

УДК 666.9–129

Перспективы применения композиции железо медь, полученную методом коаксиального лазерного плавления для высокополевых биттеровских магнитов с градиентной структурой

Богатырев Дмитрий Олегович

bdo15t467@student.bmstu.ru

Ломакин Иван Алексеевич^(*)

lomakinia@student.bmstu.ru

Шиганов Игорь Николаевич

inshig@bmstu.ru

Холопов Андрей Андреевич

xol@bmstu.ru

МГТУ им. Н.Э. Баумана, Москва, Россия

Аннотация. В работе исследуется применение железомедных композитов в высокополевых магнитах. Представлены преимущества и недостатки магнитов Биттера по сравнению с современными сверхпроводящими системами, подчеркивающие потенциал железомедных композитов, полученных методом коаксиального лазерного плавления (КЛП). Использование градиентной структуры позволяет улучшить распределение тепла, что снижает перегрев и повышает долговечность. Приведены расчетные значения удельного сопротивления для композита Cu–Fe при разных концентрациях компонентов.

Ключевые слова: композиты Cu–Fe, высокополевые магниты, микроструктура, механические свойства, электропроводность, теплопроводность

Введение. Высокополевые магниты широко применяются в научных и промышленных установках, таких как термоядерные реакторы и ускорители частиц. Магниты Биттера, являются эффективной альтернативой сверхпроводящим магнитам, так как не требуют сверхнизких температур [1]. Целью работы является изучение возможности получения методом КЛП градиентных композитов Cu–Fe [2], что позволит улучшить соотношение прочности композита к электропроводности.

Материалы и методы; результаты. В данной работе методом КЛП наплавлялись валики из порошков железа и меди в соотношениях 75 % Cu/25 % Fe и 50 % Cu/50 % Fe. Подача порошка осуществлялась порошковым питателем GTV PF2/2 с расходом аргона, защитного газа, 7 л/мин. Наплавка выполнялась комплексом КЛП-400 с волоконным лазером ($\lambda = 1072$ нм), мощности 600 Вт, скорость перемещения головы 400 мм/мин, диаметр пятна 1.2 мм. Образцы разрезались, полировались а затем травились в кислотах для последующего анализа микроструктуры на сканирующем электронном микроскопе (рис. 1, 2).

На графике (рис. 3) показаны расчетные, и полученные после прокатки и старения [3] значения проводимости композита при различных массовых концентрациях железа.

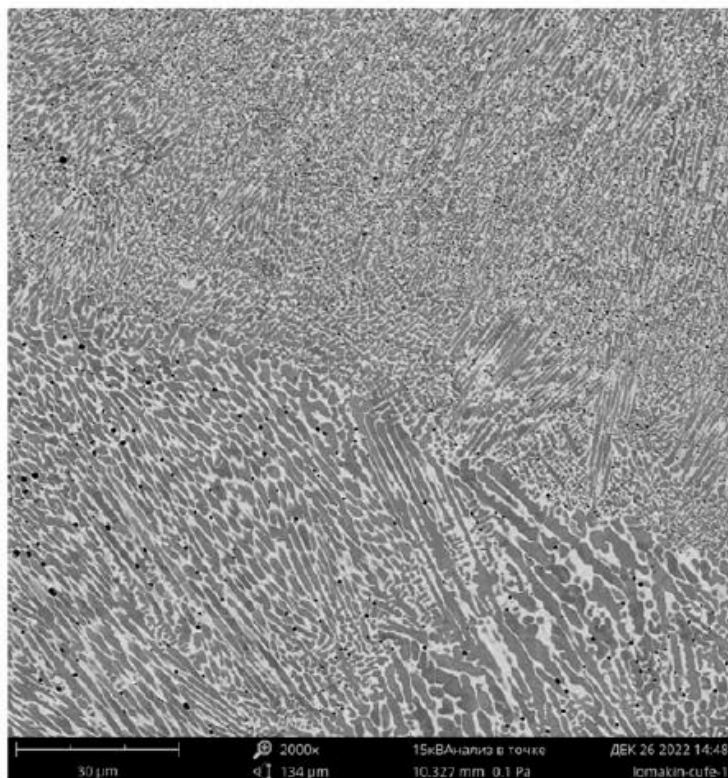


Рис. 1. Снимок структуры композиции Fe–Cu сделанные с помощью сканирующего электронного микроскопа 50 %Cu/50 %Fe

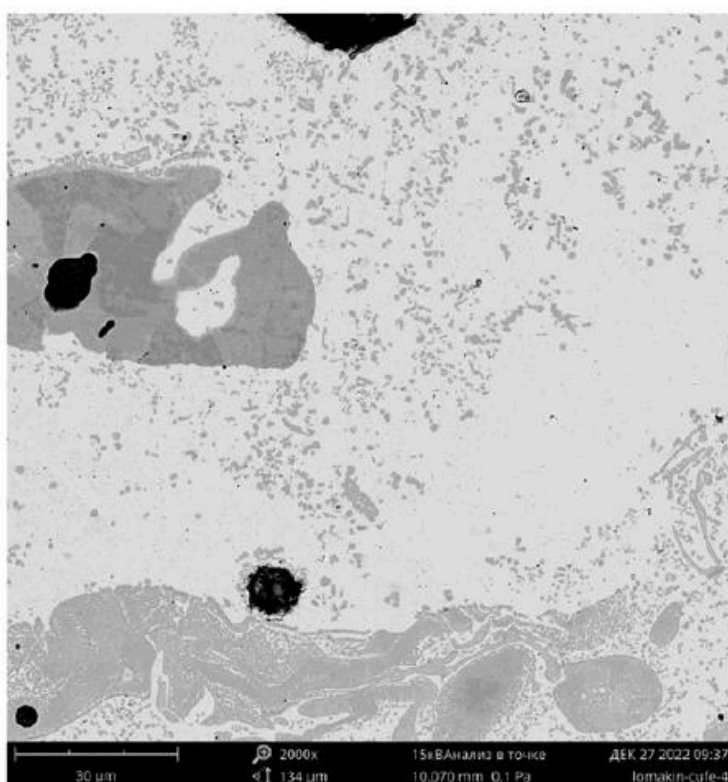


Рис. 2. Снимок структуры композиции Fe–Cu сделанные с помощью сканирующего электронного микроскопа 75 %Cu/25 %Fe

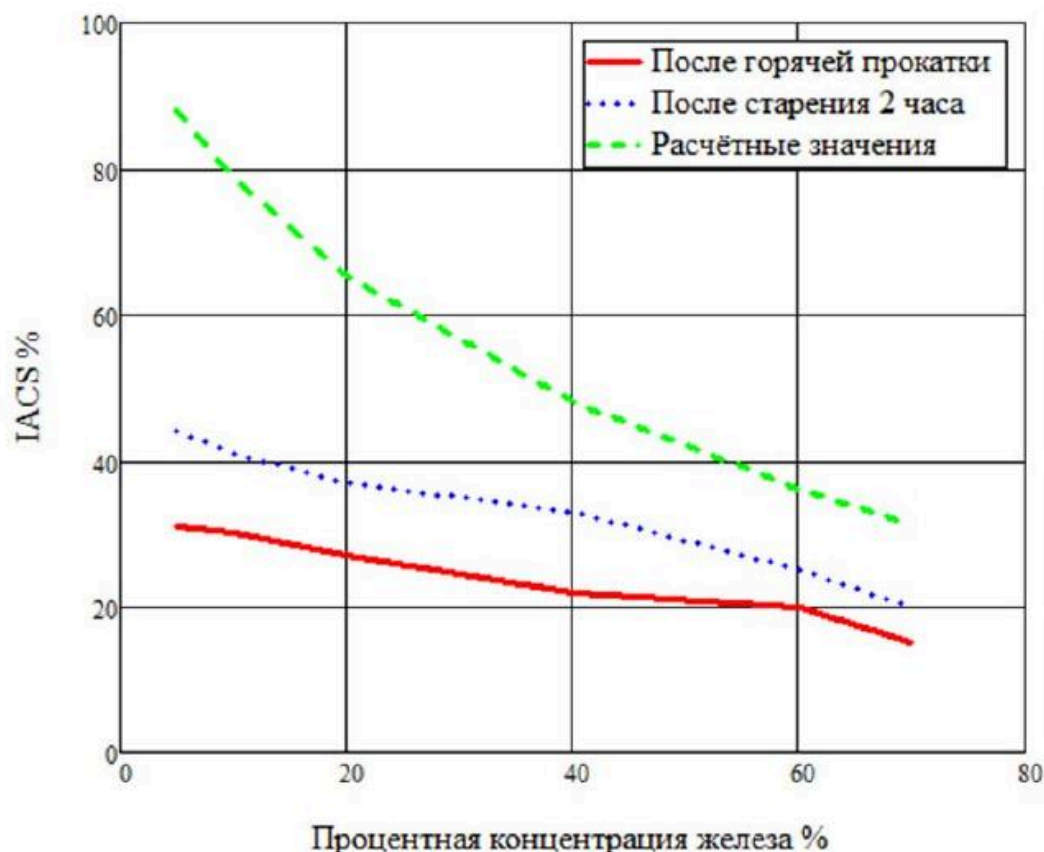


Рис. 3. Значения проводимости композита при различных массовых концентрациях железа

Закключение. Метод КЛП позволяет управлять структурой железомедных композитов в широком диапазоне, что позволяет улучшить различные свойства композиции для увеличения надёжность и долговечности работы высокополевых магнитов.

Список источников

- [1] Saar R.A. Hybrid magnets promise high field for low power. *Physics Today*, 1973, vol. 26 (10), pp. 20–20.
- [2] Sardar Farhat Abbas, Kyoung-Tae Park, Taek-Soo Kim. Effect of composition and powder size on magnetic properties of rapidly solidified copper-iron alloys. *Journal of Alloys and Compounds*, 2018, vol. 741, pp. 1188–1195.
- [3] Meng Wang, Qian-Ru Yang, Yan-Bin Jiang et al. Effects of Fe content on microstructure and properties of Cu–Fe alloy. *Transactions of Nonferrous Metals Society of China*, 2012, vol. 31, iss. 10, pp. 3039–3049.