

## ТЕРМИЧЕСКАЯ СТАБИЛЬНОСТЬ ВАКУУМНЫХ НАНОКОМПОЗИТОВ Fe-W

Бармин А.Е., Ильинский А.И., Зубков А.И., Глущенко М.А.

*Национальный технический университет «Харьковский  
политехнический институт», г. Харьков, Украина  
[axel.com.ua@gmail.com](mailto:axel.com.ua@gmail.com)*

Сплавы на основе железа являются важнейшими и наиболее распространенными конструкционными материалами; так, чёрные металлы составляют более 90 % всего объёма используемых в экономике металлов. Одним из перспективных направлений повышения эксплуатационных свойств этих материалов является метод, направленный на формирование структур с высокой дисперсностью, а именно структур с нано- и субмикроструктурным размером зерна (НК и СМК). Несмотря на огромное количество разработанных методов получения НК и СМК материалов [1], на сегодня одной из главных и важнейших задач остается проблема сохранения их структурного состояния при энергетическом воздействии и разработки способов торможения процессов их деградации.

Целью исследования являлся анализ термической стабильности нано- и субмикроструктурной структуры и физико-механических характеристик фольг Fe-W, полученных конденсацией в вакууме [2].

Методами рентгенодифрактометрии и электронной микроскопии контролировали размер зерна, период кристаллической решетки матрицы и фазовый состав; измеряли микротвердость, удельное электросопротивление.

Результатами структурных исследований было установлено, что при изотермическом отжиге при  $t = 800^\circ\text{C}$  в фольгах Fe-W средний размер зерна не изменялся в течение 2 часов, при этом конденсат оставался однофазным, частицы второй фазы не были выявлены ни методами электронной микроскопии, ни рентгеноструктурным анализом. Высокорастворяющей электронной микроскопией выявлен как в исходном состоянии, так и после отжига контраст в приграничных областях зерен, которой может быть интерпретирован как зернограничные сегрегации вольфрама.

Обнаруженный факт заметного снижения величины удельного электросопротивления в пленках Fe-W при постоянном размере зерен свидетельствует об уменьшении степени неравновесности межзеренных границ при отжиге. Этот эффект может быть связан со снятием внутренних напряжений, залечиванием нанопор, несплошностей границ зерен и др. Считается [1], что подобная релаксация структуры предшествует росту зерен. Действительно, при повышении температуры отжига до  $900^\circ\text{C}$  в пленках Fe-W развиваются процессы рекристаллизации, которые приводят к значительному снижению механических характеристик. Важно отметить, что в металлургических сплавах Fe-W подобные процессы происходят при температурах на  $300^\circ$  ниже.

### Список литературы

1. Гусев А.И., Ремпель А.А. Нанокристаллические материалы. – М.: Физматлит, 2000. – 224 с.
2. Il'insky A.I., Barmin A.E., Lyabuk S.I. Structure and strength characteristics of dispersion hardened composite foils (films) based on iron and nickel // Functional materials. 2013. V. 20, №4. P. 477-484.