



## ПРИВОД СЖАТИЯ ЭЛЕКТРОДОВ ДЛЯ МАШИН КОНТАКТНОЙ ТОЧЕЧНОЙ МИКРОСВАРКИ

Ю. Н. ЛАНКИН, д-р техн. наук, В. Ф. СЕМИКИН, канд. техн. наук,  
П. П. ОСЕЧКОВ, Е. Н. БАЙШТРУК, инженеры (Ин-т электросварки им. Е. О. Патона НАН Украины)

Разработан привод сжатия электродов для машин контактной точечной микросварки на основе применения шагового двигателя для пружинного дозирования усилия сжатия. Привод позволяет реализовать сложные циклограммы сжатия электродов и программное изменение скорости их перемещения.

*Ключевые слова:* контактная точечная микросварка, привод сжатия электродов, микроуправление

Привод сжатия электродов для машин контактной точечной сварки должен обеспечивать перемещение верхнего электрода относительно неподвижного нижнего и сжатие свариваемых деталей с заданным усилием. В машинах контактной точечной микросварки рабочий ход подвижного электрода обычно составляет 5...20 мм, а усилие сжатия электродов регулируется в пределах 1...80 Н [1].

Исходя из особенностей процесса контактной точечной сварки схема ее оптимальной циклограммы должна соответствовать приведенной на рис. 1 [2]. Циклограмма имеет три стадии: *I*, *II* и *III*. На *I* стадии предварительное обжатие  $F_{обж}$  служит для устранения зазоров между деталями, получения требуемых значений контактных сопротивлений электрод–деталь в холодном состоянии. Монотонное нарастание  $F_{св}$  на *II* стадии позволяет поддерживать стабильное давление между деталями несмотря на рост площади контакта и диаметра жидкого ядра. На *III* стадии можно выделить два участка *a* и *б*: на небольшом первом участке  $F_{св}$  является постоянным (обычно в течение 0,03...0,10 с) для некоторого охлаждения наружных слоев металла деталей и предупреждения глубоких вмятин при проковке; на втором — прикладывают и поддерживают длительное ковочное усилие  $F_{к}$  для снижения растягивающих напряжений, уменьшения короблений узлов, предупреждения горячих трещин и раковин. Однако на практике циклограмму усилия упрощают в зависимости от толщины, свойств, конфигурации и ответственности узлов, качества сборки, а также реальных возможностей сварочного оборудования.

В машинах для контактной точечной микросварки с целью перемещения подвижного электрода и получения усилия сжатия свариваемых деталей применяют следующие приводы: педально-грузовой, пружинный, пневматический, гидравлический, электромагнитный и пневмогидравличес-

кий. Для машин контактной точечной микросварки малых толщин широкое распространение получили пружинные приводы [1], создающие усилие за счет сжатия пружин, которое производится путем нажатия ножной педали сварщиком с помощью отдельного пневмопривода, электромагнита или электропривода с эксцентриком.

Ниже описывается пружинный привод перемещения и сжатия электродов на основе линейного привода с шаговым двигателем (ШД). Кинематическая схема привода приведена на рис. 2. Корпус 7 привода перемещения и сжатия электродов неподвижен и крепится к станине машины для контактной точечной микросварки. Электрод 8 совместно со стаканом 4 перемещается по фторопластовым направляющим 5 относительно корпуса 7. Перед сваркой электрод 8 вместе со стаканом 4 находится в верхнем положении, т. е. электрод поднят. При включении двигателя 1 «на вращение» начинает вращаться соединенный с валом двигателя винт 2. В результате гайка 3 перемещается по винту вниз. Гайка через пружину 6 воздействует на стакан 4 и связанный с ним электрод 8. Последний перемещается вниз до касания поверхности свариваемой детали. Ввиду ма-

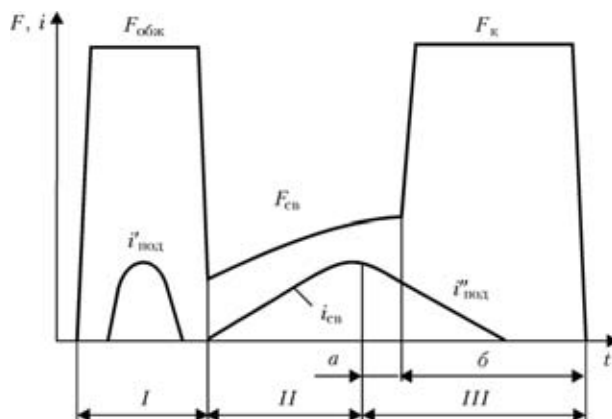


Рис. 1. Схема оптимальной циклограммы точечной сварки:  $i_{св}$  — ток сварки;  $i'_{под}$  — ток подогрева;  $i''_{под}$  — послесварочный ток подогрева

лости силы трения скольжения в контакте полированный стакан 4 – фторопластовые направляющие 5 пружина 6 практически не сжимается.

После касания электродом поверхности свариваемой детали движение электрода прекращается и перемещающаяся вниз гайка 3 начинает сжимать пружину 6. Усилие сжатия пружины передается электроду 8, создавая сварочное усилие. Значение этого усилия пропорционально сжатию пружины, т. е. ходу гайки, и легко регулируется количеством шагов ШД 1 после касания электрода свариваемого изделия.

Для получения качественных микросварных соединений при сварке проволоки с листом, проволоки с проволокой и т. д. необходимо, чтобы механизм сжатия имел малую инерционность [1]. Разработанный привод полностью отвечает этому требованию. В нем масса подвижной части определяется массами только электрода 8 и стакана 4, т. е. минимальна.

Применение ШД значительно упрощает систему управления, так как не требуются датчики перемещения для определения перемещения электрода и сжатия пружины. Структурная схема управления приводом сжатия электродов приведена на рис. 3. Основные функции управления выполняет микроконтроллер 3 компании «Microchip». На его входы подаются сигналы с пульта управления 2 и датчика 1 касания электродов свариваемого изделия. Микроконтроллер 3 подает сигналы управления на контроллер ШД 4. Выходные сигналы контроллера 4 управляют полномостовым драйвером 5, к которому подключен ШД 6. Униполярный четырехобмоточный ШД с постоянными магнитами ДШИ-200-2 обеспечивает крутящий момент 0,225 Н·м на частоте приемистости 1000 Гц.

Угол поворота вала двигателя при отработке одного управляющего импульса составляет 1,8° (200 имп./об). Микроконтроллер 3 подает на контроллер двигателя 4 серию импульсов, частота которых определяет скорость двигателя, а количество — угол поворота вала, следовательно, длину перемещения гайки 3 (рис. 2). Кроме того, микроконтроллер задает направление вращения и длину шага двигателя. Контроллер 4 позволяет уменьшать шаг двигателя вдвое (от 1,8 до 0,9 град/шаг) для получения более плавного хода двигателя.

На пульте управления 2 расположены кнопки задания режима и включения сварки, а также алфавитно-цифровой дисплей параметров.

Максимальная частота приемистости ДШИ-200 (максимальная управляющая частота, при которой ненагруженный двигатель может запускаться и останавливаться без пропуска шагов) составляет 1000 Гц. Для достижения большей скорости вращения применяется плавный разгон путем по-

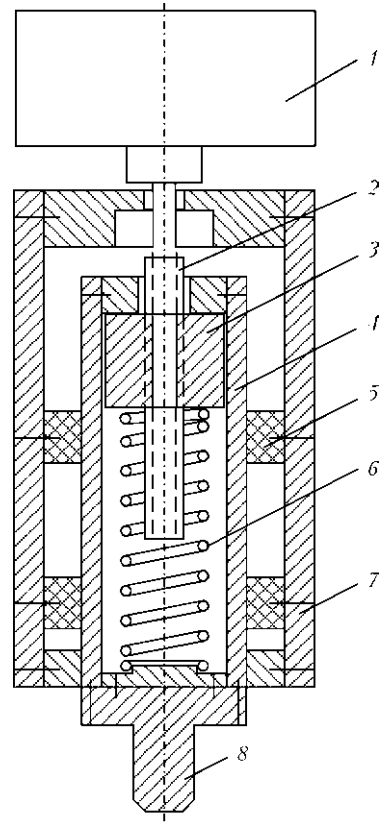


Рис. 2. Кинематическая схема пружинного механизма привода сжатия электродов с шаговым двигателем: 1–8 — см. в тексте

тепного повышения управляющей частоты. Для нашего привода плавный разгон позволил увеличить частоту шагов ШД вдвое по сравнению с частотой приемистости.

Благодаря применению ШД и микропроцессорного управления разработанный привод дает возможность реализовать любой алгоритм перемещения и сжатия электродов, например указанные в работе [1]. На рис. 4 приведена реализация отработки циклограммы перемещения и усилия сжатия электродов, сходная с изображенной на рис. 1. Усилие сжатия электродов задается количеством шагов ШД. Максимальное усилие сжатия, составляющее 60 Н, изменяется с дискретностью 0,07 Н и максимальной скоростью 120 Н/с.

Как и для усилия сжатия электродов, длина перемещения электрода определяется количеством шагов ШД путем подачи на него с микрокон-

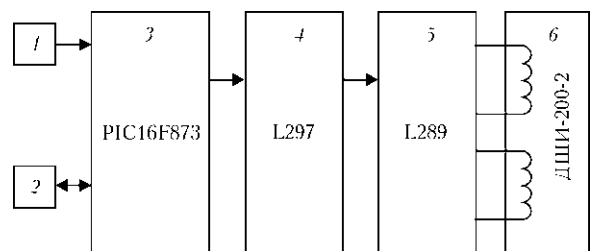


Рис. 3. Структурная схема управления приводом сжатия электродов: 1–6 — см. в тексте

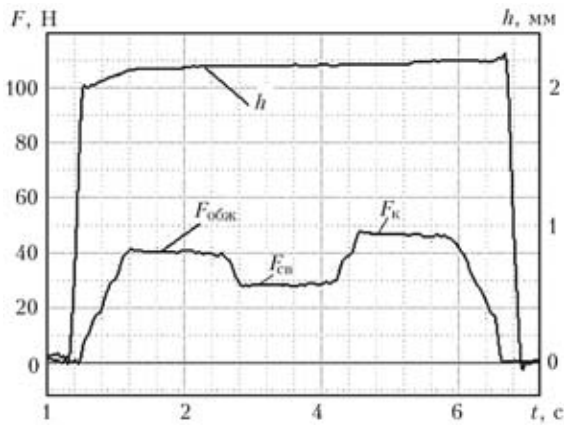


Рис. 4. Циклограмма работы привода перемещения и сжатия электродов ( $h$  — путь перемещения электрода)

троллера заданного количества управляющих импульсов, а скорость перемещения — частотой этих импульсов. Указанные параметры могут изменяться в широких пределах. Максимальный ход электрода — 10 мм, дискретность задания перемещения — 0,07 мм и максимальная скорость перемещения — 14 мм/с. Привод позволяет осуществлять безударную работу электродов путем

программного снижения скорости ШД перед касанием электрода свариваемого изделия. Благодаря этому уменьшается механический износ рабочего торца электрода и увеличивается интервал времени между заточками, повышается производительность и увеличивается срок службы электродов.

**Заключение.** Разработанный привод сжатия электродов для машин контактной точечной микросварки обеспечивает прецизионную отработку задания перемещения и изменения усилия сжатия электродов по программам любой сложности. Привод характеризуется компактностью, относительной простотой и малой инерционностью подвижной части. Его недостатком является меньшее быстродействие по сравнению с пневматическими и гидравлическими приводами сжатия электродов.

1. Моравский В. Э., Ворона Д. С. Технология и оборудование для точечной и рельефной конденсаторной сварки. — Киев: Наук. думка, 1985. — 272 с.
2. Технология и оборудование контактной сварки / Б. Д. Орлов, А. А. Чакалев, Ю. В. Дмитриев и др. — М.: Машиностроение, 1986. — 352 с.

A compression drive for electrodes of resistance spot microwelding machines was developed, which is based on application of step motor for spring dosing of the compression force. The drive allows realization of complex cyclograms of electrode compression and programmed change of their displacement velocities.

Поступила в редакцию 15.11.2011

## ВЫХОДИТ В СВЕТ!

**Неразрушающий контроль в Украине:** Справочник / Под ред. В. А. Троицкого и Ю. Н. Посыпайко. — Киев: Украинское о-во неразрушающего контроля, 2012. — 144 с.

Приведены сведения об организациях Украины, связанных с использованием физических методов неразрушающего контроля (акустических, радиационных, электромагнитных, проникающих веществ и др.) для оценки качества материалов и ответственных сооружений, о предприятиях, изготавливающих и поставляющих приборы, материалы и оборудование для дефектоскопии и технической диагностики, осуществляющих подготовку и сертификацию специалистов по неразрушающему контролю, а также о стандартизации и метрологии в области неразрушающего контроля. Приведена информация об Украинском обществе неразрушающего контроля и технической диагностики, итогах профессиональных конкурсов, научных конференциях, практических семинарах и других мероприятиях, которые проводятся в Украине для пропаганды физических методов неразрушающего контроля качества ответственных сооружений.

**По вопросу приобретения справочника следует обращаться в редакцию журнала «Техническая диагностика и неразрушающий контроль» (тел. +38 (044) 205 23 90)**