

Сотрудники кафедры Сварочного производства разработали способ модифицирования наплавленного металла, заключающийся во введении нанопорошков в жидкую сварочную ванну через защитный газ при помощи специального устройства. В данном способе возможна дозированная подача наноструктурированных частиц химических элементов.

Разработанное устройство предназначено для смешивания защитного газа и наноструктурированных порошков. В устройстве осуществляется регулирование частиц наноструктурированных порошков в объеме защитного (транспортирующего) газа, который подается в зону горения дуги.

Образование смеси в устройстве происходит за счет инжектирования наноструктурированного порошка защитным газом. Защитный газ, который подается через ниппель, проходит через осевой канал инжектора, попадает в смесительную камеру и создает разряжение 80 – 300 мм. рт. ст. в канале. Это приводит к подсосыванию наноструктурированных тугоплавких частиц из накопителя.

Регулирование концентрации наноструктурированных порошков в объеме защитного газа осуществляется за счет поворота регулировочного вентиля. Для исключения попадания в защитный газ с нанопорошком воздуха, в накопитель через ниппель подают дополнительный инертный газ аргон. Далее смесь нанопорошка с защитным газом попадает в жидкую сварочную ванну, проходя канал и дуговой промежуток.

Наноструктурированные порошки, попадая в жидкую сварочную ванну, служат незапланированными центрами кристаллизации при образовании структурных составляющих сварного шва. Наноструктурированные порошки обладают высокой температурой плавления и не подвергаются растворению в жидкой сварочной ванне. Повышение количества центров незапланированной кристаллизации в расплавленном металле приводит к образованию однородной, мелкодисперсной структуры сварного соединения.

Анализ экспериментальных исследований показал, что введение нанопорошков в жидкую сварочную ванну при дуговой сварке плавящимся электродом приводит к:

- модифицированию металла шва;
- повышению механических и эксплуатационных свойств сварного соединения;
- измельчению структурных составляющих наплавленного металла.

#### Список литературы

1. Лившиц Л.С. Металловедение для сварщиков (сварка сталей). – М.: Машиностроение, 1979. – 253 с.
2. Теория сварочных процессов: Учеб. для вузов / А.В. Коновалов, А.С. Куркин, Э.Л. Макаров, В.М. Неровный, Б.Ф. Якушин; Под ред. В.М. Неровного. – М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2007. 559 с.
3. Соколов Г.Н., Трошков А.С., Лысак И.В., Самохин А.В., Благовещенский Ю.В., Алексеев А.Н., Цветков Ю.В. Влияние нанодисперстных карбидов WC и никеля на структуру и свойства наплавленного металла. // Сварка и диагностика. – 2011. – №3. – с. 36-38.
4. Е.Н. Еремин Применение наночастиц тугоплавких соединений для повышения качества сварных соединений из жаропрочных сплавов. // Омский научный вестник. – 2009. - №3. – с. 63-67.
5. С.Г. Паршин MIG-сварка стали с применением наноструктурированных электродных материалов. // Сварочное производство, 2011, №10, с.27-31.
6. Г.Н. Соколов, И.В. Лысак, А.С. Трошков, И.В. Зорин, С.С. Горемыкина, А.В. Самохин, Н.В. Алексеев, Ю.В. Цветков Модифицирование структуры наплавленного металла нанодисперсными карбидами вольфрама. // Физика и химия обработки материалов, 2009, №6, с.41-47.

### **УСТРОЙСТВО ДЛЯ ИЗГОТОВЛЕНИЯ ОПЫТНЫХ ОБРАЗЦОВ СВАРОЧНОЙ ПОРОШКОВОЙ ПРОВОЛОКИ С ПРИМЕНЕНИЕМ НАНОМАТЕРИАЛОВ**

*Е.А. Зернин, к.т.н., доц., Д.Е. Гусаров*

*Юргинский технологический институт (филиал) Национального исследовательского*

*Томского политехнического университета*

*652055, Кемеровская обл., г. Юрга, ул. Ленинградская, 26*

*E-mail: zernin@tpi.ru*

В работе рассмотрен принцип действия устройства для изготовления порошковой сварочной проволоки. Рассмотрена схема устройства, и основные этапы формирования заданной формы проволоки.

Порошковая проволока является одним из самых распространенных материалов, применяемых в сварочном производстве.

Такая проволока представляет собой непрерывный электрод трубчатой (или более сложной) конструкции (рис. 1) с порошкообразным наполнителем, который представляет собой смесь газообразующих, шлакообразующих и легирующих компонентов в виде порошков металлов и ферросплавов [1].

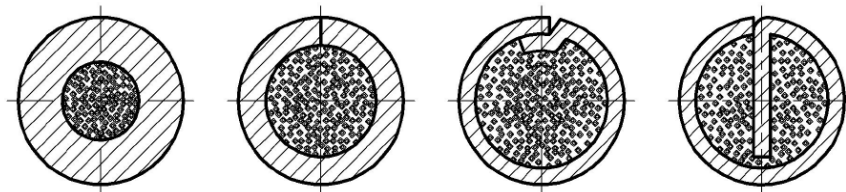


Рис.1 Некоторые конструкции сварочной порошковой проволоки [1]

Одним из направлений повышения эффективности применения порошковой проволоки в сварочном производстве является разработка новых составов наполнителей. Перспективным является применение нанопорошков неорганических материалов. Положительный эффект применения наноматериалов в сварочном производстве отражен в различных публикациях [2 – 7].

В данной работе приводится устройство для изготовления экспериментальных образцов сварочной порошковой проволоки (рис. 2). Отличительной особенностью данного устройства является его мобильность, и возможность адаптации к конкретным требованиям к составу наполнителя проволоки.

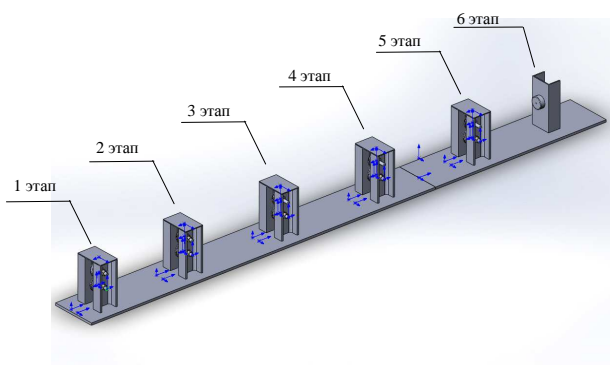


Рис.2 3D-модель устройства для изготовления порошковой сварочной проволоки

Этапы формования проволоки заданного диаметра представлены на рис. 3.

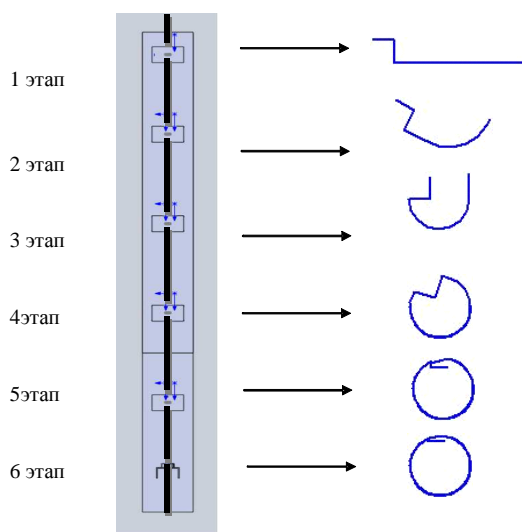


Рис. 3 Этапы формования сварочной проволоки.

На каждом этапе реализуются следующие изменения формы стальной ленты:

- 1 этап – прокатка ленты через ролики и получение ступени, которая будет служить в качестве замка для предотвращения высыпания шихты;
- 2 этап – постепенное предание ленте U - образной формы;
- 3 этап – получение U - образной формы и засыпание шихты, содержащей нанопорошок, которая поступает из бункера (на рисунках 2 и 3 не показан);
- 4 этап – на данном этапе края ленты сгибаются до соприкосновения замка с противоположной частью ленты;
- 5 этап – на предпоследнем этапе формируется трубка заданной формы, с защелкнутым замком;
- 6 этап – протяжка ленты через фильеру для придания порошковой проволоке заданного диаметра.

Устройство для получения порошковой проволоки позволяет изготовить из стальной ленты трубку с «замком», наполненную шихтой, поступающей из бункера по подводящим каналам. Принцип работы устройства основан на прокатывании ленты через ролики с разными формами. На начальном этапе необходимо изготовить замок, который предотвратит высыпание шихты. Придание U-образной формы достигается не сразу, а поэтапным прокатыванием ленты через ролики. Завершающими этапами являются закрытие «замка» ленты, и протяжка порошковой проволоки через фильеру с целью получения заданного диаметра проволоки.

Данное устройство позволяет изготавливать порошковую проволоку различного диаметра. При этом возможно изготовление проволоки небольшого количества, что особенно важно при использовании в составе наполнителя нанопорошков неорганических материалов.

#### Список литературы

7. Хромченко Ф.А. Справочное пособие электросварщика. – М.: Машиностроение, 2003. – 416 с.
8. Кузнецов М.А., Зернин Е.А. Нанотехнологии и наноматериалы в сварочном производстве // Сварочное производство. 2010. № 12. С. 23 – 26.
9. Кузнецов М.А., Колмогоров Д.Е., Зернин Е.А. Управление структурой и свойствами металлов методом модифицирования // Технология машиностроения. 2012. № 2. С. 5 – 8.
10. М.А. Kuznetsov, Е.А. Zernin Nanotechnologies and nanomaterials in welding production (review) // Welding International. Vol. 26, Issue 4, November 2012, P. 311 – 313.
11. Патон Б.Е. Применение нанотехнологии неразъемного соединения перспективных легких металлических материалов для аэрокосмической техники / Б.Е. Патон, А.Я. Ищенко, А.И. Устинов // Автоматическая сварка. – 2008. – №12. – С. 5 - 12.
12. Черепанов А.Н. О применении нанопорошков тугоплавких соединений при лазерной сварке и обработке металлов и сплавов / А.Н. Черепанов, Ю.В. Афонин, А.Г. Маликов, А.М. Оришич // Тяжелое машиностроение. – 2008. – №4. – С. 25 – 26.
13. Паршин С.Г. MIG – сварка стали с применением наноструктурированных электродных материалов / С.Г. Паршин // Сварочное производство. – 2011. – №10. – С. 27-31.

#### СТРУКТУРА МЕТАЛЛА, НАПЛАВЛЕННОГО КОМБИНИРОВАННЫМИ ПОКРЫТЫМИ ЭЛЕКТРОДАМИ

*Е.М. Буракова<sup>1</sup>, В.И. Данилов<sup>1,2</sup>, д. ф.-м.н., проф., Е.А. Зернин<sup>1</sup>,  
к.т.н., доц., Г.В. Шляхова<sup>2</sup>, к.т.н., доц., А.А. Зеленковский<sup>1</sup>*

<sup>1</sup>*Юргинский технологический институт (филиал) Национального исследовательского  
Томского политехнического университета*

*652055, Кемеровская обл., г. Юрга, ул. Ленинградская, 26*

<sup>2</sup>*Институт физики прочности и материаловедения СО РАН  
634055, г. Томск, пр. Академический 2/4*

В работе приведена структура металла, наплавленного штучными электродами с дополнительным покрытием, содержащим нанопорошки вольфрама. Рассмотрен принцип обработки жидкого стекла с нанопорошком на ультразвуковой установке.

Одной из основных задач применения нанопорошков в сварочных материалах является обеспечение равномерного распределения таких порошков по объему покрытия штучных электродов, шихты порошковой проволоки и т.д.