

7. Теория сварочных процессов / Под ред. В.М. Неровного. – М. : Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2016. – 702 с.
8. Багрянский К.В. Теория сварочных процессов / К.В. Багрянский, З.А.Добротина, К.К. Хренов – К.: Вища школа, 1983. – 424 с.
9. Чернышов Г.Г. Распределение тока в сварочной ванне / Г.Г. Чернышов, А.М. Рыбачук, В.Ф. Кубарев // Автоматическая сварка. – 1979. – № 11. – С. 27-29.

СОЗДАНИЕ СЕЛЕКТИВНЫМ ЛАЗЕРНЫМ СПЛАВЛЕНИЕМ ТРЕХМЕРНЫХ ОБРАЗЦОВ ИЗ ИНТЕРМЕТАЛИДА

*Д.Д. Мукашова, студентка группы 4БМ83, Е.Е. Токтасынов, студент группы 4АМ81,
М.Г. Криницын, научный руководитель: Ковалевская Ж.Г., доцент, д.т.н.
Национальный Исследовательский Томского политехнического университета
E-mail: dusubakunova@gmail.com*

Аннотация: Интерметаллиды Ni_3Al являются перспективным материалом для использования во многих областях техники. В работе представлены результаты выбора режимов селективного лазерного сплавления (СЛС) порошка, полученного механическим легированием чистых компонентов Ni и Al в необходимой пропорции с последующим самораспространяющимся высокотемпературным синтезом. При получении образцов СЛС на установке «ЛУЧ» были выбраны следующие параметры наращивания: мощность лазера – 250 Вт, скорость линейного перемещения лазера – 120 мм/с, расстояние между треками – 600 мкм.

Ключевые слова: Ni_3Al , механическое легирование, селективное лазерное сплавление.

Интерметаллиды Ni_3Al является перспективным материалом, который может заменить существующие жаропрочные сплавы при температурах до 1000°C. К настоящему времени точно определена область существования интерметаллического соединения Ni_3Al и разработаны способы его получения [1].

В последние годы большой интерес вызывает способ получения интерметаллида, включающий механическое легирование чистых компонентов Ni и Al в необходимой пропорции и самораспространяющийся высокотемпературный синтез (СВС). В результате получается интерметаллическое соединение в виде порошка [2]. В этом случае для получения готового изделия можно использовать один из методов аддитивных технологий – селективное лазерное сплавление (СЛС) [3].

Целью проведенной работы было создание образцов из порошка, механически легированного и синтезированного интерметаллида Ni_3Al методом СЛС.

В работе для получения образцов использовали порошок интерметаллида Ni_3Al , полученный, в Институте химии твердого тела и механохимии СО РАН [2].

Механическое измельчение проводилось в планетарной шаровой мельнице АГО-2 с двумя флаконами. Параметры мельницы: объем флакона - 160 см³, диаметр шарика - 8 мм, масса порошка в каждом флаконе - 10 г, масса шариков - 200 г, а также центробежное ускорение шариков - 400 м/с. Для проведения высокотемпературного синтеза использовали специально разработанный реактор [2].

Полученный порошок имеет овальную или округлую (рис.1) с размером частиц от 5 до 80 мкм и средним значением 16 мкм. Такая форма и размер частиц подходят для использования порошка в СЛС.

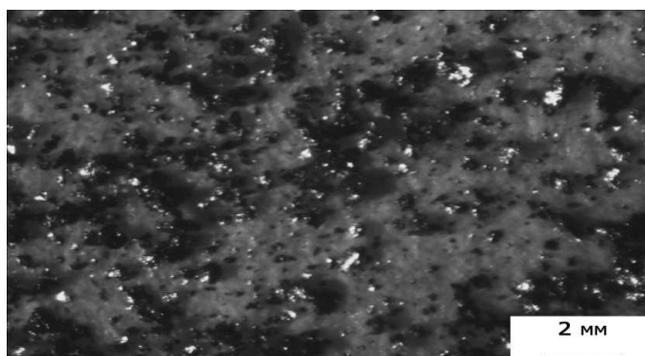


Рис. 1. Оптическое изображение частиц порошка интерметаллида Ni_3Al

Селективное лазерное сплавление выполнялось на установке «ЛУЧ», разработанной в «Центре современных технологий» НИ ТПУ [4]. Основные характеристики установки «Луч»: волоконный непрерывный лазер ЛК-5000М мощностью 500 Вт; сканаторная головка LscanH-14-1064 с программным обеспечением LDesigner, размером пятна в фокусе лазерного излучения 205 мкм и фокусным расстоянием 330 мм.

Параметры СЛС задавались следующим образом – мощность лазера не менялась и составляла 250 Вт; изменяемыми параметрами были скорость линейного перемещения лазера и расстояние между треками. В роли подложки использовались пластины из аустенитной стали.

В первом эксперименте при постоянном расстоянии между треками 300 мкм, менялась скорость линейного перемещения лазера в интервале от 40 до 240 мм/с. В таблице представлены параметры перемещения лазера и положительный или отрицательный результат наращивания образцов.

Таблица

Результат первого эксперимента

Скорость линейного перемещения лазера, мм/с	40	80	120	160	200	240
Оценка результата	–	–	+	–	–	–

Как видно на рисунке 2 а, при большой скорости сканирования (160 – 240 мм/с) порошок интерметаллида не взаимодействовал с материалом подложки и из-за низкой адгезии наращивания слоев не происходит. При малой скорости сканирования (40 – 80 мм/с), при воздействии лазера на порошок, образовывались отдельные капли материала, которые отрывались и выносились ножом ракеля из зоны сканирования. Оптимальной в данном диапазоне изменяемых параметров была скорость сканирования 120 мм/с. В этом случае произошло наращивание слоев образца (рис. 2 б). Однако образец состоял из отдельных крупных капель оплавленного материала.



Рис. 2. Фотографии СЛС образцов из интерметаллида Ni_3Al , полученных на разных режимах: скорость линейного перемещения лазера 200 (а) и 120 (б, в) мм/с; расстояние между треками 300 (а, б) и 600 (в) мкм

Чтобы снизить энергозатраты лазерного луча в оплаваемый участок материала, было увеличено расстояние между треками с 300 мкм до 600 мкм. В этом заключался второй эксперимент. Как видно на рисунке 2 в, при скорости линейного перемещения лазера 200 мм/с сформировался цельный образец, без открытой пористости и отдельных капель материала.

С помощью рентгеновской компьютерной томографии для неразрушающего анализа структуры синтезированных материалов на приборе TOLMI-150-10 (НИ ТПУ, Томск) была проведена аттестация внутреннего строения полученного образца. Определено, что в образце отсутствует пористость, но присутствуют термические трещины (рис.3). Возможно, что для устранения термических трещин требуется предварительный нагрев подложки.

Таким образом можно считать, что при получении образцов СЛС на установке «ЛУЧ» из порошка интерметаллида Ni_3Al можно назначать следующие параметры наращивания: мощность лазера – 250 Вт, скорость линейного перемещения лазера – 120 мм/с, расстояние между треками – 600 мкм. Однако, выбор оптимальных параметров СЛС требует дополнительной доработки, в том числе предварительного нагрева подложки.

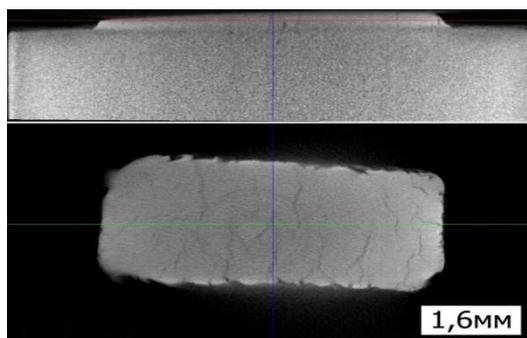


Рис. 3. Томография образца на глубине 0,2-0,3 мм от плоскости подложки

Список используемых источников:

1. Базылева О.А., Аргинбаева Э.Г., Туренко Е.Ю., Интерметаллидные сплавы на основе Ni3Al // Все материалы. Энциклопедический справочник. 2012. №5. С. 27 – 29.
2. Filimonov V.Yu., Korchagin M.A., Smirnov E.V., Sytnikov A.A., Yakovlev V.I., Nikolay Z. Kinetics of mechanically activated high temperature synthesis of Ni3Al in the thermal explosion mode // Intermetallics. 2011 19(7). P. 833–840. .
3. Шишковский И. В. Основы аддитивных технологий высокого разрешения. СПб.: Издательство Питер, 2015. – 348 с.
4. Kovalevskaya Z.G., Fedorov V.V., Krinitsyn M.G., Klochkov N.S., Khimich M.A., Sharkeev Y.P. Selection of Technological Parameters of Selective Laser Melting of Mechanocomposite Ti–Nb Powder // Inorganic Materials: Applied Research. 2019. V. 10. № 1. P. 19–23.

ОБЗОР «УМНЫХ» ТЕХНОЛОГИЙ, ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ДЛЯ РЕШЕНИЯ ПРОБЛЕМ СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА

Таалайбек уулу Нуртилек, студент группы 10Б71,

научный руководитель: Григорьева Е.Г, ст. преподаватель

Юргинский технологический институт (филиал) Национального исследовательского

Томского политехнического университета

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

E-mail:sedasch@mail.ru

Аннотация: Сельское хозяйство – одна из ведущих и наиболее важных отраслей народного хозяйства. Современные технологии благоприятно влияют на его развитие. Благодаря современному состоянию научно-технического прогресса аграрии могут не только использовать в производстве цифровые технологии, но и сделать сельское хозяйство в целом управляемым и прогнозируемым. В статье произведен обзор «умных технологий», применяемых в сельском хозяйстве.

Ключевые слова: сельское хозяйство, проблемы, перспективы развития, технологии.

Сельское хозяйство – одна из ведущих и наиболее важных отраслей народного хозяйства. Она направлена на обеспечение нужд населения и обеспечением сырьем некоторых отраслей промышленности. Несмотря на наращивание темпов научно-технического прогресса, роль сельхозпродукции в производстве пищевых продуктов постоянно растет. Это очень необходимая отрасль народного хозяйства, существующая в каждой стране мира [1]. Как и в любой другой отрасли промышленности в сельском хозяйстве есть свои проблемы развития, которые необходимо решать.

Низкая рентабельность и привлекательность отрасли отпугивает экспертов от работы в сельском хозяйстве квалифицированные кадры. В итоге возникает следующая проблема. Выращивание агрокультур затрудняется из-за низкой эффективности труда. В результате фермеры теряют продукцию, образуются отходы, а борьба с вредителями оказывается непродуктивной. Это приводит к потере продукта, отходам и скорой порче товара. Чем меньше квалифицированных кадров – тем хуже результаты работы фермерского хозяйства. С другими проблемами сталкиваются владельцы животноводческих хозяйств. Задача таких ферм – достижение высоких показателей надоев, получение мяса