



УДК 621.791:658.011.54

ДАТЧИК УРОВНЯ МЕТАЛЛИЧЕСКОЙ ВАННЫ ПРИ ЭШС

Ю. Н. ЛАНКИН, д-р техн. наук, Е. Н. БАЙШТРУК, инж. (Ин-т электросварки им. Е. О. Патона НАН Украины)

Описан индуктивный датчик уровня жидкой металлической ванны для ЭШС, отличающийся повышенной чувствительностью и стабильностью.

Ключевые слова: индуктивный датчик, вихревые токи, уровень металлической ванны, электрошлаковая сварка

При электрошлаковой сварке (ЭШС) необходимо, чтобы уровень металлической ванны относительно подвижных формирующих устройств – ползунов — сохранялся неизменным. Это возможно, если в каждый момент времени соблюдается условие

$$\sum_{i=1}^n S_{эл}^i v_{пл}^i = B(S + 2\Delta S)v_{св},$$

где n — количество электродов; $S_{эл}^i$ — площадь сечения i -го электрода; $v_{пл}^i$ — скорость плавления i -го электрода; B — ширина сварочного зазора; S — толщина свариваемого металла; ΔS — усиление шва; $v_{св}$ — скорость сварки (скорость перемещения тележки и ползунов).

Стабильность уровня поверхности металлической ванны относительно перемещаемого кристаллизатора (ползуна) в значительной мере влияет на качество поверхности сварного шва, а существенное изменение ее уровня может привести к аварийной ситуации — проливу шлаковой или металлической ванны.

К сожалению, в реальных условиях на процесс ЭШС воздействуют различные возмущения, приводящие к значительным колебаниям $v_{пл}^i$. Кроме того, ширина сварочного зазора B не остается постоянной по длине шва из-за недостаточно точной сборки и наличия сварочных деформаций. В результате на практике сварщику все время приходится корректировать $v_{св}$ или толчком перемещать аппарат на большой скорости, чтобы поддерживать уровень шлаковой ванны, хотя бы несколько ниже верхнего среза ползунов. Считается, что осуществлять процесс ЭШС без автоматической стабилизации уровня металлической ванны при скорости сварки выше 5 м/ч вообще практически не возможно. Поэтому работы по автоматическому регулированию уровня металлической

ванны начались даже раньше, чем разработка регуляторов тока сварки [1]. В работах [2, 3] было предложено большое количество датчиков уровня жидкой металлической ванны, основанных на различных физических принципах — термодатчики, контактные, радиоактивные и индукционные датчики. Тем не менее широкого распространения они не получили.

В последнее время в связи с некоторым оживлением промышленности вновь возник интерес к ЭШС. С распространением скоростной ЭШС началось создание современного сварочного оборудования нового поколения и возобновились работы по автоматическому регулированию уровня жидкой металлической ванны.

Отличительной особенностью описываемого датчика является повышенная чувствительность и стабильность показаний за счет применения новых принципов обработки выходного сигнала. В последних разработках регуляторов уровня металлической ванны в ИЭС им. Е. О. Патона используются токовихревые датчики (рис. 1). Возбуждающая катушка 4 находится на разомкнутом П-образном магнитопроводе 5, полюса 2 которого размещены в пазу 3 в теле водоохлаждаемого ползуна 1.

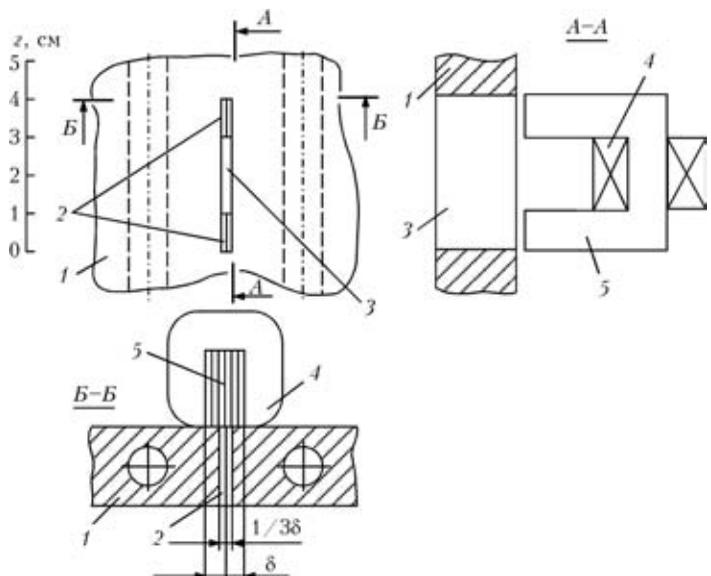


Рис. 1. Схема размещения датчика уровня поверхности металлической ванны в ползуне; обозначения 1–5 см. в тексте

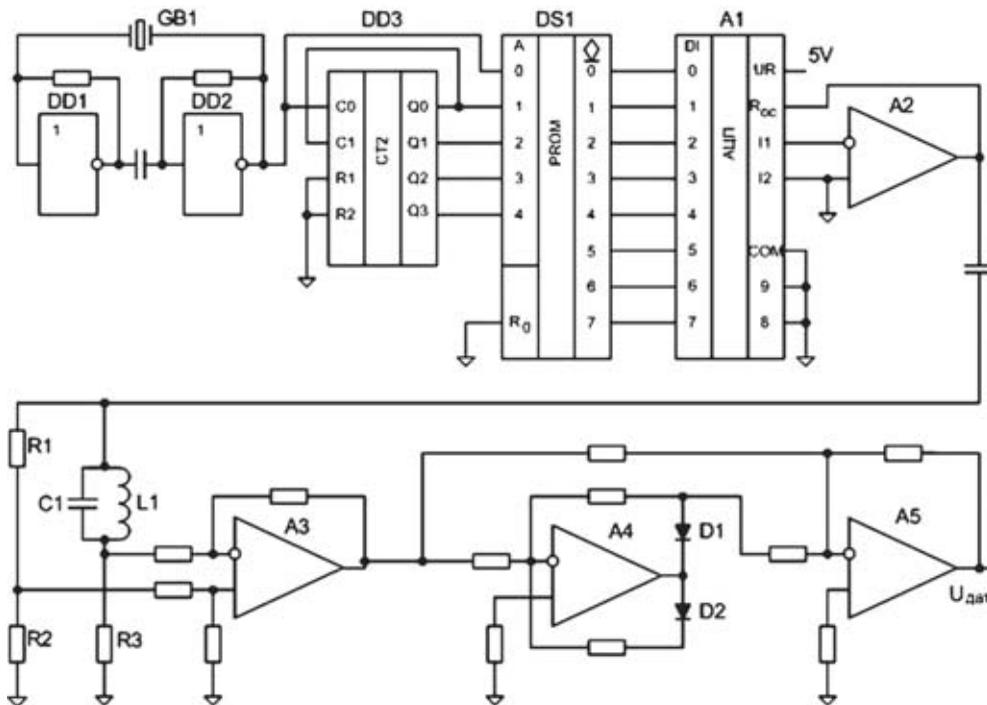


Рис. 2. Принципиальная схема датчика уровня металлической ванны

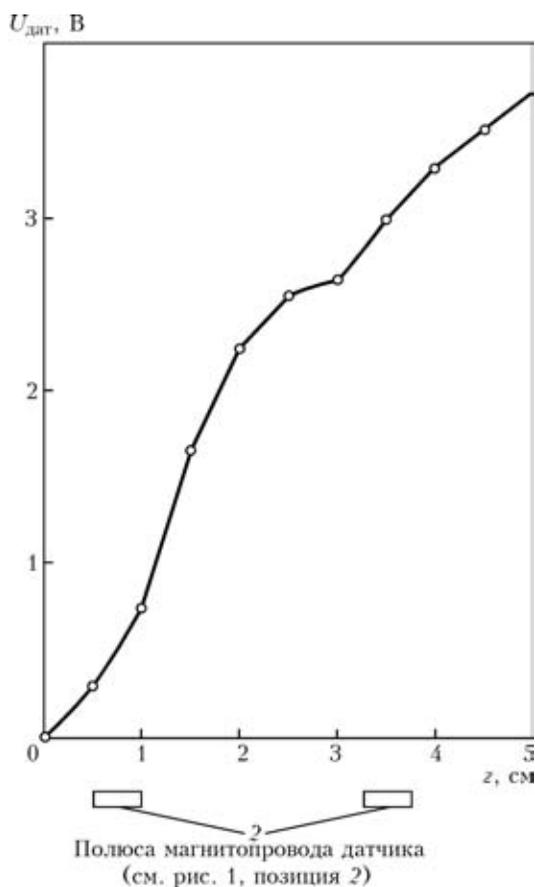


Рис. 3. Выходная характеристика датчика уровня металлической ванны

Упрощенная принципиальная схема измерения уровня металлической ванны приведена на рис. 2. Контур, состоящий из возбуждающей катушки L1

и конденсатора C1, включен в одно из плеч моста (резисторы R1–R3). Мост питается синусоидальным напряжением 10 кГц от генератора на микросхемах DD1, DD2, DD3, DS1, A1, A2. На микросхемах DD1 и DD2 собран задающий генератор прямоугольных колебаний, стабильность частоты которого обеспечивается кварцевым резонатором GB1. Эти колебания поступают на вход счетчика импульсов DD3. Его выходной код последовательно адресует постоянное запоминающее устройство DS1, в котором записан код синусоиды. Аналого-цифровой преобразователь (АЦП) A1 и операционный усилитель A2 преобразуют этот код в синусоидальное напряжение питания измерительного моста.

Контур L1, C1 настроен в резонанс на частоту питающего напряжения, когда уровень металлической ванны находится ниже нижнего полюса магнитопровода датчика уровня. В этом положении металлической ванны мост настраивается на минимальный (близкий к нулю) сигнал в его диагонали. При повышении уровня металлической ванны относительно нижнего полюса магнитопровода, возбуждаемые в ней вихревые токи изменяют активное и индуктивное сопротивления контура. Возникающее при этом напряжение разбаланса моста усиливается дифференциальным усилителем A3 и выпрямляется двухполупериодным выпрямителем на операционных усилителях A4, A5 и диодах D1, D2.

Использование резонанса значительно повышает чувствительность датчика, но предъявляет повышенные требования к стабильности частоты



и нелинейным искажениям питающего синусоидального напряжения. По этой причине и применен столь сложный генератор напряжения питания измерительного моста. На рис. 3 приведена типовая зависимость выходного напряжения датчика $U_{дат}$ от уровня металлической ванны.

В рабочем диапазоне изменения уровня поверхности металлической ванны передаточная харак-

теристика датчика достаточно линейна для автоматической стабилизации уровня ванны.

1. *Электрошлаковая сварка* / Под ред. Б. Е. Патона. — Киев: Машгиз, 1956. — 168 с.
2. *Автоматизация сварочных процессов* / Под ред. В. К. Лебедева, В. П. Черныша. — Киев: Вища шк., 1986. — 296 с.
3. *Автоматичне керування електрозварювальними процесами і установками*: Навч. посібник / За ред. В. К. Лебедева, В. П. Черныша. — К.: Вищ. шк., 1994. — 391 с.

An inductive sensor of the liquid metal pool level for ESW is described, which is characterized by an increased sensitivity and stability.

Поступила в редакцию 15.11.2006

УДК 621.791(088.8)

ПАТЕНТЫ В ОБЛАСТИ СВАРОЧНОГО ПРОИЗВОДСТВА*

Электродное покрытие для дуговой сварки, отличающееся тем, что в него дополнительно введены железный порошок, алюмомагний, ферромолибден, кварцевый песок при следующем соотношении компонентов, мас. %: 16...19 железного порошка; 5...6 ферромарганца; 6...7 ферросилиция; 1...2 ферромолибдена; 1...2 алюмомагния; 1...2 кварцевого песка; 6...7 рутила; 3...4 полевого шпата; 2...4 каолина; 10...12 плавикового шпата; 1...2 органического пластификатора; остальное мрамор. Патент РФ 2293007. Г. М. Агапкин, Е. В. Ашихмин, Е. А. Веревкина, А. П. Волохов (ЗАО «Сибэс») [4].

Состав электродного покрытия для дуговой сварки, отличающийся тем, что в него дополнительно введены железный порошок, кварцевый песок, каолин, мрамор, целлюлоза электродная и КМЦ при следующем соотношении компонентов, мас. %: 1...2 железного порошка; 7...10 ферромарганца; 3...4 кварцевого песка; 3...4 полевого шпата; 11...13 каолина; 7...10 мрамора; 5...7 целлюлозы электродной; 0,5...1 КМЦ; остальное рутил. Патент РФ 2293008. Г. М. Агапкин, Е. В. Ашихмин, Е. А. Веревкина, А. П. Волохов (То же) [4].

Способ механизированной импульсной сварки плавающим электродом в среде углекислого газа во всех пространственных положениях, отличающийся тем, что сварку осуществляют с низкочастотной модуляцией сварочной ванны «точками», размер и перекрытие которых задают системой управления, при этом во время импульса сварку ведут на возрастающей вольтамперной характеристике (ВАХ) дуги и жесткой ВАХ источника питания с образованием сварочной ванны заданного объема, которую за время паузы частично кристаллизуют, для чего сварку ведут на жесткой ВАХ дуги и внешней крутопадающей ВАХ источника питания. Патент РФ 2293630 [5].

Сварочный агрегат, содержащий генератор, выпрямитель, сварочные электроды, корректирующее звено, регулятор тока, пороговый блок, отличающийся тем, что в него дополнительно введен блок импульсной модуляции, при этом выход выпрямителя соединен с входом корректирующего звена, выходом регулятора тока и входом порогового блока, выход корректирующего звена соединен с входом блока импульсной модуляции, а выходы блока импульсной моду-

ляции и порогового блока соединены с входом регулятора тока. Патент РФ 2293631. В. А. Фролов, В. А. Яровой [5].

Способ соединения стальных деталей, отличающийся тем, что соединяет стальные детали аргонодуговой сваркой, а нанесение покрытия осуществляет после сварки плазменным напылением на сварочный шов и зону его термического влияния после охлаждения зоны сварки ниже температуры плавления сварного шва, причем плазменное напыление осуществляется материалом соединяемых деталей. Патент РФ 2293632. Ж. М. Бледнова, А. В. Вотинов, М. И. Чаевский, Д. А. Стрелевский (Кубанский ГТУ) [5].

Устройство для формирования соединения при контактной стыковой сварке трубы с заглушкой, отличающееся тем, что токоподводящая и формообразующая части конструктивно выполнены единым целым в виде металлической разрезной пластины, разделенной на секторы по плоскостям, проходящим через отверстие для размещения конца трубы, при этом диаметр указанного отверстия в токоподводящей части выполнен равным или большим диаметра отверстия в его формообразующей части. Патент РФ 2293633. А. А. Белов, А. А. Градович, М. Г. Зарубин и др. (ОАО «Новосибирский завод химконцентратов») [5].

Способ контактно-стыковой сварки трубы с заглушкой, отличающийся тем, что сварочный ток и усилие к заглушке подводят в различных ее поперечных сечениях, при этом поверхность для подвода сварочного тока к заглушке располагают параллельно оси заглушки и под углом 90° к поверхности для подвода сварочного усилия между указанной поверхностью и частью заглушки, ввариваемой в трубу. Патент РФ 2293634. А. А. Кислицкий (То же) [5].

Способ контактно-стыковой сварки трубы с заглушкой, отличающийся тем, что сварку осуществляют с преимущественным разогревом заглушки, в процессе перемещения заглушки между поверхностью ее ввариваемой части и внутренней поверхностью трубы по ходу движения заглушки вне зоны термического влияния в оболочке трубы формируют посадочное место, а большую часть грата, образовавшегося при сварке, и зону с максимальными структурными изменениями, вызванными термическим влиянием, выводят наружу, располагая зону с максимальными структурными изменениями вне зоны сварного шва и используя выведенный наружу грат для формирования плавного сопряжения между

*Приведены сведения о патентах, опубликованных в бюллетене РФ «Изобретения. Полезные модели» за 2007 г. (в квадратных скобках указан номер бюллетеня).