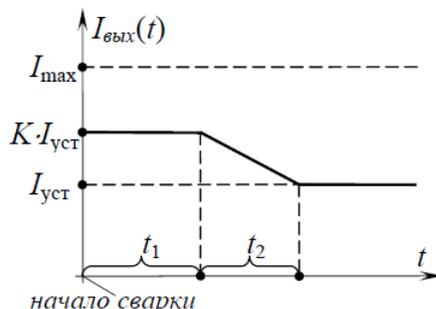


Рис. 3. Диаграмма «горячего старта»

Значения параметров K , t_1 , и t_2 могут корректироваться программным способом в зависимости от требований потребителей.

Функция "Форсаж дуги"

Увеличение выходного тока при уменьшении напряжения дуги ниже 15 В влияет на начальное зажигание дуги и обеспечивает автоматическое увеличение тока на короткой дуге для исключения «прилипания» электрода к детали в процессе сварки. Фактически можно трактовать как увеличение тока короткого замыкания (КЗ).

Функция запоминания текущих параметров сварки

При выключении питания текущие значения заданных параметров сварки сохраняются в памяти текущего режима работы, при включении – загружаются параметры последнего режима сварки.

Функция ограничения напряжения холостого хода на безопасном уровне

Если выходное напряжение аппарата превышает 50 В после окончания сварки, то силовой преобразователь отключается за время не более 0,6 с и на выходе аппарата остается безопасное напряжение от 4 до 5 В. Включение выключенного преобразователя произойдет за время от 0,5 до 0,9 мс после касания электродом свариваемого изделия, если сопротивление выходной цепи будет менее 100 Ом.

В безопасном режиме работы аппарата – засвечивание светодиода "U_{хх}<12 В" свидетельствует о снижении выходного напряжения аппарата до безопасного уровня. В режиме сварки светодиод не засвечивается.

Функция защиты от прокаливания электрода «AntiStick»

Если с момента начала зажигания электрической дуги длительность короткого замыкания превышает 1 с, силовой преобразователь выключается. Повторное включение возможно только после устранения КЗ.

Выключение аппарата при длительном КЗ сварочной цепи

Если в процессе горения дуги происходит КЗ длительностью более 3 с, силовой преобразователь выключается. Повторное включение возможно только после устранения КЗ.

Защита аппарата от включения при КЗ сварочной цепи

Если при включении питания сварочного аппарата выходные клеммы оказываются замкнутыми, силовой преобразователь не включится. Включение возможно только после устранения КЗ.

Защита от перегрева

Контролируется температура радиаторов транзисторов преобразователя. Преобразователь выключается, если температура одного из радиаторов превысит 85 °С. Включение пре-образователя возможно, если температура радиаторов менее 65 °С.

При срабатывании термозащиты на индикатор выводится символ "°С".

Функция "Вентилятор по необходимости"

Вентилятор включается только при нагреве радиаторов транзисторов до 40 °С, выключение вентилятора происходит при 30 °С, при этом обеспечивается снижение запыленности внутри источника, сокращаются простои для технического обслуживания.

Защита от отклонений питающего напряжения за пределы допустимого диапазона

Если напряжение питающей сети превышает 275 В (фазное) силовой преобразователь блокируется и отключается от сети, при этом индикатор аппарата "СЕТЬ" прерывисто светится с частотой 5 Гц, цифровой индикатор аппарата "А" отображает символы "HiU".

Силовой преобразователь блокируется при напряжении питания менее 120 В, при этом индикатор аппарата "СЕТЬ" прерывисто светится с частотой 1 Гц, индикатор аппарата "А" отображает символы "LoU".

Аппарат автоматически включается в течение не более 3 с после возвращения напряжения сети в допустимый диапазон от 140 до 250 В, при этом индикатор аппарата «СЕТЬ» светится непрерывно, а индикатор аппарата «А» отображает установленное значение тока.

Защита от перегрузки по току силовых транзисторов

В аппарате предусмотрена триггерная защита по мгновенному току силовых транзисторов. При возникновении аварийной перегрузки преобразователь блокируется, индикатор "А" отображает символы "Err". Выход из режима защиты от перегрузки возможен только путем выключения и повторного включения аппарата.

Аналоговое дистанционное управление

Позволяет управлять выходным током при помощи переменного резистора (сопротивлением 1 - 50 кОм) или непосредственно уровнем постоянного напряжения 0 - 5,0 В. Максимальная длина кабеля ДУ 40 м.

Функция автоматического распознавания пульта ДУ

При подключении штатного пульта ДУ аппарат автоматически переходит в режим дистанционного регулирования тока сварки.

Функция запоминания и индикации тока сварки

По окончании сварки при нажатии на регулятор сварочного тока высвечивается значение тока сварки, измеренное не позднее, чем за 2 с до прерывания процесса сварки.

Счетчик времени работы

При включении аппарата с нажатой ручкой регулятора тока на индикаторе "А" высвечивается время наработки. Показания времени наработки отображаются в часах, если время наработки не превышает 999 ч, в тысячах часов – если превышает 999 ч. При этом справа от младшей цифры индикатора загорается точка. Например: **1.25.** – 1250 ч (показания Ч 1000 = часы).

Работа от автономных передвижных электростанций

Аппараты допускают возможность работы от автономных генераторов. Выбор необходимой полной мощности электростанции S (кВ·А) можно рассчитать из условия

$$S \geq 1,8 \cdot 10^{-3} UI (A)$$

где U, I – напряжение и ток дуги соответственно.

Коррекция заводских настроек параметров

Параметры функций (пороги напряжений, температур, времена задержек, частоты мигания индикатора и т.п.) могут быть изменены программным способом в соответствии с требованиями потребителя.

В апреле 2011 года на Государственном Рязанском приборном заводе состоялось совещание по сварочной технике, в котором приняли участие более 40 представителей из разных регионов России. На совещании широко обсуждались проблемы отечественного производства сварочного оборудования и пути перспективного развития. В рамках совещания была организована презентация новой линейки сварочных аппаратов ФОРСАЖ с демонстрацией производственных мощностей.

На Государственном Рязанском приборном заводе продолжают работы по модернизации и разработке сварочной техники, основное кредо предприятия – регулярно выводить на рынок совершенно новые аппараты – остается неизменным. В 2011 г. готовятся к серийному выпуску сразу несколько моделей.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Сварочный аппарат инверторного типа "Форсаж-200" / *А.П.Бирюков, А.А.Голованчиков, П.В.Ковергин, С.В.Никитин* // Сварочное производство. 2010. № 2. С. 40–42.
2. Новая серия промышленных сварочных аппаратов "Форсаж" / *А.И.Бардин, А.В.Романов, А.В.Джаникян и др.* // Сварочное производство. 2011. №2. С. 24–28.
3. Инверторный сварочный аппарат ФОРСАЖ-161 – новое слово в сварке / *С.В.Никитин, А.И.Бардин, А.П.Бирюкови др.* // Сварочное производство. 2011. №5. С. 41-43.