

Экспериментальные данные приведены в таблице 1

Таблица 1

Образец с содержанием W, г	Средний размер зерна, мкм	Поперечный размер «ствола», мкм	Длина «веток», мкм
0,525	5,5±1,2	6,2±1,0	14,0±2,0
0,875	6,1±2,2	4,0±2,7	11,9±1,1

Предварительный анализ экспериментальных данных показал, что металл, наплавленный комбинированными электродами с нанопорошком, имеет некоторые отличия в величине зерна, поперечном размере «ствола» и длине «веток».

Однако, для более полного представления о влиянии нанопорошка в комбинированных электродах на структуру наплавленного металла, необходимо решить следующие задачи:

1. Выявить закономерность влияния концентрации нанопорошка в жидком стекле на микроструктуру.
2. Определить оптимальную концентрацию нанопорошка в жидком стекле, обеспечивающую необходимое модифицирование наплавленного металла.
3. Оценить равномерность распределения нанопорошка в жидком стекле при различных режимах обработки жидкого стекла для исключения агломерации при перемешивании.

Список литературы

1. Ультразвуковые лабораторные устройства и промышленные установки [Электронный ресурс]: режим доступа: http://www.ultrazvuc.ru/product/products_type_id/2/products_id/9. Дата обращения 14.04.2018.
2. Производство наноматериалов [Электронный ресурс]: режим доступа: http://www.ultrazvuc.ru/industry/industries_area_id/2/industries_id/4. Дата обращения 14.04.2018.
3. Hielscher - Ультразвуковая техника. Руководство по эксплуатации [Электронный ресурс]: режим доступа: <http://www.hielscher.com>. Дата обращения 14.04.2018.

ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИЕ, ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЕ И МЕТАЛЛУРГИЧЕСКИЕ ПУТИ ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ СВАРКИ В ЗАЩИТНЫХ ГАЗАХ

*Д.Е. Гусаров, студент группы 10А42,
научный руководитель: Зернин Е.А.*

*Юргинский технологический институт (филиал) Национального исследовательского
Томского политехнического университета
652055, Кемеровская обл., г. Юрга, ул. Ленинградская, 26*

В статье рассмотрены физико-химические, энергетические и металлургические пути повышения эффективности применения сварки в защитных газах

Одним из ведущих мест во многих отраслях промышленности, в том числе машиностроении занимает сварка в защитных газах, как в России, так и в многих зарубежных странах [1].

Такие факторы как безопасность, качество, срок службы металлоконструкций и борьба конкурентов, вызывают внедрение и применение новых технологических решений [2].

Данные решения в основном направлены на изменение физико-химических, энергетических и металлургических процессов при сварке.

Так, например, характер переноса капель электродной проволоки и теплофизические параметры сварочной дуги на прямую зависят от элементов, которые входят в состав электродной проволоки и лежат на ее поверхностном слое. Введение элементов, в столб дуги, имеющих низкий потенциал ионизации широко применяется для повышения стабильности горения [2].

Применение функциональных покрытий, которые наносятся на поверхность изделия непосредственно перед сваркой является одним из многих способов повышения производительности и эффективности процесса сварки. Функциональные покрытия универсальные. Введение в зону столба дуги активирующих присадок в небольших количествах – является одной из основных функций. Положительный эффект от данных присадок на перенос электродного металла, горение дуги и формирование швов связано с увеличением объемной ионизации в зоне столба дуги, и как следствие, с увеличением электропроводности дугового промежутка. Данный фактор значительно увеличить

диапазон режимов сварки, процесс переноса электродного металла сделать более стабильным, снизить потери металла на разбрызгивание и угар [2].

Использование нестационарных импульсных процессов, реализация которых основывается на различных технических средствах влияет на энергетические функции режима сварки. Первый – управление процессом переноса капель электродного металла, основывающийся на импульсном режиме сварочной дуги, второй – механическое программирование режима перехода капли металла в сварочную ванну благодаря подачи электродной проволоки импульсами [3].

Сварка с импульсным режимом подачи электродной проволоки является нестандартным процессом, т.к., происходит изменение силы сварочного тока, что, оказывает влияние на характер плавления электродной проволоки и перенос металла через дуговой промежуток. В случае применения импульсного режима подачи электродной проволоки, дозы электродного металла, которые задаются шагом подачи, благодаря действиям силы инерции переходят в сварочную ванну в момент остановки проволоки. Поскольку ускорение электродной проволоки достаточно выше ускорения свободного падения, то и скорость отрыва капли металла будет больше при ее обрыве в обычном режиме, исходя из этого делаем вывод что импульсный способ перед сваркой с непрерывной подачей электродной проволоки имеет преимущества при сварке в разных пространственных положениях [3].

Механизм подачи электродной проволоки для реализации импульсного режима должен иметь высокие динамические параметры, которые позволят достичь высокого нарастания скорости подачи и не менее высокого ускорения торможения [3].

Технологии сварки разработанные на базе управления механизмом подачи электродной проволоки позволяют: достичь управляемого переноса капли электродного металла, что снизит разбрызгивание и улучшит формирование шва; увеличит механические свойства соединения и уменьшит зону термического влияния [3].

Одним из современных способов влияния на металлургию процесса сварки и кристаллизацию сварочной ванны является применение элементов-модификаторов. Модификатор – элемент, который существенно влияет на свойства и структуру обработанного им сплава или металла. Модифицирование – эффект от данной обработки [4, 5]. Модифицирование – процесс управления начала кристаллизации или степени изменения размерности кристаллизующихся фаз методом введения добавок в расплав отдельных элементов или их соединений [5, 6].

Измельчения микро и макрозерна можно добиться модифицированием; первичных кристаллов; фазовых составляющих эвтектик; формы; изменения размера а так же расположения неметаллических включений. Существует несколько способов, которыми можно осуществить модифицирование металлов: введением добавок-модификаторов в расплав; использование разных физических воздействий (управление температурой расплава, ультразвук, предварительное снижение температуры расплава при переливе, вибрация, электромагнитное перемешивание, литье в температурном диапазоне кристаллизации); сочетанием вышеизложенных способов [5].

Можно разделить модификаторы по природе влияния на 3 группы: модификаторы первого рода, второго и третьего рода. Модификаторы 1-го рода оказывают влияние на структуру благодаря изменениям энергетических характеристик (поверхностное натяжение и энергия активации) зарождение новой фазы. Модификаторы 2-го рода структуру изменяют, оказывая на нее влияние, как зародыши твердой фазы. Модификаторы 3-го рода – холодильники / инокуляторы – понижают температуру металла и увеличивают скорость кристаллизации, замедляя тем самым образование ликвации элементов [5].

Элементы модификаторы нашли применение на практике в различных отраслях машиностроения. Применение модификаторов в сварочном производстве отражено в работах [7, 8, 9, 10]. Введение таких элементов в сварочную ванну позволяет не только влиять на процесс кристаллизации, но и на эксплуатационные характеристики сварных соединений.

Так, например, в работах [12, 13, 14, 15] приведены результаты теоретических и экспериментальных исследований влияния наноразмерных модификаторов на процесс сварки, структуру и свойства сварных соединений. Основными выводами серии данных работ являются:

- установлено, что порошки-модификаторы положительно воздействуют на кристаллизацию. Использование модификаторов, полученных взаимодействием электровзрывного нанодисперсного алюминия с водой, более эффективно оказывают воздействие на механические свойства и структуру сварного шва, а модификаторы, полученные способом ЭВП, оказали положительное влияние на коррозионную стойкость сварного шва;

- одним из эффективных способов модифицирования [5] сварных швов является подача ультрадисперсных порошков в зону расплавленного слоя через транспортирующий газ, размер частиц при этом должен находиться в диапазоне 100-150нм;

- выявлено, что при модифицировании поверхностного слоя ультрадисперсными порошками [5] Mo AlO(OH) и W используется наибольший эффект модифицирования шва системы Fe–C–Cr–Ni–Ti и происходит увеличение его эксплуатационных свойств, что объясняется формированием в расплаве дополнительных центров кристаллизации, служащих инокуляторами в кристаллизующемся металле [5];

- экспериментальным методом выявлено, что в зависимости от компонентов используемых порошков-модификаторов микро твёрдость сварного шва возрастает на 10...15%, временное сопротивление на разрыв на 5-10%, предел текучести на 10-21%, относительное удлинение до 10-25%, склонность к появлению межкристаллитной коррозии снижается до 40-50%,

Список литературы

1. Зернин Е.А. Технологические и реологические свойства покрытий, применяемых при сварке в углекислом газе: научное издание – Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2007. – 133 с.
2. Сабиров И.Р., Ильященко Д.П., Зернин Е.А. Применение функциональных покрытий при дуговой сварке плавящимся электродом // Новые промышленные технологии. 2009. №1. С. 7 – 8.
3. Федько В. Т., Брунов О. Г., Солодский С.А. Крюков А. В, Соколов П. Д. Методы борьбы с разбрызгиванием при сварке в CO₂ // Технология машиностроения. 2005. №5. С. 24– 30.
4. Большая советская энциклопедия. Второе издание. Т 28. – М., 1969 – 1978. – 660 с.
5. Кузнецов М.А., Колмогоров Д.Е., Зернин Е.А. Управление структурой и свойствами металлов методом модифицирования // Технология машиностроения. 2012. № 2. С. 5 – 8.
6. Рябчиков И.В, Панов А.Г., Корниенко А.Э. О качественных характеристиках модификаторов // М. Сталь. – 2007. – №6. – с. 18 – 23.
7. Соколов Г.Н., Лысак И.В., Трошков А.С., Зорин И.В., Горемыкина С.С., Самохин А.В., Алексеев А.Н., Цветков Ю.В. Модифицирование структуры наплавленного металла нанодисперсными карбидами вольфрама. // Физика и химия обработки материалов. – 2009. – №6. – с. 41 – 47.
8. Еремин Е.Н. Применение наночастиц тугоплавких соединений для повышения качества сварных соединений из жаропрочных сплавов. // Омский научный вестник. – 2009. – №3. – с. 63 – 67.
9. Жеребцов С. А. Применение наноматериалов и высокотемпературной обработки никельхромовых сплавов при электрошлаковом литье: автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата технических наук. – Новокузнецк, 2006. – 22 с.
10. Афонин Ю. В., Черепанов А. Я., Оришич А. М., Батаев А. А., Бузов В. Г., Маликов А. Г. Лазерная сварка титана с использованием нанопорошковых инокуляторов. // Исследование, разработка и применение высоких технологий в промышленности: сборник трудов 5 Международной научной - практической конференции. – Санкт – Петербург, 2008 – Т. 12 – с. 322 – 324.
11. Черепанов А. Н., Афонин Ю. В., Маликов А. Г., Оришич А. М. О применении нанопорошков тугоплавких соединений при лазерной сварке и обработке металлов и сплавов // Тяжелое машиностроение. – 2008. – №4. – с. 25 – 26.
12. Кузнецов М.А. Строение, морфология и дисперсность металла, наплавленной дуговой сваркой плавящимся электродом в аргоне в присутствии наноструктурированных модификаторов / М.А. Кузнецов, Е.А. Зернин, Д.Е. Колмогоров, Г.В. Шляхова, В.И. Данилов // Сварка и диагностика. – 2012. – №6. – С. 8-10.
13. Кузнецов М.А. Влияние ультрадисперсных порошков-модификаторов на структуру сварного шва / М.А. Кузнецов, С.П. Журавков, Е.А. Зернин, Д.Е. Колмогоров, Н.А. Яворовский // Известия вузов. Физика. – 2013 – Т. 56 – №. 7/2. – С. 260-264.
14. Кузнецов М.А. Коррозионная стойкость сварных соединений, полученных с использованием нанопорошков / М.А. Кузнецов, Журавков, С.П. Е.А. Зернин, Н.А. Яворовский // Известия вузов. Физика. – 2014. – Т. 57. – №. 9/3. – С. 118-122.
15. Кузнецов М.А. Структурообразование сварных соединений в присутствии нанопорошка молибдена / М.А. Кузнецов, С.П. Журавков, Е.А. Зернин, Н.А. Яворовский // Известия вузов. Физика. – 2014. – Т. 57. – №. 9/3. – С. 123-127.