**Влияние легирования Cu на фазово-структурное состояние и магнитные свойства сплавов Mn55-xAl36Ga9Cux (x = 0, 1, 2, 3, 4, 5)**

***Важинский Н.М., Нечаев К.С., Фортуна А.С., Горшенков М.В.***

*Студент, 2 курс магистратуры*

*Национальный исследовательский технологический университет МИСИС,
институт новых материалов, Москва, Россия*

*E-mail: nikita\_vazhinskiy@mail.ru*

Магнитные сплавы Mn-Al-Ga представляют большой интерес как потенциальная альтернатива высокопроизводительным, но дорогим редкоземельным магнитам и малопроизводительным, но дешевым ферритам [1-2]. В настоящее время ключевой задачей является разработка методов обработки и легирования для достижения оптимальных магнитных свойств сплавов на основе Mn-Al-Ga. Теоретические расчеты показывают высокую перспективу этих сплавов, однако на практике эти свойства пока не реализованы. Известно, что добавление меди в сплавы системы Mn-Al повышает их обрабатываемость [3], что важно для оптимизации магнитных свойств. Однако на сегодняшний день отсутствуют данные о влиянии меди на фазово-структурное состояние и магнитные свойства сплавов Mn-Al-Ga. Целью данной работы является исследование зависимости свойств и структуры сплавов Mn-Al-Ga от концентрации добавки меди.

Сплавы с номинальным составом Mn55-xAl36Ga9Cux (где x = 0, 1, 2, 3, 4, 5) были получены методом индукционной плавки. В сплаве Mn51Al36Ga9Cu4 литьем удалось добиться около 98% объема ферромагнитной фазы. После гомогенизационного отжига и закалки с критической скоростью образцы состояли преимущественно из ферромагнитной τ-фазы и фазы γ2. Анализ методом дифференциальной сканирующей калориметрии (ДСК) показал смещение пиков фазовых превращений в сторону более низких температур с увеличением концентрации меди. В результате отжига в сплавах с содержанием меди до 3 ат.% удалось получить высокую концентрацию τ-фазы (до 93,9 % по объему). В сплавах с содержанием меди 4 и 5 ат.% превращение из γ2 в τ-фазу происходило неактивно из-за образования химической неоднородности внутри фазы γ2. Анализ магнитных свойств сплавов

Mn55-xAl36Ga9Cux (где x = 1, 2, 3, 4, 5) в отожженном состоянии показал высокие значения максимальной намагниченности (до 369 кА/м), сравнимые с максимальной намагниченностью, наблюдаемой в тройных сплавах Mn-Al-Ga. Исследования микроструктуры подтвердили образование немагнитной прослойки γ2 по границам зерен ферромагнитной фазы при содержании меди 4 и 5 ат.%.

*Работа выполнена при поддержке гранта РНФ 23-13-00161.*

**Литература**

1. Mix T. et al. Alloying with a few atomic percent of Ga makes MnAl thermodynamically stable //Acta Materialia. – 2017. – Т. 128. – С. 160-165.

2. Mix T., Woodcock T. G. Advanced thermal stability investigations of the Mn–Al-Ga system //Results in Materials. – 2020. – Т. 5. – С. 100068.

3. Florian J. et al. The Influence of Cu-Additions on the Microstructure, Mechanical and Magnetic Properties of MnAl-C Alloys //Scientific Reports (Nature Publisher Group). – 2020. – Т. 10.