

УДК 621.762.53

ТЕХНОЛОГИЯ ПОЛУЧЕНИЯ СОЕДИНЕНИЙ РАЗНОРОДНЫХ МАТЕРИАЛОВ ЭЛЕКТРОИМПУЛЬСНОЙ СВАРКОЙ – ПРЕССОВАНИЕМ

© 2015 С.В. Лемешев, М.А. Рачков, С.В. Нескоромный

Донской государственный технический университет, г. Ростов-на-Дону

Статья поступила в редакцию 06.11.2015

Потребность в конструкциях из разнородных материалов в промышленности, растет во все большем объеме. Зачастую, традиционные способы получения соединений из разнородных материалов. Не могут обеспечить образование качественного соединения. В качестве примера соединения разнородных материалов, рассмотрен случай получения такой сборочной единицы как вывод электрохимической защиты (ЭХЗ). Часто, для соединений такого типа как вывод (ЭХЗ), применяют термитную сварку. Авторами предлагается способ электроимпульсной сварки-прессования (ЭИСП) вывода электрохимической защиты (ЭХЗ), способ, который лишен недостатков термитной сварки, например, таких как наличие дополнительных мероприятий для обеспечения качества шва. Суть процесса ЭИСП заключается в том, что за короткое время осуществляется высокоскоростная консолидация порошковой массы за счет пропускания через порошковую массу тока большой величины, что приводит к соединению медного провода и поверхности трубопровода. Проведенные испытания на срез позволили получить зависимость, которая представлена в виде графика, усилия среза от вводимой энергии, что позволило выделить оптимальные параметры процесса. Так же были проведены исследования, с целью разнообразия материалов, которые возможно соединить способом ЭИСП. Проведенные анализы микроструктуры показывают наличие сварки в твердой фазе.

Ключевые слова: разнородные материалы, вывод электрохимической защиты, термитная сварка, электроимпульсная – сварка спекание, статическое нагружение, динамическое нагружение.

Потребность в конструкциях из разнородных материалов определяет актуальность разработки экономически целесообразной технологии. Так, для снижения коррозии конструкций нефте- и газопроводов осуществляют приварку вывода электрохимической защиты (ЭХЗ) [1].

Вывод ЭХЗ представляет собой медный или латунный провод, который укладывают на поверхность трубы из низколегированной стали и приваривают ручной дуговой или термитной сваркой.

Схема термитной сварки вывода ЭХЗ к поверхности трубы приведена на рис. 1.

Процесс осуществляется следующим образом. На стенку газопровода 4 укладывают провод 3, являющийся выводом ЭХЗ. Многоугольную тигель-форму 1 устанавливают на очищенную от изоляции часть провода по магнитным башмакам 7, затем насыпают термитную смесь 2, состоящую из порошка CuO , и железной окалины типа Fe_3O_4 , производят инициацию термитной реакции за счет термopоджига 5, поджигая огнепроводный шнур 6.

В результате формируется сварное соединение высотой наплавки $5,0 \pm 2,0$ мм., диаметром $30 \pm 5,0$ мм, рис. 2 [1].

Лемешев Сергей Владимирович, магистрант.

E-mail: lemeshev.serj@yandex.ru

Рачков Максим Александрович, аспирант.

E-mail: ra4ko8@mail.ru

Нескоромный Станислав Валерьевич, кандидат технических наук, доцент. E-mail: nescoromnyi@mail.ru

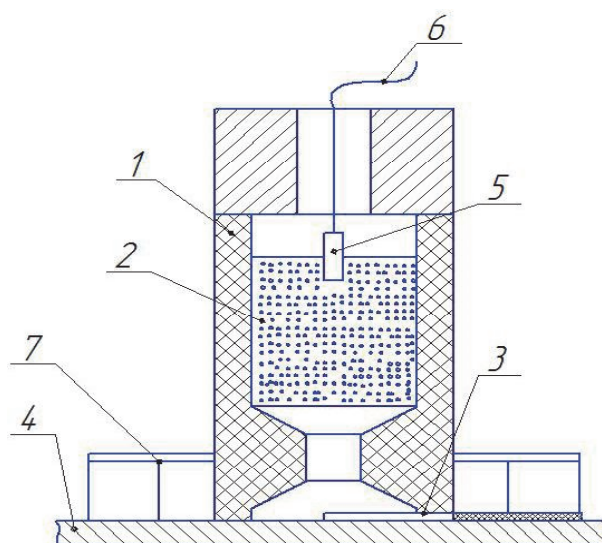


Рис. 1. Реализуемая схема термитной сварки вывода ЭХЗ:
1 – разовая тигель-форма; 2 – термитная смесь;
3 – вывод ЭХЗ; 4 – стенка газопровода;
5 – термopоджиг; 6 – огнепроводный шнур

Недостатками существующих технологий является необходимость подготовки свариваемых поверхностей и сварочных материалов (электрода, термитные смеси), все это в целом снижает производительность процесса. Кроме того, разность теплофизических свойств свариваемых материалов приводит к появлению в структуре сварного соединения интерметаллидных включений, что приводит к появлению трещин.

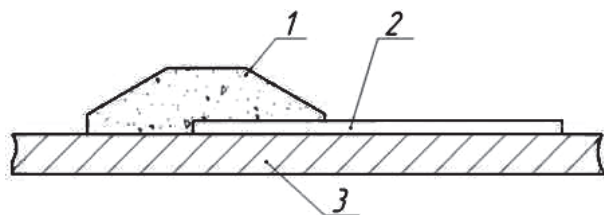


Рис. 2. Вывод ЭХЗ:
1 – термитная наплавка; 2 – вывод ЭХЗ;
3 – стенка трубопровода

Снизить трудоемкость и повысить качество сварных соединений позволит использование импульсных способов соединения материалов. Одним из таких способов является электроимпульсная сварка - прессованием (ЭИСП) [2].

В качестве вывода ЭХЗ использовали медный провод марки М1к диаметром 2мм, порошок марки ПСК. Металлическая пластина интерпретировала поверхность трубы из стали марки ВСтЗсп. Принципиальная схема процесса представлена на рис. 3.

При разряде батареи конденсаторов формируется высокочастотный импульс тока I_p , который проходит через порошковую заготовку, тем временем в индукторе формируется магнитный поток H , магнитное давление P_m которого воздействует на толкатель и перемещает его, создавая ковочное усилие F_k . Длительность процесса не превышает 180 мкс, [2].

Установлено, что на получение сварного соединения влияет размер частиц порошка, давление электрода и количество вводимой энергии, [3].

В результате проведенных экспериментальных исследований были получены образцы соединений разнородных материалов ЭИСП, рис. 4.

Эксперименты проводились с использованием генератора импульсных токов ГИТ 2-1 со следующими параметрами: емкость накопителя составляла 300 ÷ 600 мкФ, диапазон вводимой энергии 3,0 ÷ 7,0 кДж, для создания динамического нагружения, использовался индукционно – динамический привод, в состав которого входил плоский 3-х витковый индуктор с толкателем массой 500г.

Результаты механических испытаний экспериментальных образцов на срез в зависимости от

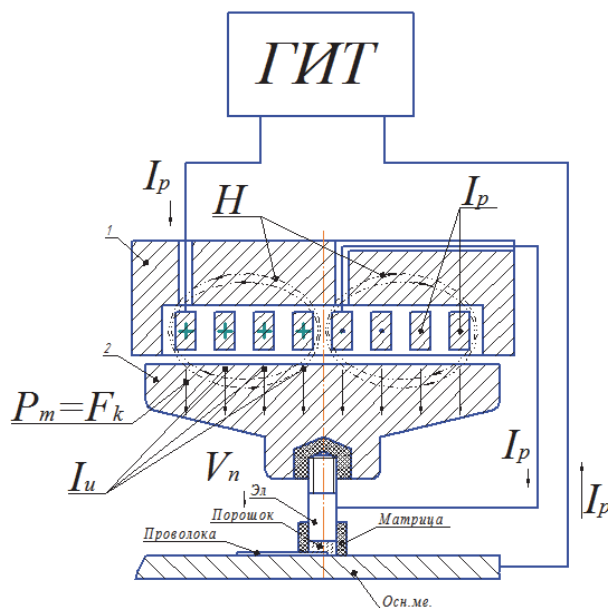


Рис. 3. Принципиальная схема импульсного процесса соединения разнородных материалов: ГИТ (генератор импульсных токов); 1 – плоский индуктор; 2 – толкатель; Н – магнитный поток; F_k – ковочное усилие; P_m – магнитное давление; I_u – ток индуцированный; I_p – ток разряда Эл-электрод; Осн.ме. – основной металл (поверхность трубы); V_n – скорость перемещения толкателя

вводимой энергии представлены, рис. 5.

В диапазоне от 3,2 ÷ 5,0 кДж вводимой энергии недостаточно, полученное спеченное тело имеет большую пористость и малую прочность. Штрихпунктирная часть графика показывает, что в данных областях получение соединения между порошковым телом и металлической пластиной, затруднено и носит непостоянный характер. В диапазоне 5,0 ÷ 7,0 кДж прочность сварных соединений снижается. Это объясняется снижением усадки порошка и уровня пористости. При введении большого количества энергии порошковая заготовка имеет склонность к взрывообразному разрушению с выплесками расплавленного порошка. Диапазон вводимой энергии 4,3 ÷ 5,8 кДж, является оптимальным, так как вышеприведенные дефекты не наблюдаются. Ковочное усилие (магнитное давление) составляло $P=100 \div 300$ МПа,

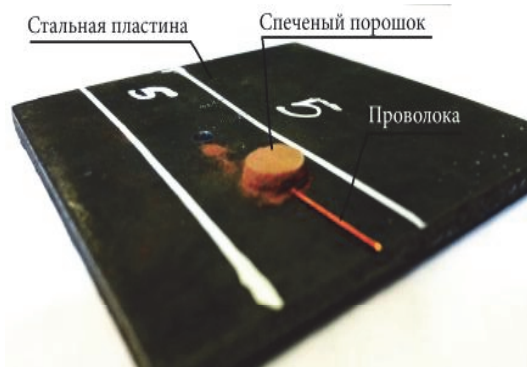


Рис. 4. Образец вывода ЭХЗ с пластиной



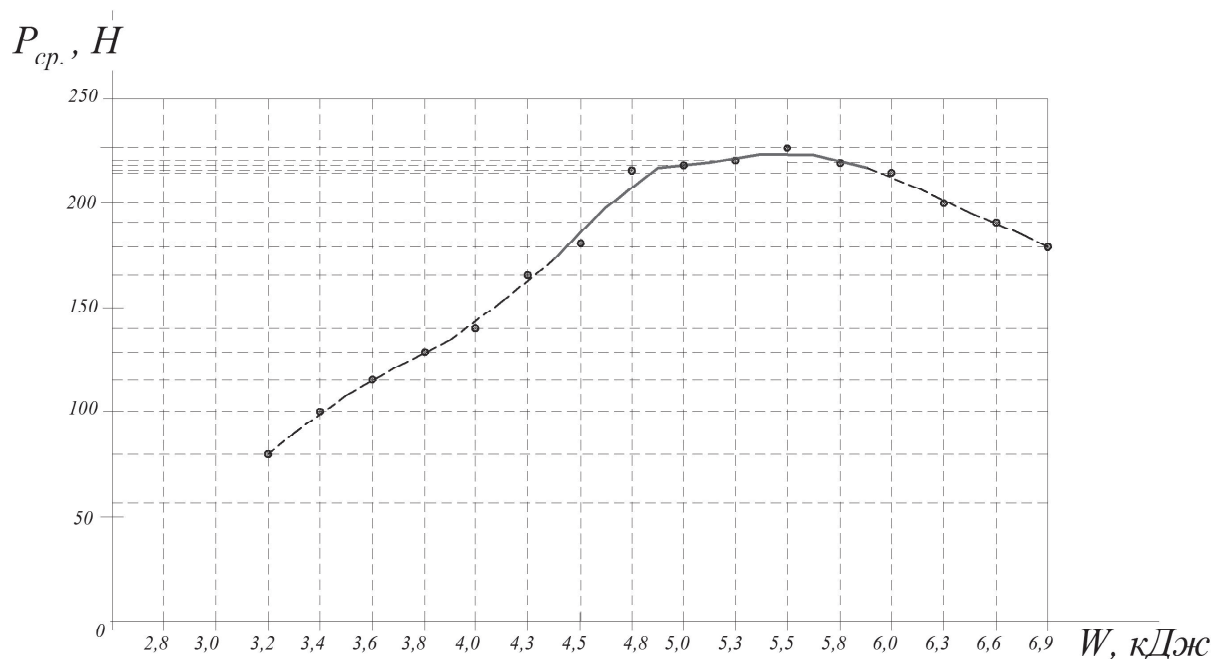
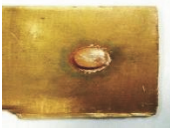
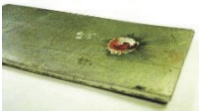
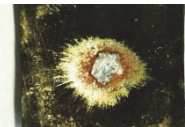
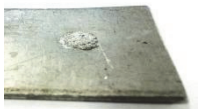
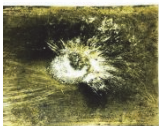
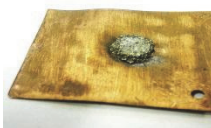
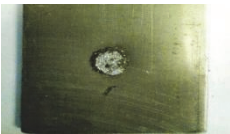
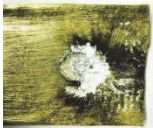
Рис. 5. Зависимость прочности сварного соединения $P_{ср}$ от вводимой энергии W

Таблица 1. Сочетания соединений разнородных материалов

Пластина Порошок	МН 95-5	АД 1	Ст3 сп	Л59
ПМС-К	 Масса 1 г.	 Масса 1 г.	 Масса 1 г.	 Масса 1 г.
ПА-1	 Масса 0,5 г.	 Масса 0,2 г.	 Масса 0,2 г.	 Масса 0,3 г.
ПНК-УТ4	 Масса 1 г.	 Масса 0,5 г.	 Масса 1 г.	 Масса 1 г.

частота разряда тока $f=10$ кГц.

Для исследования возможностей ЭИСП в процессе экспериментальных исследований были получены различные сочетания соединений разнородных материалов, представленные в табл. 1.

При использовании ЭИСП нет необходимости применять предварительный подогрев с последующей термообработкой в связи с кратковременностью процесса, зачистку поверхностей от брызг расплавленного медного порошка. Введение в зону соединения строго дозированной вводимой энергии обеспечивает стабильное качество получения сварных соединений.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. СТО Газпром 2-2.2-136-2007-«Инструкция по технологиям сварки при строительстве и ремонте промышленных и магистральных газопроводов, часть 1». Введ. 22-09-2007-М.: Изд – во ООО «Научно-исследовательский институт природных газов и газовых технологий - ВНИИГАЗ», 2007.
2. Пат. 2551329 Российская Федерация, МПК⁷ В23К 11/02, В22F 7/08. Способ получения соединения разнородных электропроводных материалов и устройство для его осуществления/ С.В. Нескоромный, Е.Л. Стрижаков, С. В. Лемешев, и др.

- 2013158412/02; Заявл. 27.12.2013; опубл. 20.05.2015. Бюл. №14.
3. Лемешев С.В., Перлов Д.С., Нескоромный С.В. и др. Высоковольтное ударное электроимпульсное прессование / С.В. Лемешев, Д.С. Перлов, С.В. Нескоромный // Волновые, вибрационные технологии в машиностроении, металлообработке и других отраслях: сб. тр. между-нар. науч. симпозиума технологов-машиностроителей и механиков, 7-10 окт. / ДГТУ. - Ростов н/Д, 2014.-130 с.

TECHNOLOGY OF JOINING DISSIMILAR MATERIALS ELECTRIC PULSE WELDING-PRESSING

© 2015 S.V. Lemeshev, M.A. Rachkov, S.V. Neskormnyi

Don State Technical University, Rostov-on-Don

Need for structures of different materials in the industry, is growing in an increasing volume. Often, traditional methods of preparing compounds of dissimilar materials. As an example of joining dissimilar materials, consider the case of receipt of such assembly unit as the output of electrochemical protection (ECP). The authors propose a method of electro - pulse welding pressing (EPWP) for electrochemical protection (ECP), a process which avoids the disadvantages of thermite welding, such as the availability of additional measures to ensure the quality of the seam. The essence of the process lies in the EPWP that is carried out in a short time a high-speed bulk powder consolidation by passing through the powder mass a large current value, which leads to a compound of the copper wire and the pipeline surface. The tests yielded shear dependence, which is represented as a graph, shear force of the input energy that has allowed to allocate the optimum process parameters. Also, studies have been conducted with a view to the diversity of materials that might connect EPWP way. Analyses show the presence of a microstructure solid phase welding.

Keywords: Heterogeneous materials, the output of electrochemical protection, thermite welding, electric pulse - welding sintering, static loading, dynamic loading.

Sergei Lemeshev, Graduate Student.

E-mail: lemeshev.serj@yandex.ru.

Maksim Rachkov, Graduate Student.

E-mail: pa4ko8@mail.ru.

Stanislav Neskormnyi, Candidate of Technics, Associate

Professor. E-mail: neskormniy@mail.ru