

УДК 621.791.75

Жариков С. В., Лысак В. К., Журавлев А. В.

ВЛИЯНИЕ ЭКЗОТЕРМИЧЕСКОЙ СМЕСИ В СОСТАВЕ СЕРДЕЧНИКА САМОЗАЩИТНОЙ ПОРОШКОВОЙ ПРОВОЛОКИ НА ХАРАКТЕРИСТИКИ ПЛАВЛЕНИЯ

Современное производство направлено на повышение качества продукции, снижение расхода материалов и энергозатрат. Одним из путей достижения этих целей является применение восстановительной наплавки инструмента. При правильно выбранном составе наплавляемого металла она позволяет не только восстанавливать инструмент, но и повышает его межремонтную и суммарную стойкость. Большое распространение наплавка получила при восстановлении холодноштампового инструмента. Восстановление штампового инструмента наплавкой позволяет получить наплавленный металл практически любого состава. При этом экономится значительное количество легированной стали, снижаются энергозатраты и общая себестоимость продукции.

Для восстановительной наплавки холодноштампового инструмента широко применяются самозащитные порошковые проволоки [1, 2, 3]. Выпускаемые наплавочные порошковые проволоки обеспечивают хорошие сварочно-технологические свойства в широком диапазоне составов наплавленного металла, высокий уровень раскисления, низкое содержание включений в металле наплавки [4, 5]. Однако для самозащитных порошковых проволок характерно отставание плавления сердечника от оболочки [6]. При больших скоростях подачи проволоки отставание является серьёзным недостатком, приводящим к ухудшению сварочно-технологических показателей. Попадание нерасплавившегося сердечника в сварочную ванну вызывает засорение металла шва шлаковыми включениями.

Важным резервом улучшения характеристик плавления порошковых проволок и обеспечения равномерности плавления сердечника и оболочки порошковой проволоки является введение в состав их шихты экзотермических смесей [7, 8, 9]. Следовательно, при разработке самозащитной порошковой проволоки для наплавки штампового инструмента, содержащей экзотермическую смесь в сердечнике, необходимо изучить влияние экзотермической смеси на характеристики плавления. Данные о таких исследованиях в литературе немногочисленны.

Целью работы является исследование влияния количества экзотермической смеси, входящей в состав сердечника самозащитной порошковой проволоки, на характеристики плавления порошковой проволоки.

Для изучения влияния количества экзотермической смеси в составе сердечника самозащитной порошковой проволоки на характеристики плавления были изготовлены самозащитные порошковые проволоки со шлакообразующей системой рутил-флюорит-карбонатного типа с различным содержанием экзотермической смеси окалина-алюминий, при их соотношении 4:1. Диаметр порошковой проволоки равнялся 3 мм. Содержание экзотермической смеси в шихте сердечника изменялось от 0 до 50 масс % через каждые 10 %. Однопроходная наплавка валиков на пластины из низкоуглеродистой стали размером 10 × 100 × 400 мм, выполнялось на сварочном автомате А-874 при напряжении на дуге 26 В и скорости подачи проволоки $V_{nm} = 120$ м/ч.

При увеличении количества экзотермической смеси в составе шихты сердечника самозащитной порошковой проволоки наблюдается уменьшение величины сварочного тока. Мгновенное значение величины сварочного тока в процессе наплавки порошковой проволокой может изменяться вследствие капельного переноса электродного металла, изменений положения точки фактического токоподвода, колебаний площади поперечного сечения оболочки или коэффициента заполнения проволоки шихтой и т. п. Поэтому для оценки влияния

экзотермической смеси в шихте на характеристики плавления порошковой проволоки выполнялись интегральные измерения сварочного тока на достаточно протяженном временном интервале.

Схема выполнения измерений приведена на рис. 1. Схема содержит интегратор на операционном усилителе D1, компаратор (элемент сравнения) на операционном усилителе D2 (усилитель КР140УД2А), таймер Н, для отсчета интервалов времени. В качестве датчика тока использовался измерительный шунт RS, включенный последовательно в сварочную цепь.

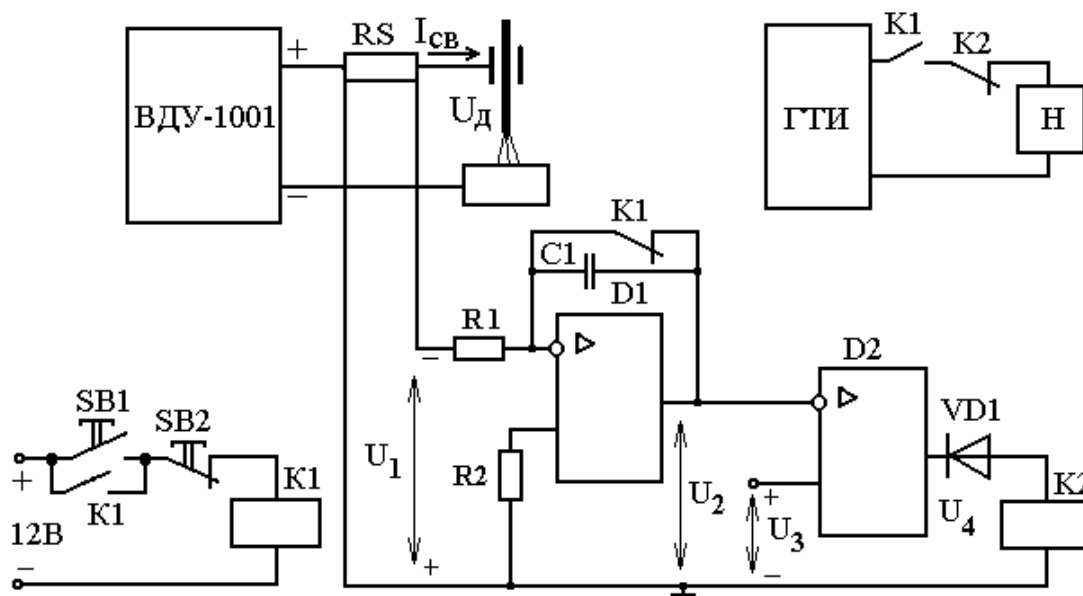


Рис. 1. Схема выполнения измерений

Сигнал с шунта $U_1 = I_{CB}R_{ш}$ подается на вход интегратора D1. Процесс измерения включается после установления стабильного процесса наплавки путем замыкания кнопки SB1. При этом срабатывает реле K1, которое размыкающим контактом запускает процесс интегрирования, а замыкающим контактом – включает таймер Н.

На выходе интегратора получаем:

$$U_2 = \frac{-1}{R_1 C_1} \int_0^t U_1 dt = \frac{-1}{R_1 C_1} \int_0^t I_{CB} R_{ш} dt . \tag{1}$$

В схеме измерений установлено $R_1 = 1000 \text{ Ом}$, $C_1 = 1000 \text{ мкФ}$ и измерительный шунт ШСМ-500, $R_{ш} = 0,15 \cdot 10^{-3} \text{ Ом}$, тогда:

$$U_2 = \frac{-R_{ш}}{R_1 C_1} \int_0^t I_{CB} dt = \frac{-0,15 \cdot 10^{-3}}{1000 \cdot 1000 \cdot 10^{-6}} \int_0^t I_{CB} dt = -0,15 \cdot 10^{-3} \int_0^t I_{CB} dt . \tag{2}$$

Напряжение с выхода интегратора подается на компаратор D2, где сравнивается с опорным напряжением U_3 . Компаратор переключается при выполнении равенства:

$$-U_2 = U_3 . \tag{3}$$

При этом срабатывает реле К2 и отключается таймер Н.
Среднее значение сварочного тока определяется из соотношения:

$$\int_0^t I_{CB} dt = I_{CB,CP} \cdot t. \quad (4)$$

С учетом (2) и (3) получаем:

$$I_{CB,CP} = \frac{10^3 U_3}{0,15t}.$$

Результаты измерений времени достижения заданного напряжения $U_3 = 4$ В и расчета величины сварочного тока приведены в табл. 1. Также произведен расчет тепловой мощности экзотермической смеси, общей тепловой мощности дуги и суммарной тепловой мощности, выделяемой при плавлении экзотермической порошковой проволоки, в зависимости от количества экзотермической смеси в составе шихты сердечника порошковой проволоки (табл. 1).

Таблица 1

Влияние количества экзотермической смеси в шихте сердечника порошковой проволоки на величину сварочного тока

№ п/п	Содержание экзотермической смеси, $Q_{э.с.}$, масс. %	Время t, с	Сварочный ток $I_{св}$, А	Коэффициент расплавления α_p , г/А·ч	Тепло реакции, кДж/с	Мощность сварочной дуги, кДж/с	Суммарная тепловая мощность q, кДж/с
1	0	76,2	350	18,9	0,0	9,1	9,1
2	10	76,2	350	18,9	0,17	9,1	9,27
3	20	77,1	346	19,1	0,4	8,99	9,40
4	30	78,4	340	19,4	0,78	8,84	9,62
5	40	80,9	330	20,0	1,17	8,65	9,82
6	50	86,3	309	21,4	1,42	8,05	9,47

По данным табл. 1 построена графическая зависимость величины сварочного тока от количества экзотермической смеси в составе шихты сердечника порошковой проволоки (рис. 2).

Анализ графика, приведенного на рис. 2, и данных табл. 1 показывает, что с увеличением количества экзотермической смеси в составе шихты сердечника порошковой проволоки, при устойчивом протекании экзотермической реакции, величина сварочного тока уменьшается с 350 А до 309 А, что является следствием повышения коэффициента расплавления электрода в результате протекания экзотермической реакции.

Это приводит к уменьшению общей тепловой мощности дуги. Причем падение величины сварочного тока и общей тепловой мощности дуги наиболее интенсивно проявляется при содержаниях экзотермической смеси более 40 масс. %. При этом общая тепловая мощность дуги уменьшается более интенсивно, чем растет тепловая мощность экзотермической реакции. Это приводит к изменению суммарной тепловой мощности, выделяемой при плавлении дугой экзотермической порошковой проволоки, по кривой с максимумом.

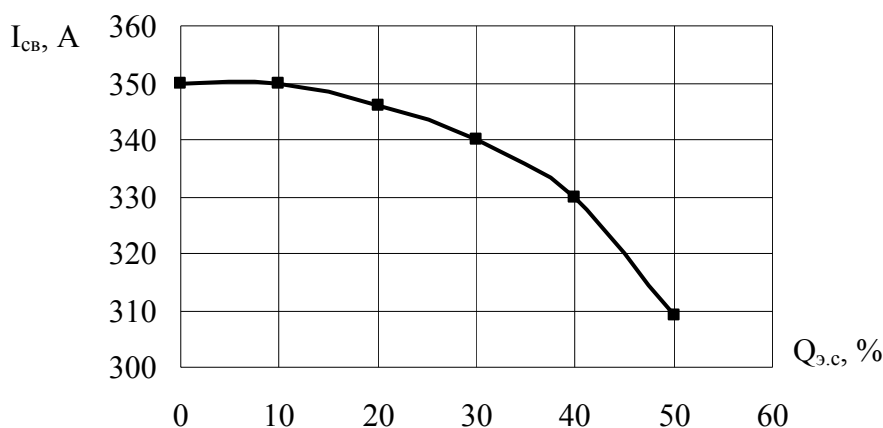


Рис. 2. Зависимость величины сварочного тока при плавлении экзотермической порошковой проволоки от количества экзотермической смеси в составе шихты сердечника

Такі залежності обумовлені бурним протеканням екзотермічної реакції при вмістах екзотермічної суміші в складі шихти самозащитної порошкової проволоки більше 40 мас. %. Теплота екзотермічної реакції змінює нагрів разрядного промежутка і ефективний потенціал іонізації газових складових, що призводить до більш інтенсивного зменшення величини сварочного тока.

ВЫВОДЫ

1. При наплавке самозащитной экзотермической порошковой проволокой, с постоянной скоростью подачи, с увеличением количества экзотермической смеси в пределах от 0...50 % возрастает коэффициент расплавления с 18,9 г/А·ч до 21,4 г/А·ч, а сварочный ток уменьшается в пределах от 350 до 309 А.
2. Повышение количества экзотермической смеси в составе шихты сердечника порошковой проволоки до 50 мас. % приводит к изменению суммарной тепловой мощности, выделяемой при ее плавлении, по кривой с максимумом.

ЛИТЕРАТУРА

1. Карпенко В. М. Свойства наплавленной стали для штампов холодной деформации / В. М. Карпенко, В.Т. Катренко // Удосконалення процесів та обладнання обробки тиском в металургії і машинобудуванні : тематичний збірник наукових праць. – Краматорськ, 1998. – 419 с.
2. Карпенко В. М. Температура предварительного подогрева при наплавке вырубных штампов экзотермическими порошковыми проволоками / В. М. Карпенко, С. В. Жариков, А. Д. Кошевой // Удосконалення процесів та обладнання обробки тиском в металургії і машинобудуванні : тематичний збірник наукових праць. – Краматорськ, 2001. – 675 с.
3. Грохальский Н. Ф. Восстановление деталей машин и механизмов сваркой и наплавкой / Н. Ф. Грохальский. – М. : Машиностроение, 1962. – 350 с.
4. Походня И. К. Металлургия дуговой сварки / И. К. Походня. – К. : Наукова думка, 2004. – 430 с.
5. Порошковые проволоки для электродуговой сварки. Каталог – справочник / И. К. Походня, А. М. Суптель, В. А. Шлепаков и др. – Киев : Наукова думка, 1980. – 180 с.
6. Походня И. К. Сварка порошковой проволокой / И. К. Походня, А. М. Суптель, В. Н. Шлепаков. – Киев : Наукова думка, 1972 – 224 с.
7. Зареченский А. В. Особенности плавления порошковых лент с термитными смесями / А. В. Зареченский, Л. К. Лежчинский, В. В. Чигарев // Сварочное производство. – 1985. – № 8. – С. 39–41.
8. Жариков С. В. Влияние экзотермической смеси, входящей в состав наполнителя самозащитной порошковой проволоки на повышение производительности наплавки / С. В. Жариков, В. М. Карпенко // Вісник східноукраїнського національного університету ім. В. Даля : науковий журнал. – Луганськ, СНУ, 2002. – Вип. 7(53). – С. 58–62.
9. Иофоре И. С. Влияние титано-термитной смеси, входящей в электродное покрытие, на повышение производительности сварки / И. С. Иофоре, О. М. Кузнецов, В. М. Питецкий // Сварочное производство. – 1980. – № 3. – С. 125–128.