

## ОТЗЫВ

на автореферат диссертации Палачевой Валерии Валерьевны

«Влияние состава и режимов термической обработки сплавов на основе системы Fe-Ga на их структуру и функциональные свойства», представленной на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности

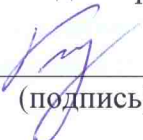
05.16.01 - Metallovedenie i termicheskaya obrabotka metallov i spлавов

Наивысшими значениями магнитострикции среди сплавов на основе железа обладают галфенолы, поэтому изучение фазовых превращений в Fe-Ga сплавах с целью управления их свойствами является актуальной задачей для современных металлургических исследований. В диссертации объектами исследования являлись сплавы на основе системы Fe-Ga с содержанием Ga от 15 до 29 ат. %. При концентрациях Ga менее 20 ат % в сплавах системы Fe-Ga наблюдалось фазовое превращение II рода – упорядочение-разупорядочение по схеме  $A2 \leftrightarrow D0_3$  при непрерывном нагреве и охлаждении, соответственно. При концентрациях Ga более 20 ат % в системе Fe-Ga имеет место целый ряд фазовых превращений, как первого, так и второго рода. Превращения второго рода включают образование упорядоченных  $B2$ ,  $D0_3$ ,  $L1_2$  и  $D0_{19}$  структур на основе неупорядоченных  $A2$ ,  $A1$  и  $A3$  фаз, между которыми возможны превращения первого рода. Основные результаты по фазовым превращениям в диссертации В.В. Палачевой получены методом нейтронографии, который имеет целый ряд преимуществ при исследовании Fe-Ga сплавов. Во-первых, нейтронная дифракция позволяет проведение в *in situ* режиме, то есть в режиме реального времени с хорошим временным разрешением (один спектр снимается в течение 1 минуты). Во-вторых, высокая глубина проникновения тепловых нейтронов позволяет анализировать эффекты в объеме образцов, в отличие от рентгеновского анализа, который дает информацию только с поверхности образца. В-третьих, нейтронные эксперименты позволяют получить полную структурную информацию о материале. С помощью этого метода впервые установлено, что переход из упорядоченной метастабильной фазы в упорядоченную равновесную фазу в сплавах Fe-Ga при температурах ниже 600°C идет через формирование двух разупорядоченных фаз по схеме:  $D0_3 \rightarrow A2 \rightarrow A1 \rightarrow L1_2$  как при непрерывном нагреве так при изотермических выдержках в районе температур 400-500°C.

В диссертационной работе использованы эффективные подходы к повышению функциональных свойств магнитострикционных сплавов на основе железа за счет модификации и оптимизации их структуры. Наряду с традиционными методами контроля и улучшения структуры (минимизация содержания примесей, применение индукционной или электродуговой плавки) в работе исследованы возможности повышения функциональных свойств за счет микролегирования редкоземельными элементами (Tb, Er) и карбидами ниобия. Кроме того, исследована возможность создания двухфазного магнитострикционного композита на основе системы Fe-Ga с переменной магнитострикцией не только по величине, но и знаку в зависимости от величины приложенного магнитного поля. Установлено, что присутствие Tb (0,15-0,30 ат.%) существенно замедляет образование плотноупакованных фаз, повышая устойчивость метастабильной  $D0_3$  фазы, тем самым обеспечивая достижение высокого уровня функциональных свойств.

Диссертационная работа выполнена с применением современных методов исследований. Она отвечает всем предъявляемым требованиям, а её автор, Палачева Валерия Валерьевна, заслуживает присуждения учёной степени кандидата технических наук по специальности 05.16.01 – Металловедение и термическая обработка металлов и сплавов.

Заведующий кафедрой физики конденсированного состояния  
ФГБОУ ВО «Челябинский государственный университет»  
454001, г. Челябинск, ул.Братьев Кашириных, 129  
доктор физико-математических наук, профессор

/  / Бучельников Василий Дмитриевич  
(подпись) (расшифровка подписи)

Подпись Бучельникова Василия Дмитриевича заверяю

/  /  *Акулиничев В.И.*  
(подпись) (расшифровка подписи)

Дата «\_\_» \_\_\_\_\_ 2019 г.