

УДК 621.74:669.131.6

И.О. Серженко, В.Т. Калинин

Национальная металлургическая академия Украины, г. Днепр, Украина

ОСОБЕННОСТИ ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ ПРИ ЗАТВЕРДЕВАНИИ НАНОДИСПЕРСНОГО ПОВЕРХНОСТНОГО СЛОЯ ОТЛИВКИ В ФОРМЕ

Одним из направлений в области разработки новых материалов является создание поверхностного рабочего слоя в чугунных отливках ответственного назначения, армированного нанодисперсными частицами размером 20 - 100 нм на основе тугоплавких соединений типа TiCN, WC, B₄C и др. Основным способом получения такого литого композиционного слоя является нанесение частиц на стенки форм и стержней в виде паст или красок. После заливки расплава на поверхности отливки образуется насыщенный твердыми наночастицами износостойкий слой. При этом свойства такого композиционного материала зависят не только от вида и объемной доли введенных частиц, но и от соразмерности их с величиной центров кристаллизации при затвердевании металлической матрицы [1]. Локально введенные в расплав тугоплавкие наночастицы в связи с соразмерностью являются дополнительными центрами кристаллизации, на их поверхности происходит зарождение и рост первичной фазы.

Влияние размера частиц на величину удельной поверхности и удельную поверхностную энергию приведены на рисунке.

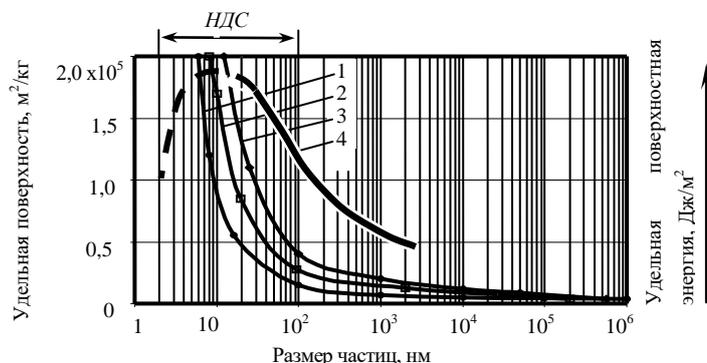


Рис.1. - Влияние размера частиц на величину удельной поверхности (1 – WC; 2 – TiCN; 3 – B₄C) и удельную поверхностную энергию (4).

Видно что интенсивное снижение удельной поверхностной энергии начинается при уменьшении размера частиц менее 10-20 нм. Поэтому в основной области нанодисперсной системы (НДС) удельная поверхностная энергия нанодисперсной системы максимальна, частицы обладают высокой адсорбционной активностью и зарождение нанооболочки на их поверхности имеет высокую вероятность. Если же частица не обладает свойствами тугоплавкого модификатора, то нанооболочка твердой фазы может отсутствовать. Установлено [2], что наиболее удовлетворяют требованиям, предъявляемым к тугоплавким соединениям, являются наночастицы TiCN. Структура отлитого композиционного слоя толщиной 12-15 мм имеет субмелкодисперсное строение, состоит из карбонитридных включений титана и титанокарбидной эвтектики. Износостойкость образцов, вырезанных из композиционного слоя, в 3,5-4,5 раза выше.

На основании полученных данных можно сказать, что механизм взаимодействия расплава чугуна со слоем нанодисперсного соединения включает следующие процессы: нагрев слоя порошка (возможно пасты) за счет физического тепла расплава; фильтрация расплава в поры порошка и дальнейший разогрев его; распределение частиц нанопорошка в жидкой фазе в момент фильтрации расплава; дальнейшее распределение частиц нанопорошка в жидкой фазе после заполнения межзеренного пространства; диффузионные процессы при охлаждении пропитанного металла в твердом состоянии.

Технология применения нанопорошков в качестве упрочняющих веществ для получения износостойкого литого композиционного слоя является перспективным направлением в литейном производстве.

Список литературы

1. Musiienko I. O., Kalinin V. T. Influence of nanodispese materials particle sizes on metal composites producing / I. O. Musiienko., V. T. Kalinin // XV Міжнародна конференція "Стратегія якості в промисловості та освіті": Матеріали.-2019, м.Варна, Болгарія,с.78-82.

2. Калинин В. Т. Перспективы применения ультра- и нанодисперсных модификаторов для повышения качества чугунного литья / В. Т. Калинин, В. Е. Хрычиков, В. А. Кривошеев // Журн. «Процессы литья». – К. : ФТИМиС, 2005, № 1. – С. 29–33.