

РЕГУЛИРУЕМОЕ УПРОЧНЕНИЕ В ПРОЦЕССЕ ПЛАЗМЕННО-Порошковой НАПЛАВКИ БРОНЗЫ МОДИФИЦИРОВАННОЙ НАНОРАЗМЕРНЫМИ ЧАСТИЦАМИ

¹К. В. Князьков, ¹М. В. Радченко, ²А. Н.Смирнов,
²В. Л., Князьков, ³Э. В. Козлов

¹Алтайский государственный технический университет им. И.И. Ползунова,
г. Барнаул, Россия

²Кузбасский государственный технический университет, г. Кемерово, Россия

³Томский государственный архитектурно-строительный университет,
г.Томск, Россия

Антифрикционные материалы на основе бронзы по уровню механических и специальных свойств, остаются практически незаменимыми при изготовлении тяжело нагруженных деталей машин горнодобывающей, металлургической, энергетической и других отраслей промышленности, таких опорные втулки стрел экскаваторов, втулки и поршни гидроцилиндров, зубчатые передачи и др.

Наиболее рациональной, при изготовлении вышеперечисленных деталей является технология наплавки композиционными материалами на основе меди для сварки и наплавки БрКМц3-1, МНЖКТ5-1-0,2-0,2, , БрХНТ [1].

Использование этих композиционных материалов недостаточно эффективно при наплавке деталей, поверхности которых подвергаются высоким механическим нагрузкам, например втулок экскаваторов ЭКГ-125, поверхностей скольжения опорных роликов буровых коронок и других деталей горнодобывающего оборудования, так как наплавленные, с использованием вышеуказанных материалов поверхности имеют твердость, не превышающую 240НВ.

Известно введение небольшого количества (до 0,2%) наноразмерных частиц карбида вольфрама в металл, наплавленный с использованием электродугового и электрошлакового процессов [2]. Порошок монокарбида вольфрама с размером частиц менее 0,1 мкм совместно с порошком никеля (99,9%) с размером частиц 50-80 мкм обрабатывали в планетарной мельнице. Получали никелевые гранулы, в которых содержалось около 30 масс % нанокарбида. Полученный порошок вводили в порошковую проволоку и использовали для наплавки износостойких покрытий электродов, стержней и подобных изделий.

К недостаткам данного материала можно отнести то, что в результате применения для модификации тугоплавких частиц карбидов, они могут сохраняться в наплавленном металле, т.к. температура плавления карбида вольфрама 2870°C, а температура сварочной ванны при применении дуговых и плазменных источников теплоты не превышает 2300К [3], поэтому присутствие сверхтвердых частиц карбида вольфрама в наноструктурированном материале неизбежно и это, соответственно, приведет к снижению антифрикционных и изменению других свойств наплавленного металла.

Известно использование наночастиц в процессе модифицирования сварных соединений [4], где в качестве основного состава использован тугоплавкий материал на основе титанового порошка.

Например, при сварке титанового сплава ОТН-1 проводится обработка ванны порошковой смесью наночастиц циркония размером 0,1 мкм – 0,3 масс % и титанового порошка размером 0,6 мкм – остальное. Для повышения физико-механических свойств сварного соединения в порошковую смесь вводится модификатор в виде наночастиц Al_2O_3 дисперсностью 60-90 нм и углеродных трубок (таунит).

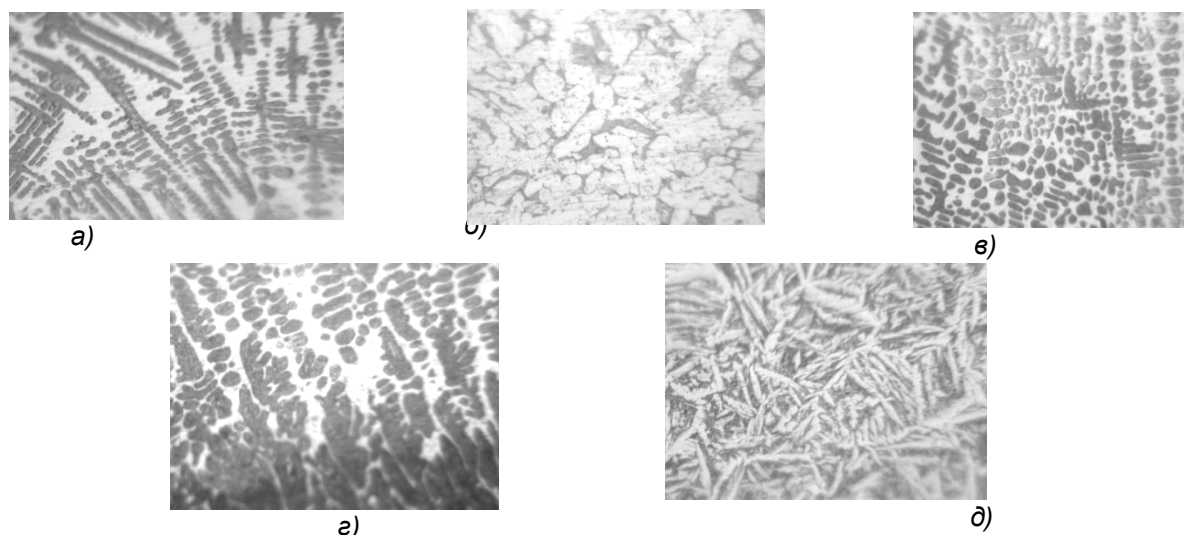
Однако обработка тугоплавких соединений требует использования повышенных температур (например, в зоне сварки температура столба дуги превышает 6000 °C), при которых возможно самовозгорание наночастиц. С целью предотвращения этого процесса наночастицы – модификаторы вводят в сварочную ванну в смеси с охлаждающим порошком (микрохолодильниками). При этом модифицирующая смесь готовится в специальных мельницах.

РЕГУЛИРУЕМОЕ УПРОЧНЕНИЕ В ПРОЦЕССЕ ПЛАЗМЕННО-ПОРОШКОВОЙ НАПЛАВКИ БРОНЗЫ МОДИФИЦИРОВАННОЙ НАНОРАЗМЕРНЫМИ ЧАСТИЦАМИ

Такой процесс приготовления порошка для сварки с повышенными механическими свойствами сварного соединения технологически сложен и требует больших затрат.

В данной работе представлены исследования изменения твердости антифрикционного слоя бронзы модифицированной наноразмерными частицами Al_2O_3 в зависи-

мости от концентрации частиц в наплавочной смеси порошков. При наплавке использовались смеси порошков бронзы ПГ-19М-01 и частиц Al_2O_3 различного гранулометрического состава и чистоты, состав, свойства и технические условия на изготовление, которых также представлены ниже.



X 500

Рисунок 1 – Структура слоя плазменно-порошковой наплавки порошком ПГ-19М-01 а) без нанопорошка Al_2O_3 , твердость наплавленного слоя 69НВ, б) смесью порошков, (вес.%) Пг-19М-01 и 0,5% Al_2O_3 , твердость наплавленного слоя 132НВ, в) смесью порошков, (вес.%) Пг-19М-01 и 1,0% Al_2O_3 , твердость 229 НВ, г) смесью порошков, (вес.%) Пг-19М-01 и 2,0 % Al_2O_3 , твердость 255НВ, д) смесью порошков, (вес.%) Пг-19М-01 и 2,5% Al_2O_3 , твердость НВ 465

Таблица 1 – Свойства плазменно-порошкового покрытия бронзы, наплавленной порошком бронзы марки ПГ-19М-01* при использовании в качестве элемента-модификатора частиц Al_2O_3 , имеющих различные физико-химические характеристики (размерность, химическая чистота)

№ /п	Марка	Технические условия, ГОСТ	Размерность, фракционный состав, мкм	Химическая чистота, %	НВ, наплавленной поверхности	Качество наплавки
1.	Г-00	ГОСТ 30558-98	60-120	98-99	95- 230	Сетка пор, шлак в наплавленном слое и на поверхности
2.	14А	ОСТ 2-МТ715 дробленый	50-240	96-98	150-260	Сетка пор, шлак в наплавленном слое и на поверхности
3.	Бемит	ТУ 2133-001-7634032-2006	0,020-0,120	≥ 99,8	355-465	Единичные поры и шлаковые включения размером не более 0,05 мм ² .
4	ПГ-19М-01 (бронза)*	ТУ 48-19-383-91	40-100	Металлическая составляющая ≥ 99,8	65-72	Единичные поры и шлаковые включения размером не более 0,05 мм ² .

* Характеристика наплавленного слоя ПГ-19М-01 (бронза) без модификаторов

Структуры и твердость материалов, представленных на рисунке 1 а) - д) получены в результате использования в качестве модификатора Бемита ТУ 2133-001-7634032-2006 (табл.1, п. 3). В случае применения частиц Al_2O_3 другого вида наплавленный слой имеет значительное количество дефектов, наличие которых не позволяет их практическому использованию в качестве антифрикционного покрытия.

Результат достигается вследствие:

1 - применения частиц наноразмерного диапазона (эффект размерности);
2 - высокой чистоты и стабильности других параметров применяемого порошка Al_2O_3 , гарантированного ТУ 2133-001-7634032-2006;

3 - уникальных свойств керамического материала Al_2O_3 , таких как твердость – 9 по шкале Мооса (тверже Al_2O_3 только алмаз), низким коэффициентом трения, высокая коррозионная стойкость, высокая прочность, высокая ударная вязкость, низкая химическая активность [5].

4. Особенности применения технологии плазменно-порошковой наплавки, при которой «В головной части ванны они (частицы порошка) плавятся под действием теплоты плазменной дуги, а в хвостовой – ускоряют охлаждение, действуя как микрохолодильники. В этом случае имеет место подстуживание ванны, уменьшается средняя температура и, что весьма важно, глубина проплавления основного металла. Нерасплавившиеся частицы могут становиться дополнительными центрами кристаллизации. Образование дополнительных центров кристаллизации измельчает структуру и придает ей разориентированный характер, что может способствовать улучшению эксплуатационных свойств наплавленного металла» [6].

Покрытие может быть использовано при упрочнении тяжело нагруженных и ответственных деталей машин, таких как, втулки подшипниковых узлов буровых долот.

Использование технологии наплавки бронзы модифицированной наноразмерными частицами Al_2O_3 позволяет изменять твердость в зависимости от количества элемента-модификатора в наплавочном порошке.

Выводы:

1. Разработан способ регулируемого повышения твердости наплавочных антифрикционных материалов на основе бронзы в процессе плазменно-порошковой наплавки
2. Для уточнения других свойств наплавленного покрытия необходимо проведение дополнительных исследований.

Список литературы:

1. ГОСТ 16130-90. Проволока и прутки из меди и сплавов на медной основе сварочные. Технические условия. М: МПК, Изд-во стандартов, 2002 г., 17 с.

2. Соколов Г. Н., Лысак В. И., Трошков А. С., Зорин И. В., Горемыкина С.С., Самохин А. В., Алексеев Н. В., Цветков Ю. В. Модифицирование наплавленного металла нанодисперсными карбидами вольфрама. Физика и химия обработки материалов, 2009, № 6, с. 41.

3. Теория сварочных процессов: Учебник 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. – С. 263-264.

4. Гуцин Д.А. и др. Анализ и поиск перспективных направлений комплексного модифицирования металла сварных швов при автоматической сварке под флюсом мостовых металлоконструкций. – Современные решения обеспечения безопасности мостов. – Научные труды ОАО ЦНИИС. Вып. №261. – М. 2011, с. 19-23.

5. Метод коллекторного компактирования нано и полидисперсных порошков: Учебное пособие / О.Л. Хасанов, Э.С. Двилис, А.А. Качаев – Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2009. – 102 с.

6. Гладкий П.В., Переплетчиков Е.Ф., Рябцев И.А. Плазменная наплавка. – К.: «Екотехнологія», 2007. – С. 111-113.