**Микроструктура и физические свойства постоянных магнитов на основе гексаферрита стронция, полученных методом PIM**

***Чернышев Б.Д.***

*Аспирант, 2 год обучения*

*Национальный исследовательский технологический университет «МИСиС», Москва, Россия*

*E-mail:* *bogdanchern@mail.ru*

В настоящее время методы аддитивного производства активно внедряются в существующие технологические процессы предприятий. Применение таких технологий, как послойное наплавление (FDM), стереолитография (SLA), лазерная наплавка металла (DMD) позволяет в кратчайшие сроки моделировать будущие конструкции и изготавливать изделия сложной геометрии на основе функциональных материалов с высоким уровнем физических и механических свойств [1]. Кроме того, развиваются и совершенствуются технологии для выпуска крупносерийных партий изделий с высоким уровнем сложности конфигурации деталей. Потенциальными методами производства постоянных магнитов являются технологии SLA и Powder Injection Molding (PIM), которые позволяют изготовить деталь со сложным форм-фактором в единичном и серийном исполнении соответственно [2]. Для обеих технологий характерна возможность контроля микроструктуры, состава и свойств изделий на каждом технологическом этапе.

Начальным технологическим этапом, характерным для обеих технологий, являлось изготовление порошка гексаферрита стронция. Данный материал синтезировали путем механоактивации карбоната стронция, гематита и специальных технологических добавок с последующим высокотемпературным отжигом в окислительной атмосфере [3]. Далее полученный материал просеивали и классифицировали для получения порошка с размерами частиц не более 20 мкм.

На основе полученного порошка был изготовлен гранулят (фидсток) для PIM-технологии, а также фотополимерная смола, содержащая магнитный материал.

Получение «зеленых» заготовок из гранулята высоконаполненного порошком гексаферрита стронция проводили методом инжекционного прессования на термопласт-автомате при температуре размягчения органического связующего. Далее «зеленые» детали подвергали операции удаления связующего растворным методом для получения «коричневых» заготовок.

Спекание заготовок на основе гексаферрита стронция было выполнено в окислительной атмосфере с целью формирования однофазного состояния.

Недостаточно высокие магнитные свойства образцов постоянных магнитов на основе гексаферрита стронция, полученных методом PIM-технологии, обусловлены низкой плотностью образцов и наличием дефектов в виде трещин и пор. Таким образом, для увеличения плотности и, как следствие, уровня магнитных свойств постоянных магнитов требуется доработка процесса синтеза, рецептуры фидстока и режимов спекания.

**Литература**

1. Multifractal Analysis and Magnetic Properties of Magnetically Hard Fe–Cr–Co Alloy Produced by Selective Laser Melting. / 1. A. S. Zhukov, A. V. Kamynin, I. S. Gavrikov, et al. // Russ. Engin. Res. – 2020. – № 41. – P. 325-328.

2. A study of the microstructure and magnetic properties of FE – CR – CO alloys with reduced content of Co obtained by the MIM technology / B.D. Chernyshov, A.V. Kamynin, E.S. Khotulev et al. // Metal Science and Heat Treatment. – 2020. – № 11-12. – P. 704-708.

3. Synthesis and characterisation of strontium hexaferrite using an electrocoagulation by-product / G. Gonzáleza, J.R. Pargab, H.A. Moreno et al. // Journal of chemical research. – 2016. – № 40. – P. 110-114.