

УДК 67.02

СПОСОБ ПОЛУЧЕНИЯ ЖЕЛЕЗО-МЕДНЫХ СПЛАВОВ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ АДДИТИВНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ

Иван Алексеевич Ломакин

Студент 5 курса,

кафедра «Лазерные технологии в машиностроении»

Московский государственный технический университет им. Н.Э. Баумана

Научный руководитель: А.А. Холопов,

кандидат технических наук, доцент кафедры «Лазерные технологии в машиностроении»

Высокие эксплуатационные свойства современных деталей машиностроения обеспечиваются совершенствованием материалов и технологий их производства. Развитие аддитивных технологий позволило получать сложные формы изделий, недоступные для традиционных технологий, а также новые материалы с повышенными служебными свойствами. К таким материалам относятся сплавы с градиентной или композитной структурой, среди которых особый интерес вызывают металлические композиции с равномерным распределением несмешивающихся компонентов. Основные технологические трудности при производстве сплавов данных систем, являются значительное различие удельных масс и точек плавления, а также сильная тенденция сплавов к расслоению в жидком и твердом состояниях в широких интервалах температур и концентраций. Для нивелирования этого явления используются разнообразные методики подавления расслоения, такие как плавление в скрещенных электромагнитных полях, механическое перемешивание расплава, механическое легирование и др. [1,2]. Однако, все используемые приемы ограничены относительно простыми формами получаемых заготовок, что не позволяют получать готовые изделия из подобных материалов. Недавние исследования [3,4] показывают, что методы аддитивного производства имеют большой потенциал в производстве этого вида сплава с желаемой микроструктурой.

В данной работе исследовались особенности формирования структуры при выращивании объемной детали из порошков железа и меди методом прямого лазерного выращивания. Прямое лазерное выращивание (ПЛВ) является высокопроизводительным аддитивным процессом, позволяющим производить детали из однородных материалов, биметаллов [3], а также получать функционально-градиентные материалы [5,6]. Этот метод представляет собой процесс, при котором лазерный луч плавит порошковый материал, подаваемый на поверхность подложки через коаксиальное сопло.

В начале эксперимента была произведена наплавка железо-медных валиков на стальную подложку с фиксированной относительной концентрацией компонентов и изменением параметров выращивания, влияющих на погонную мощность. Режимы обработки представлены в Таблице 1. Методом визуального контроля и снятием линейных размеров с помощью измерительного инструмента выявлен наиболее благоприятно сформировавшийся валик. Таковым оказался образец под №4. Геометрические характеристики выбранного валика показаны на рисунке 1.

Таблица 1 – Режимы наплавки железо-медного сплава на стальную подложку

№ п/п	P, Вт	V, мм/мин	Fe/Cu, %
1	16	400	50/50
2	16	800	50/50
3	16	1200	50/50
4	20	400	50/50
5	20	800	50/50
6	20	1200	50/50
7	22	400	50/50
8	22	800	50/50
9	22	1200	50/50

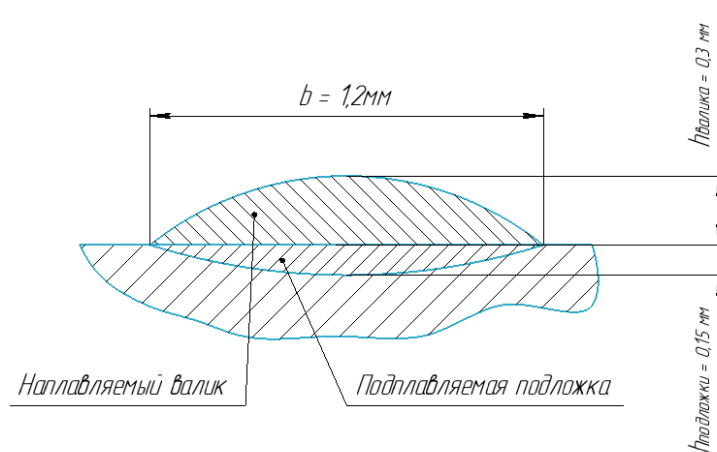


Рис. 1. Геометрические параметры выбранного валика

После выбора оптимального валика, было осуществлено лазерное изготовление многослойных трехмерных объектов на выбранном режиме с различными относительными концентрациями железа и меди. Проведен металлографический анализ полученных образцов. Снимки, полученные на оптическом и сканирующем электронном микроскопах, отражают сильное влияние концентрации компонентов на конечную структуру сплава.

При сравнении структуры, полученной методом ПЛВ и традиционной технологией литья, отмечено, что литая структура при 30% железа и 70% меди получается столбчатой, причем при ПЛВ структура схожая, но на порядок меньше. Предполагается, что в измельченной структуре затруднено возникновение дендритов, которые могут неблагоприятно влиять на коррозионные свойства сплава ввиду своей большой протяженности.

В дальнейшем, планируется осуществить выращивание образцов, отражающих особенности наплавки валиков железо-медного сплава на образцы из аналогичного материала, а также выявить оптимальный температурный режим для такой обработки.

Литература

1. Ю.С. Авраамов, А.Д. Шляпин Сплавы на основе систем с ограниченной растворимостью в жидком состоянии /. – М.: Интерконтакт Наука, 2002. – 371 с.
2. *Dublon, F. Habbal, J.L. Bell* Permanent magnet properties of in situ formed multifilamentary composites / G. // J. Appl. Phys. – 1982. – Vol. 53, № 11. – P. 8333-8337.
3. Холопов А.А., Мельникова М.А., Мисюров А.И., Трушников А.Н., Тимошенко В.А. Особенности формирования переходных слоев при выращивании биметаллических деталей из нержавеющей стали и сплавов меди методом коаксиального лазерного плавления // Технология машиностроения. 2020. №10. С. 5-11.
4. Ломакин И.А., Холопов А.А. Особенности структуры композиционных материалов системы Fe–Cu–Pb, полученных методом коаксиального лазерного плавления // Двенадцатая Всероссийская конференция молодых ученых и специалистов «Будущее машиностроения России»: Сборник докладов. – М.: МГТУ, 2021. – URL: <https://bmr.bmstu.press/preprints/880/> (Дата обращения: 14.03.2022). – Текст электронный.
5. Новиченко, Д.Ю., Григорьянц, А.Г., Смуров, И.Ю. Лазерная аддитивная технология изготовления покрытий и деталей из композиционного материала // Известия ВУЗов. Машиностроение. 2011. № 7. С. 12-24.
6. Панченко, В.Я., Васильцов, В.В., Грезев, А.Н., Галушкин, М.Г., Егоров, Э.Н., Ильичев, И.Н., Павлов, М.Н., Соловьев, А.В., Мисюров, А.И. Лазерное спекание металлических порошков для изготовления изделий машиностроения с градиентными свойствами // Технология машиностроения. 2011. №11. С. 10-14.