

ФАЗОВЫЙ СОСТАВ И МАГНИТНЫЕ СВОЙСТВА МАГНИТОВ (Sm,Zr)Fe₁₁Ti, ИЗГОТОВЛЕННЫХ МЕТОДОМ СЕЛЕКТИВНОГО ЛАЗЕРНОГО ПЛАВЛЕНИЯ

Мальцева В.Е.¹, Голубятникова А.А.¹, Шалагинов А.Н.¹, Иванов И.А.¹,
Говорина В.В.¹, Уржумцев А.Н.¹, Незнахин Д.С.¹, Волегов А.С.¹

¹Уральский федеральный университет, г. Екатеринбург, Россия

E-mail: viktorija.maltseva@urfu.ru

PHASE COMPOSITION AND MAGNETIC PROPERTIES OF MAGNETS (Sm,Zr)Fe₁₁Ti PRODUCED BY SELECTIVE LASER MELTING METHOD

Maltseva V.E.¹, Golubiatnikova A.A.¹, Shalaginov A.N.¹, Ivanov I.A.¹,
Govorina V.V.¹, Urzhumtsev A.N.¹, Neznakhin D.S.¹, Volegov A.S.¹

¹Ural Federal University, Ekaterinburg, Russia

The aim of this work is to provide a proof of concept for the fabrication of Sm(Fe,Ti)₁₂ bulk permanent magnets by SLM method.

Соединения Sm(Fe,T)₁₂ (где T = Ti, V, Cr, Mo, Si, Zr и т.д.), открытые Охаши и др., считаются перспективными для нового класса постоянных магнитов. В диапазоне температур 100-400°C такие соединения имеют более высокие магнитные свойства (поле анизотропии H_a и намагниченность насыщения M_s), чем Nd₂Fe₁₄B. Кроме того, существенным преимуществом соединений Sm(Fe,T)₁₂ является минимальное содержание редкоземельных металлов по сравнению с другими редкоземельными соединениями, которые рассматриваются для изготовления постоянных магнитов, т.е. 7,7 ат.% против 11,8 ат.% в R₂Fe₁₄B и 10,5 ат.% в Sm₂Co₁₇. Соединения Sm(Fe,T)₁₂ не содержат дорогостоящих редкоземельных металлов и кобальта.

Аддитивное производство – перспективный метод создания новых функциональных материалов, например, постоянных магнитов. Поскольку соединения Sm(Fe,T)₁₂ имеют более высокую температурную стабильность чем у Nd₂Fe₁₄B, использование органического связующего с низкой температурой деградации в аддитивном производстве нецелесообразно. Селективное лазерное плавление (СЛМ) считается перспективным методом для производства постоянных магнитов и успешно применяется в производстве постоянных магнитов Nd-Fe-B и Sm-Co. Одной из существенных проблем этой технологии является то, что все основные процессы печати, влияющие на структуру и свойства магнитов, являются неравновесными. Скорость охлаждения расплава в процессе СЛМ ниже, чем при спиннинговании расплава. Для создания высококоэрцитивного состояния магнитов режим аддитивного производства может быть настроен таким образом, чтобы обеспечить минимальные изменения в структуре и коэрцитивной силе образцов. Поэтому в данной работе рассматриваются два метода аддитивного производства однослойных образцов,

т.е. из порошка основной фазы $\text{SmFe}_{11}\text{Ti}$ и из смеси основной фазы и низкоплавкой добавки.

Целью данной работы является доказательство концепции производства методом СЛМ объемных постоянных магнитов из $\text{Sm}(\text{Fe},\text{Ti})_{12}$. В докладе будет рассказано о способах получения, режимах процесса 3D-печати, а также о полученных результатах магнитных измерений.

Работа выполнена при финансовой поддержке гранта РФФ № 21-72-10104.