

Перспективы применения ультрадисперсных частиц для модифицирования высокотемпературных расплавов.

Рудницкий Ф.И., Куликов С.А., Шумигай В.А.
Белорусский национальный технический университет

Любая система стремится к минимуму свободной энергии и в ультрадисперсной системе это выражается в образовании скоплений частиц, при котором снижается удельная площадь поверхности. При наличии жидкой фазы между частицами, к примеру, жидкого расплава, протекание различных реакций описывается дифференциальным уравнением энергии Гельмгольца:

$$dF = -T dS + d(\sigma\Omega), \quad (1)$$

где Ω – величина площади раздела между фазами.

Из (1) очевидно, что уменьшение избытка энергии поверхности частиц может достигаться либо энтропийным фактором, либо энергетическим. К примеру, увеличение натяжения приведет к полной несмачиваемости частиц и, как следствие, отсутствию слипаемости. Уменьшение концентрации частиц приведет к росту Ω , что так же увеличит второе слагаемое. В то же время надо понимать, что в высокотемпературных расплавах энтропийный фактор может в значительной степени превалировать над энергетическим. В данном случае, следует учесть то, что дисперсной системе нет необходимости приходить к монолитному состоянию, опыты показывают, что пористая система оказывается более живучая, чем ее плотный аналог.

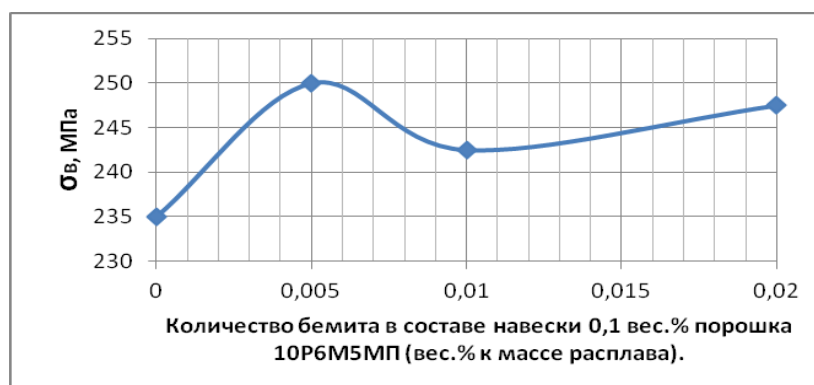


Рисунок 1 - Изменение σ_v в зависимости от количества введенной смеси УДМ

При применении ультрадисперсных добавок в качестве модификаторов для высокотемпературных расплавов (к примеру, расплавов чугунов) следует учитывать не только размерность частиц материала, а также гранулометрический и фазовый состав. Последний параметр подразумевает, является ли добавка мономатериалом или смесью материалов. Например, насыпной вес металлоабразивного шлама стали P6M5, используемого в исследовании для модифицирования серого чугуна, после отмагничивания материала уменьшается (1,33 и 1,13 гр/мл соответственно). Учитывая преобладание ленточных металлических частиц в составе шлама, система не может обладать большим удельным весом ввиду наличия значительного количества «пор» между частицами. В обычном шламе место «пор» занимают частицы абразива, стабилизируя систему. В отмагниченном шламе ленточные частицы, обладая большей развитой поверхностью, значительно увеличивают реакционную способность всей дис-

персной системы. Таким образом, создание смеси разнородных частиц вполне оправдано. Более крупные частицы правильной формы могут стабилизировать взвесь из мелких частиц неправильной формы.

Приведем другой пример, добавки порошка марки ПР-10Р6М5-5 в количестве 0,1% от массы жидкого сказывались положительно на механические свойства чугуна. В то же время, введение в расплав наноструктурированного бемита в этом же количестве не дало ожидаемого положительного результата. На рисунке 1 показано изменение кривой прочности σ_b по результатам производственного эксперимента, где в расплав чугуна вводилась смесь порошка ПР-10Р6М5-5 в количестве 0,1% от массы расплава и бемита в количестве 0,005%, 0,01% и 0,02% от массы расплава. кривой изменения σ_b показывает, что регулируя в смеси ультрадисперсных частиц доли каждого из компонентов позволяет регулировать конечные свойства литых изделий. Таким образом, перспектива применения ультрадисперсных частиц для модифицирования высокотемпературных расплавов это создание не только новых видов наноразмерных частиц, но их смесей, в том числе с применением из разных по природе частиц.

Литература

1. Урьев Н.Б. «Физико-химические основы технологии дисперсных систем и материалов», - М:Химия, 1988, - 256с.
2. Петрухин В.Ф. «О причинах специфики ультрадисперсных (наноструктурных) материалов», научная сессия НИЯУ МИФИ, Том II, М., -2010, с.31-40
3. Карпенко С.В., Темроков А.И. «О роли приповерхностной энергии в наноразмерных кристаллических объектах», Журнал физической химии, №11, 2004, с.115-116