



УДК 621.791.019

Гаевский В.О., Прохоренко В.М.

Национальный технический университет Украины «Киевский политехнический институт».

Украина, г. Киев

ПРОГНОЗИРОВАНИЕ ВЫПОЛНЕНИЯ ТРЕБОВАНИЙ К ВОДОРОДНОЙ ПОРИСТОСТИ ШВОВ ПРИ СВАРКЕ ПОД ФЛЮСОМ

Определены подходы к количественному определению способности технологического процесса дуговой сварки под флюсом выполнять требования к водородной пористости сварных швов на этапе подготовки производства.

Ключевые слова: дуговая сварка под флюсом; пористость сварных швов

Введение

Газовые поры являются одним из дефектов сварного шва. Следствием невыполнения требований к пористости сварных швов могут быть техногенные катастрофы, человеческие потери, профессиональные заболевания, травмы, потеря работоспособности сварных изделий и тому подобное. Современные подходы обеспечения качества в сварочном производстве нацелены, в большей степени на предупреждение появления дефектов, нежели на их обнаружение и устранение. Для оценки способности процесса сварки выполнять требования к пористости сварного шва необходимо применение соответствующих методик.

Постановка задачи

Существующие способы оценки устойчивости процессам сварки и применяемых сварочных материалов к образованию пор основаны на методике К.В. Любавского [1]. Основными недостатками общепринятых подходов к оценке пороустойчивости является применение детерминированных показателей пороустойчивости и сравнительный характер оценок при невозможности прогнозирования результатов лабораторных исследований на показатели пористости сварных швов в условиях реального производства.

Результаты исследования

Анализом результатов исследований пористости сварных швов при дуговой сварке под флюсами общего назначения определены основные порообразующие газы, в том числе, азот, окись углерода и водород. При сварке под флюсами общего назначения основным порообразующим газом является водород. Для предупреждения водородной пористости применяют технологические и металлургические методы, которые не гарантируют полного

отсутствия водородных пор [2]. Невозможность обеспечения полного отсутствия пор приводит к необходимости нормирования допустимой пористости сварных швов техническими требованиями к сварным изделиям. Межгосударственными стандартами, действующими на территории Украины, нормируют максимально допустимый диаметр пор и суммарный линейный размер пор на 100мм сварного шва.

Известные методики оценки стойкости к образованию пор не учитывают тот факт, что появление поры является случайным событием, и это требует применения статистических показателей стойкости сварных швов к образованию пор. Кроме того существующие методики никак не учитывают установленные требования к пористости сварных швов. На кафедре сварочного производства НТУУ КПИ разработана и запатентована методика определения способности процесса сварки обеспечивать выполнение требований к пористости сварных швов, которая предусматривает статистическое исследование стойкости к водородной пористости и позволяет получать объективные данные о вероятности невыполнения требований к пористости сварных швов [3, 4]. Методика предусматривает выполнение сварки по полиолефиновым трубкам с разным количеством дистиллированной воды на единичном участке сварного шва, подсчет количества пор и определение их диаметров с последующим определением параметров Вейбулловского распределения диаметра пор и Пуассоновского распределения количества пор на единичном участке сварного шва.

На рис. 1 представлены результаты корреляционного анализа вероятности появления пор и превышения допустимого по ГОСТ Р 52400:2005 диаметра пор 1,5 мм с количеством дистиллированной воды, вводимой на единичный участок сварного шва. Данные получены для сварки под флюсами общего назначения, отличающимися содержанием фторида кальция: АН-348А, АН-44, ОК Flux 10.71. Показано, что значения перечисленных показате-

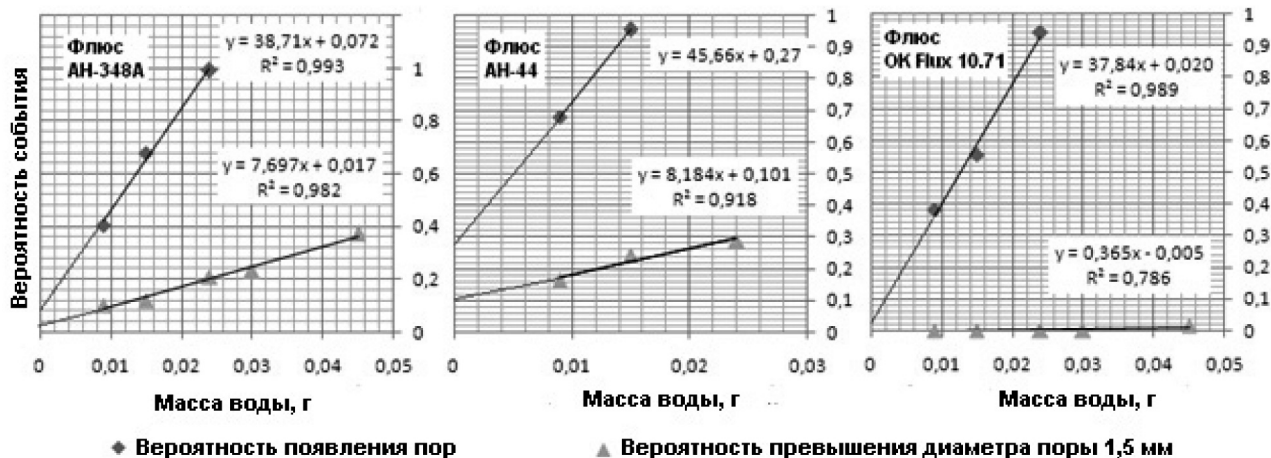


Рис. 1. Корреляционные зависимости между вероятностями появления и превышения диаметра пор 1,5 мм и массой воды, введенной на единичный участок сварного шва.

лей пористости увеличиваются с увеличением количества воды, вводимого на единичный участок сварного шва.

Полученные с достаточно высоким значением коэффициента детерминации $R^2 = 0,78 \div 0,99$ линейные корреляционные зависимости позволяют аппроксимировать лабораторные данные о стойкости сварных швов к водородной пористости на производственные условия и прогнозировать вероятность выполнения требований к пористости при предельно допустимой влажности флюса (0,1%мас. или 0,002 г/ 30 мм шва) в условиях производства.

Анализ экспериментально полученных значений вероятности превышения суммарным линейным размером пор предельно допустимого по ГОСТ Р 52400:2005 значения 1,5 мм на 100 мм сварного шва, показывает, что при массе воды на единичном участке 0,002 г/ 30 мм сварного шва установленное требование не выполняется только при

сварке под бесфтористым флюсом АН-44 (рис. 2). При сварке под флюсами АН-348А и ОК Flux 10.71 при полном соблюдении технологии превышение суммарным линейным размером пор максимально допустимого значения в 1,5 мм на 100 мм сварного шва невозможно.

Полученные данные позволили спрогнозировать вероятность комплексного выполнения требований ГОСТ Р 52400:2005 как по диаметру, так и по суммарному линейному размеру пор на 100 мм сварного шва. При допустимой влажности флюса 0,1%мас. прогнозируется доля сварных швов, соответствующих требованиям ГОСТ Р 52400:2005 к пористости сварных швов: флюсам АН-348А – 99,5%, флюс АН-44 – 61,2%, флюс ОК Flux 10.71 – 100%.

Применение предложенной методики определения способности процесса сварки обеспечивать выполнение требований к пористости сварных швов позволяет на этапе подготовки производства

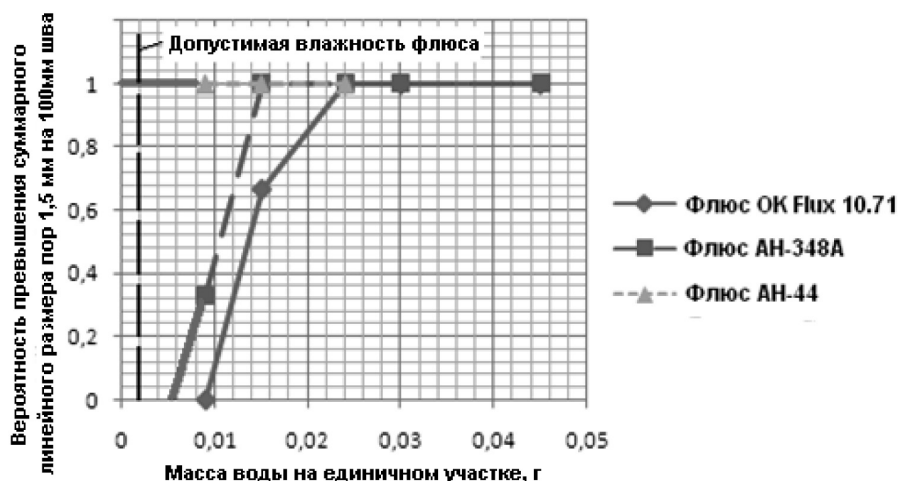


Рис. 2. Зависимость вероятности превышения суммарным линейным размером пор максимально допустимого значения в 1,5 мм на 100 мм сварного шва от массы воды, введенной в зону сварки



оптимизировать технологию сварки и объемы выборки для контроля пористости сварных швов.

Вывод

Разработана методика экспериментального определения способности процесса дуговой сварки под флюсом выполнять требования к водородной пористости, основанная на статистических моделях распределения диаметра, количества, относительной площади пор, позволяющая аппроксимировать данные, полученные в лаборатории на условия реального сварочного производства.

Литература

- [1] Подгаецкий В.В., Люборец И.И. Сварочные флюсы. — Киев: Техніка, 1984. — 167 с.
- [2] Causes for Weld Defects, IIW Doc. XII-B-046-83, International Institute of Welding, 1983.
- [3] Деклараційний патент на корисну модель № 92690. Спосіб оцінки схильності зварювальних матеріалів до водневої пористості /В.О.Гаєвський, В.М. Прохоренко (Україна). МПК (2009), B23K 28/00, № u 2014 03632, заявл. 08.04.2014, опублік. 26.08.2014, Бюл. №16.
- [4] Прохоренко В. М. Ймовірність невиконання вимог до пористості шва при зварюванні під флюсом / В. М. Прохоренко, В. О. Гаєвський // Технологіческие системы, 2014. — № 3(68). — С. 33–41.

Gaievskiy V.O., Prokhorenko V.M.

National Technical University of Ukraine «Kiev Polytechnic Institute». Ukraine, Kiev

PREDICTION OF PERFORMANCE STANDARDS FOR HYDROGEN POROSITY SEAMS AT SUBMERGED-ARC WELDING

Approaches to quantify the ability of the process submerged arc welding to meet the requirements to hydrogen porosity welds at the stage of pre-production.

Keywords: submerged-arc welding; weld porosity

References

- [1] Podgaetskiy V.V. The Welding Fluxes / V.V. Podgaetskiy, I.I. Lyuborets. — Kiev: Tekhnika, 1984. — 167 p.
- [2] Causes for Weld Defects, IIW Doc. XII-B-046-83, International Institute of Welding, 1983.
- [3] Patent for utility model № 92690. Assessment method propensity welding materials to hydrogen porosity / V.O. Gaievskiy, Prokhorenko (Ukraine). IPC (2009), B23K 28/00, № u2014 03632, appl. 04.08.2014, publish. 26.08.2014, Bull. №16.
- [4] Prokhorenko V. M. The probability of non-compliance to weld porosity during welding / V.M. Prokhorenko, V.O. Gaievskiy // Technological systems – 2014. — № 3 (68). — P. 33-41.