

ВЛИЯНИЕ НАНОДИСПЕРСНЫХ ЧАСТИЦ КАРБОНИТРИДА ТИТАНА НА СТРУКТУРУ И СВОЙСТВА СВАРНЫХ СОЕДИНЕНИЙ ИЗ СТАЛИ 09Г2С

С.Г. ДЕМЧЕНКО¹, Н.К. ГАЛЬЧЕНКО²

¹Томский политехнический университет

²Институт физики прочности и материаловедения СО РАН

E-mail: stas.dem@mail.ru

Из обзора литературных данных следует, что в производстве для сварки наиболее востребованным способом является ручная электродуговая сварка покрытыми электродами. Применение в качестве присадочного материала в составе покрытий сварочных электродов композиционных порошков на основе карбонитрида титана предполагает получение сварных швов с повышенным уровнем прочностных характеристик.

Цель работы: Исследование закономерностей формирования структуры и свойств металла сварных швов, полученных ручной дуговой сваркой электродами ОЗС-12, содержащих нанодисперсные частицы карбонитрида титана.

Объекты и методы исследования.

В настоящей работе были проведены сравнительные исследования структуры, твердости и ударной вязкости сварных соединений из листовой стали 09Г2С, полученных ручной дуговой сваркой стандартным сварочным электродом марки ОЗС-12 и экспериментальным электродом, выполненным на базе шихты ОЗС-12 с нанодисперсным присадками из композиционного порошка с нанодисперсными частицами карбонитрида титана.

Для модификации структуры сварных швов в работе использовали композиционные порошки, рассчитанные на состав $(\text{TiC}_{0,5}\text{N}_{0,5}-\text{Fe})$. Порошки $(\text{TiC}_{0,5}\text{N}_{0,5}-\text{Fe})$ при соотношении компонентов 1/1 были получены методом самораспространяющегося высокотемпературного синтеза (СВС) в проточном реакторе. Частицы СВС-композиата $(\text{TiC}_x\text{N}_y - \text{Fe})$ после измельчения в вибромельнице в среде аргона имели размер 1 -3 мкм. Размер частиц карбонитрида титана в железной матрице составлял 80-120 нм.

Электроды экспериментальных составов были изготовлены из стержней диаметром 3 мм из стали СВ-08 по ГОСТ-2246-60 с двухслойными покрытиями, полученными на основе шихты ОЗС-12. В качестве присадочного материала использовали композиционный порошок $(\text{Fe} - \text{TiC}_{0,5}\text{N}_{0,5})$ из расчета получения в электродном покрытии 0,25 масс.% $\text{TiC}_{0,5}\text{N}_{0,5}$. Дополнительно в состав обмазки электродов вводили 3 масс.%Ni и 0,6 масс.%Mo (коэффициент массы покрытий - 1,0). Сварка листовых проб производилась ручным дуговым способом с помощью сварочного источника ФЭБ-315 «МАГМА. Режимы сварки: ток наплавки - постоянный обратной полярности; величина тока – 130 - 170 А.

Для сварных конструкций, работающих в условиях низких температур, одной из определяющих характеристик сварных швов является ударная вязкость, которая является одним из параметров, характеризующих способность сопротивлению хрупкому разрушению.

Заключение

1. Показано, что V-образная разделка кромок свариваемых пластин из стали 09Г2С (по сравнению с X-образной разделкой) является оптимальной, что подтверждается бездефектной структурой сварных швов, сформированной в процессе сварки, и более стабильными результатами ударной вязкости, полученными при испытаниях в диапазоне температур от 20 до -70 °С.
2. Экспериментально определена оптимальная концентрация карбонитридов титана (0,25масс.%), вводимых в состав экспериментальных сварочных электродов. По сравнению с электродами, содержащими 1,00 и 0.5 масс.% TiCN , данный состав электродов обеспечил наименьший разброс значений ударной вязкости металла сварного шва и более высокие показатели ударной вязкости до температуры испытаний при $T = -40$ °С.

3. Показано, что введение в сварочную ванну 0,25 масс.% карбонитрида титана в покрытие электрода ОЗС-12 привело к уменьшению среднего размера зерна в структуре сварного шва с 13 мкм до 8,5 мкм и повышению ударной вязкости при температуре -70°C с 17,3 до 22,6 (Дж/см²).
4. Комплексное легирование никелем (3 масс.%), молибденом (0,6 масс.%) и карбонитридами титана (0,25 масс.%) оказалось наиболее эффективным с точки зрения повышения дисперсности структурных составляющих и микротвердости сварных швов.

Список литературы

1. Задиранов, А. Н. Теоретические основы кристаллизации металлов и сплавов / А. Н. Задиранов, А. М. Кац. - М.: Издательство Российской университет дружбы народов, 2007. - 228с.
2. Трошков, А. С. Модифицирование структуры наплавленного металла нанодисперсными карбидами вольфрама / А. С. Трошков // Ползуновский Альманах - 2009. - №2. - С. 72-75
3. Зорин, И. В. Исследование структуры и свойств наплавленного алюминид никеля Ni₃Al, легированного нанодисперсными карбидами вольфрама / И. В. Зорин, Г. Н. Соколов, В. И. Лысак // ПЕРСПЕКТИВНЫЕ МАТЕРИАЛЫ. -2012. - №2. - С. 21-27
4. Петров, Г. Л. Теория сварочных процессов / Г. Л. Петров, А. С. Тумарев. М.: Высшая школа, 1967. - 252 с
5. Паршин С.Г. MIG – сварка стали с применением наноструктурированных электродных материалов // Сварочное производство. 2011. №10. С.27-31.
6. Паршин С.Г. Повышение производительности WIG – сварки сталей и алюминиевых сплавов при введении ультрадисперсных частиц активирующих флюсов // Сварочное производство. 2012. №3. С.7-11.
7. V. Makarov and S. B. Sapozhkov Use of complex nanopowder (Al₂O₃, Si, Ni, Ti, W) in production of electrodes for manual arc welding // World Applied Sciences Journal 22 (Special Issue on Techniques and Technologies). 2013. P. 87-90.
8. S. V. Makarov and S. B. Sapozhkov Production of electrodes for manual arc welding using nanodisperse materials // World Applied Sciences Journal. 2014. 29 (6). P. 720-723.
9. Makarov S.V., Gnedash E.V., Ostanin V.V Comparative characteristics of standard welding electrodes and welding electrodes with the addition of nanopowders // Life Science Journal. 2014. Volume 11. P. 414-417
10. Линник А.А., Коберник Н.В. Легирование металла шва порошковыми присадками на основе карбида вольфрама при сварке под флюсом // Всероссийская научно-техническая конференция студентов Студенческая научная весна 2013: Машиностроительные технологии.
11. Трошков А.С., Соколов Г.Н., Сычева С.С., Лысак В.И. Структура и свойства низкоуглеродистого металла, наплавленного под керамическим флюсом, содержащим композиционные микрогранулы Ni-нанодисперсный WC // Известия волгоградского государственного технического университета. 2012. №6. С.187-190.
12. Коберник Н.В., Михеев Р.С., Панкратов А.С., Линник А.А. Модифицирование наплавленного металла наноразмерными частицами карбида вольфрама с целью повышения эксплуатационных свойств сварных соединений // Инженерный вестник. 2013. №4. С. 9-12.