

УДК 621.745;621.791.

А.М.Климова (5 курс, каф. ИСиСМ), П.Н.Кузнецов, (асп., каф. ПКМиВТ),  
Е.В.Новиков, к.т.н., доц.

## ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПАРАМЕТРОВ ТОНКОЙ СТРУКТУРЫ НАНОКРИСТАЛЛИЧЕСКОГО СПЛАВА СИСТЕМЫ Fe-Cu-Nb-Si-B

При получении нанокристаллических материалов методом кристаллизации аморфного состояния наноструктура создается в аморфном сплаве путем его термической обработки. Для создания нанокристаллической структуры отжиг проводится таким образом, чтобы возникало большое число центров кристаллизации, а скорость роста кристаллов была низкой, т.е. условия, при которых проводится кристаллизация, влияют на структурное состояние. Нанокристаллические сплавы типа Finemet (сплавы системы Fe-Cu-Nb-Si-B) являются одним из наиболее перспективных магнитномягких материалов. Магнитные свойства таких сплавов связаны с параметрами нанокристаллической структуры, т.е. величиной зерен и микронапряжениями в сплаве.

Целью данной работы являлось изучение влияния термической обработки аморфного сплава параметры тонкой структуры, а именно, микронапряжений и областей когерентного рассеяния в образцах нанокристаллического сплава, полученных термической обработкой аморфных лент и порошков. Порошки были получены путем дезинтеграторного размола аморфных или нанокристаллических лент. При этом в аморфных материалах возникают внутренние напряжения, которые влияют на кинетику их кристаллизации. При размоле материала в нанокристаллическом состоянии в нем также появляются дополнительные внутренние напряжения, которые отрицательно влияют на магнитные свойства, т.е. после дезинтеграторной обработки сплав требует дополнительного повторного отжига с целью снятия внутренних напряжений.

Рентгеновский анализ образцов проводился на дифрактометре ДРОН-2.0 в  $\text{CoK}\alpha$ -характеристическом излучении. Для выявления параметров тонкой структуры в исследуемых сплавах на основе железа были выбраны 2 дифракционных пика от плоскостей одного семейства, отличающихся порядком отражения - [110] и [220] с межплоскостными расстояниями 2,0268 и 1.0134Å, соответственно.

Изучение параметров тонкой структуры показало, что в исследованном сплаве 5БДСР размер кристаллических областей с одинаковой кристаллографической ориентацией (областей когерентного рассеяния или блоков мозаики) после термообработки 530°C, 30 мин, по данным рентгеновского анализа равен 14-17 нм. Повторный отжиг в течение 30 мин при той же температуре (530°C) не ведет к дальнейшему существенному росту зерна. Уровень остаточных внутренних напряжений второго рода после термической обработки достигает 200МПа даже после медленного охлаждения на воздухе. В порошковых сплавах, которые не подвергались отжигу после дезинтеграторной обработки, наблюдается повышенный уровень микронапряжений (до 364-392 МПа), т.е. при размолу термообработанной ленты с целью получения порошка из нанокристаллического сплава уровень внутренних напряжений (микронапряжений второго рода) увеличивается на 150-200МПа, причем напряжения увеличиваются при уменьшении размера фракции порошка.