

УДК 621.791

**СИСТЕМА СЛЕЖЕНИЯ ЗА
ПРОСТРАНСТВЕННЫМ ПОЛОЖЕНИЕМ
СВАРОЧНОЙ ВАННЫ***Гончаренко М. А., Грицына А. Н.*

Донской государственной технической
университет, Ростов-на-Дону, Российская
Федерация

gon4arencko.mih@yandex.rusvarka.dstu@mail.ru

Исследовано влияние пространственного положения сварочной ванны на геометрические параметры формы шва. Сформулировано предложение по созданию системы корректировки сварочных режимов.

Ключевые слова: микроконтроллер, сварка, датчик, источник питания, сварочный ток.

Введение. Установлено, что качество сварочных швов (и, следовательно, их надежность) зависит от перечисленных ниже факторов [1, 2].

1. Качество труб (металла).
2. Качество сварочных материалов: электрод или проволока, флюс, защитный газ.
3. Надежность оборудования для выполнения сварочных работ.
4. Режимы и параметры сварки, влияющие на геометрические размеры шва [3–5]:
 - 1) сварочный ток,
 - 2) напряжение на дуге,
 - 3) скорость сварки,
 - 4) диаметр электродной проволоки,
 - 5) угол наклона электрода,
 - 6) форма разделки, величина зазора,
 - 7) род тока, полярность,
 - 8) состав защитного газа,
 - 9) вылет электрода,
 - 10) пространственное положение сварочной ванны.

Равномерное формирование сварного шва — одно из важнейших условий его прочности. Можно добиться равномерности, используя систему управления электрическими параметрами источника питания (ИП) в зависимости от пространственного положения сварочной ванны (горелки). Авторы представленной работы решали задачу создания такой системы.

Основная часть. Решение основывается на результатах экспериментов. При помощи промышленного робота KUKAIR 165/15 была выполнена наплавка валика сварного шва на пластину в различных пространственных положениях: потолочном, нижнем, вертикальном на спуск и на подъем (рис. 1).

UDC 621.791

**TRACKING SYSTEM FOR WELDING
POOL SPATIAL POSITION***Goncharenko M. A., Gritsyna A. N.,*

Don State Technical University, Rostov-on-Don,
Russian Federation

gon4arencko.mih@yandex.rusvarka.dstu@mail.ru

The influence of spatial position of the welding pool on the geometric parameters of the weld shape is investigated. A proposal to create a system of adjustment of welding modes is formulated.

Keywords: microcontroller, welding, sensor, power supply, welding current.



а)



б)

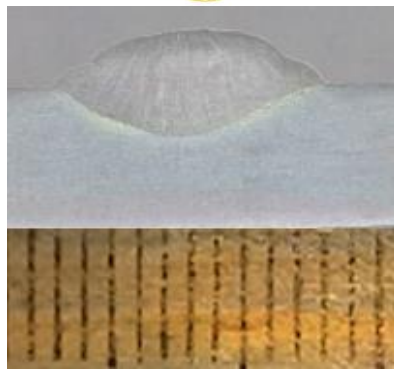


в)

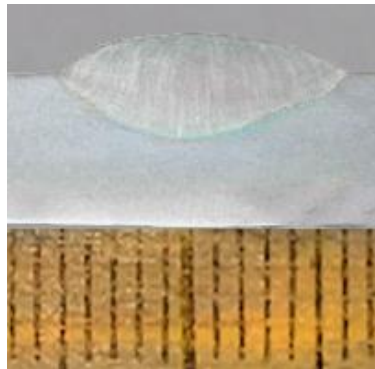
Рис. 1. Сварка экспериментальных образцов: нижнее положение (а), вертикальное на спуск и подъем (б), потолочное (в)

Форма макрошлифов подтвердила, что пространственное положение сварного соединения существенно влияет на геометрию шва. Это также подтверждают источники [2, 4].

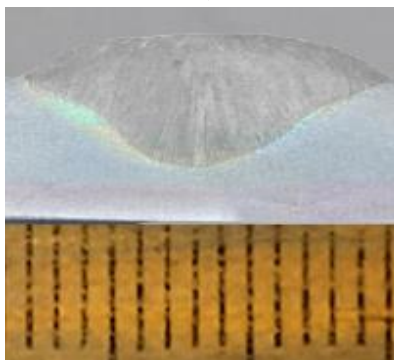
Далее из наплавов были изготовлены макрошлифы (рис. 2).



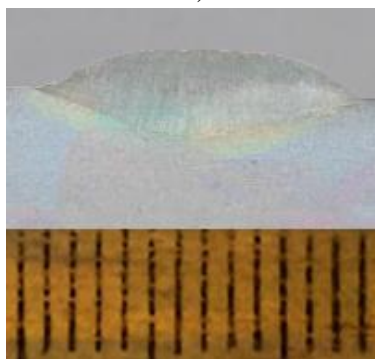
а)



б)



в)



з)

Рис. 2. Макрошлифы: на подъем (а), на спуск (б), нижнее (в), потолочное (з)

Согласно ведомственным строительным нормам 006-89 «Строительство магистральных и промышленных трубопроводов» [6], рекомендуется силу сварочного тока по сравнению с нижним положением уменьшать на 15–20% в вертикальном положении и на 20–25% в потолочном (таблицы 1, 2).

Таблица 1

Рекомендуемые значения сварочного тока при сварке электродами с основным покрытием
«на подъем»

Диаметр электродов, мм	Сварочный ток (А) в зависимости от пространственного положения		
	Нижнее	Вертикальное	Потолочное
2,0–2,5	50–90	40–80	40–50
3,0–3,25	90–130	80–120	90–110
4,0	140–180	110–170	150–180

Таблица 2

Рекомендуемые значения сварочного тока при сварке «на спуск»

Диаметр электродов, мм	Сварочный ток (А) в зависимости от пространственного положения		
	Нижнее	Вертикальное	Потолочное
Электроды с целлюлозным покрытием			
3,0–3,25	90–110	90–110	80–100
4,0	120–160	120–160	100–140
4,0	140–180	150–170	140–170
5,0	180–200	200–220	160–180
Электроды с основным покрытием			
3,0	80–100	110–130	90–110

После экспериментальной проверки известных из литературы данных авторы представленной статьи перешли к решению задачи управления электрическими параметрами ИП.

Систему слежения реализовали с помощью микроконтроллера Arduino Uno [7]. В виртуальной среде персонального компьютера он согласовывает физическую среду датчика и исполнительных механизмов. Данный микроконтроллер подключается к компьютеру через USB-разъем. Управление осуществляется посредством программы Arduino Uno. Для этого используется редактор текста и область сообщения названной среды. Программа управляется с помощью стандартной библиотеки, предложенной изготовителем датчика (в нашем случае — гироскоп-акселерометр GY-521 MPU-6050).

Датчик и микроконтроллер связываются благодаря специальной подпрограмме. Во время ее отработки переменной KalAngelX присваивается значение угла поворота вокруг оси X, которое измеряется целыми числами от 0 до 360. Частота обновления данных — 1 кГц. Кольцевое сварное соединение условно разделили на четыре участка, которые соответствуют пространственным положениям сварочной ванны: нижнее 135-225; вертикальное сверху вниз 225-315; потолочное 315-360, 0-45 и вертикальное 45-135 снизу вверх (рис. 3).

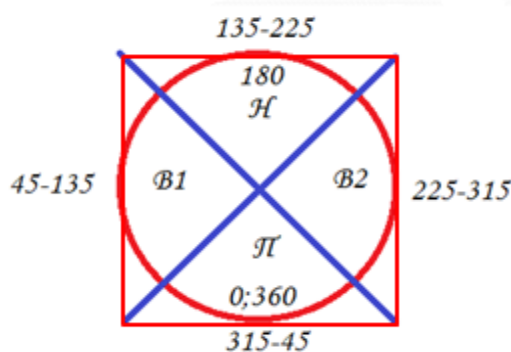


Рис. 3. Соответствие пространственного положения сварочной ванны
значениям углов поворота датчика

В основную программу вносится следующий текст:

```

if (kalAngleX > 135 && kalAngleX < 225) digitalWrite(13, HIGH)
if (kalAngleX > 225 && kalAngleX < 315) digitalWrite(12, HIGH)
if (kalAngleX > 315 && kalAngleX <= 360) digitalWrite(11, HIGH)
if (kalAngleX > 0 && kalAngleX <= 45) digitalWrite(11, HIGH)
if (kalAngleX >= 45 && kalAngleX < 135) digitalWrite(10, HIGH)
delay (3000)
digitalWrite(13, LOW)
digitalWrite(12, LOW)
digitalWrite(11, LOW)
digitalWrite(10, LOW)

```

В зависимости от положения датчика контроллер подает положительный сигнал +5В на один из портов входа-выхода (от 13 до 10). Далее, после 3-секундной паузы (delay 3000) значения всех портов обнуляются, и сигнал вновь считывается с датчика.

Для реализации управления использовали инверторный источник питания «Ресанта САИ 250». В данном ИП переменный резистор выполняет аналоговое регулирование величиной сварочного тока. Резистор работает в режиме делителя. На него с микросхемы UC3845 подается опорное напряжение, выходящее напряжение возвращается обратно. По разности этих значений электрическая схема через каскады усилителей регулирует сварочный ток.

Если увеличить общее сопротивление переменного резистора на дополнительное компенсационное сопротивление, можно изменить значение базовой установки сварочного тока. За базовую установку принимается сварка в нижнем положении.

В разрыв 2 и 4 подсоединяем схему согласования микроконтроллера (рис. 4).

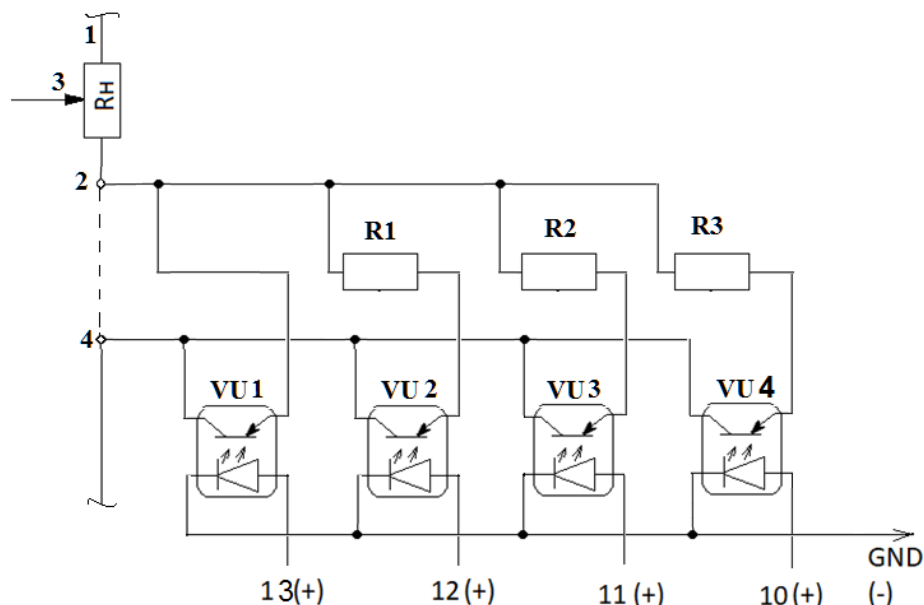


Рис. 4. Схема согласования микроконтроллера и ИП с аналоговым управлением

Если датчик находится в нижнем положении, то положительный сигнал приходит на 13-й выход контроллера. В этом случае оптрон VU1 открывается, и ток проходит напрямую через точки 4–2. Если датчик находится в потолочном положении, то сигнал приходится на 11-й выход, открывается оптрон VU3, и ток проходит через сопротивление $R_n + R_2$. Аналогично с положениями «вертикальное на спуск» (включается VU2) и «вертикальное на подъем» (включается VU4). В схему согласования нужно поставить такие сопротивления, которые будут

отвечать за необходимый режим работы, т. е. уменьшать сварочный ток: R1 — на 5–10%; R2 — на 15–20%; R3 — на 10–15%.

Выводы. Благодаря разработанному устройству, контроллер управляет параметрами источника в зависимости от положения сварочной ванны. У данного решения есть еще одно положительное свойство: сварку можно возобновлять (в случае остановки) в любом пространственном положении.

Библиографический список

1. Акулов, А. И. Технология и оборудование сварки плавлением/ А. И. Акулов, Г. А. Бельчук, В. П. Демянцевич. — Москва : Машиностроение, 1977. — 432 с.
2. Ерохин, А. А. Регулирование величины проплавления при дуговой сварке неповоротных стыков/ А. А. Ерохин, Ю. С. Ющенко// Сварочное производство. — 1966. — № 2. — С. 7–9.
3. Крампит, А. Г. Технологические способы и приемы управления формированием сварного шва/ А. Г. Крампит// Технология металлов. — 2008. — № 11. — С. 34–38.
4. Сидоров, В. П. Влияние режимов сварки на проплавление при механизированной наплавке/ В. П. Сидоров, А. И. Ковтун, С. А. Хурин // Сварочное производство. — 2011. — № 4. — С. 3–6.
5. Судник, В. А. Численный анализ дефектов формы сварного шва при дуговой сварке/ В. А. Судник // Известия ТулГУ. Технические науки. — 2008. — Вып. 2. — С. 177–185.
6. Строительство магистральных и промысловых трубопроводов. Сварка. ВСН 006-89 / Министерство строительства предприятий нефтяной и газовой промышленности ; Всесоюзный НИИ по строительству магистральных трубопроводов. — Москва : Миннефтегазстрой, 1989. — 216 с.
7. Getting Started with Arduino UNO [Электронный ресурс] / Arduino. — Режим доступа : <https://www.arduino.cc/en/Guide/ArduinoUno> (дата обращения : 30.11.2019).