

Измельчение структуры легированных чугунов и сталей за счет модифицирования

Барановский К.Э., Урбанович Н.И., Розенберг Е.В.
Белорусский национальный технический университет

Одним из важных направлений развития литейного производства является разработка и использование различных методов воздействия на кристаллизующийся расплав, которые обеспечивают получение структуры металла с мелким зерном, улучшение формы неметаллических включений, снижение вредного влияния примесей и т.д., и как следствие, повышение механических и эксплуатационных свойств сплавов. Универсальным, относительно дешевым и высокоэффективным методом управления структурой кристаллизующегося расплава чугунов и сталей является модифицирование. Для усиления процесса модифицирования (дополнительного измельчения зерен или структурных составляющих), уменьшения расхода модификатора, а также для повышения некоторых служебных или механических свойств, кроме модификаторов 1-го рода (поверхностно-активных веществ) дополнительно вводят модификаторы 2-го рода (инокуляторы).

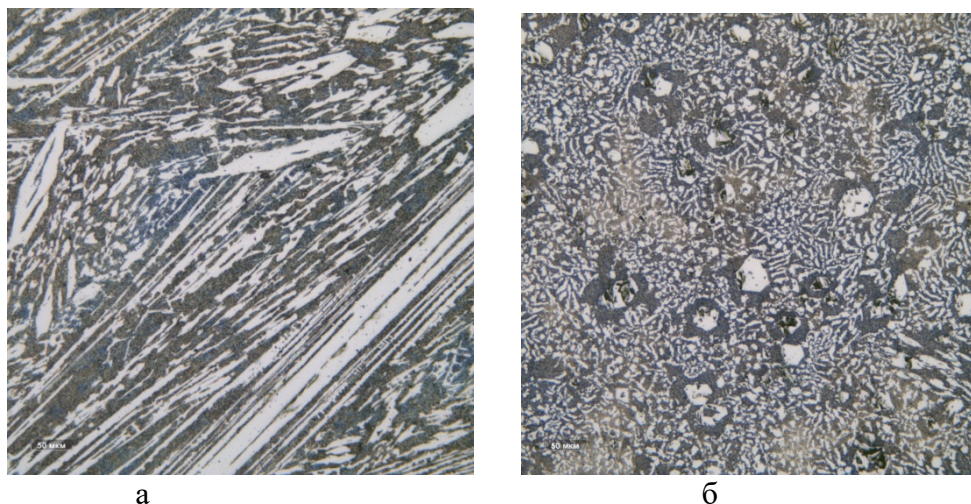
Износостойкость деталей из хромистых чугунов зависит от размеров карбидов (чем мельче карбиды, тем выше износостойкость). Поэтому важной задачей является модифицирование легированных чугунов, в частности износостойких хромистых чугунов (ИЧХ). Модифицирование позволяет измельчить эвтектические карбиды, особенно для толстостенных отливок, за счет чего повышается твердость и износостойкость деталей. Наиболее перспективным направлением в области модифицирования ИЧХ в настоящее время является обработка расплава комплексными модификаторами, которые в зависимости от используемых компонентов могут измельчить макро, и микроструктуру, а также ликвидировать транскристаллизацию и повысить ударную вязкость [1]. Согласно теории подбора комплексного модификатора, он должен включать химически активные (инокуляторы) и поверхностно-активные вещества [2]. В качестве ПАВ для хромистых чугунов можно предложить Bi, Pb, Te, Sb, Se и др. При выборе ПАВ для износостойких хромистых чугунов критериями были следующие показатели: стоимость и дефицитность элемента; растворимость в расплаве и твердых фазах (коэффициент распределения); температура кипения и упругость паров; соответствие экологическим требованиям (предельно допустимая концентрация (ПДК) [3] в воздухе вблизи мест ввода в расплав). Исходя из изложенного выше, учитывая стоимость и экологические требования к поверхностно-активным веществам, для модифицирования ИЧХ наиболее подходит висмут.

Для усиления действия ПАВ предлагается дополнительно ввести в расплав РЗМ (инокуляторы). Редкоземельные элементы способствуют измельчению карбидной фазы в хромистых чугунах [4]. На рисунке 1 показаны структуры образцов (центр отливки), полученных с использованием комплексного модификатора (б), а также не модифицированный эталонный образец (а).

Применение комплексного модификатора, содержащего ПАВ висмут и РЗМ, измельчило структуру в 3 – 4 раза по сравнению с исходной немодифицированной. В общем случае использование комплексного модификатора позволяет дополнительно измельчить структуру в 2 раза по сравнению со стандартным модификатором (висмутом).

Для износостойких марганцовистых сталей в качестве ПАВ в составе комплексного модификатора можно предложить щелочноземельные металлы в виде карбонатов кальция, бария и стронция. Введение щелочноземельных металлов в расплав стали снижает поверхностное натяжение. Использование карбонатов позволяет улучшить форму неметаллических включений.

В настоящее время рядом заводов для обработки металла и шлака применяется рафинирующе-модифицирующий барий-стронциевый концентрат, например, модификатор барий-стронциевый «БСК-2».

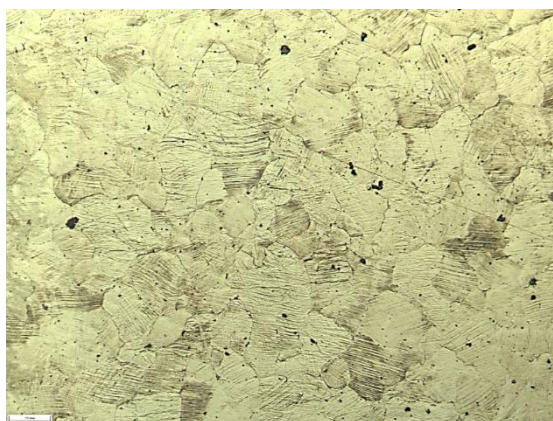


а

б

Рисунок 1– Микроструктура износостойкого хромистого чугуна х 200
а – без модифицирования; б – комплексный модификатор: 0,05 % висмута + 0,2 % модификатора ФС30РЗМ

Концентрат представляет собой карбонаты, основой которых являются $(Ba, Sr, Ca)CO_3$, содержание карбонатов может достигать 90 % [5]. В качестве инокуляторов предлагается использовать нано (менее 0,1 мкм) и ультра (до 1,5 мкм) дисперсные частицы. Использование модификаторов с ультрадисперсными частицами оказывает более высокую эффективность воздействия на структуру [6]. На рисунке 2 показаны структуры марганцевистой стали, полученной без использования модификатора (а) и с комплексным модификатором (б).



а



б

Рисунок 2 – Структура образцов из стали 110Г13Л × 100
а – без модифицирования;

б – полученная с использованием стандартного модификатора, содержащего щелочноземельные металлы, дополнительно обработанного добавкой, содержащей нано и ультрадисперсные частицы

Как видно из рисунка 2 (а), структура немодифицированной стали 110Г13Л имеет 2-3 балла аустенитного зерна. Добавка нано и ультрадисперсных частиц в состав модификатора позволила измельчить зерно марганцовистой стали до 4-го балла, рисунок 2 (б). Использование стандартного модификатора, содержащего щелочноземельные металлы, приводит к измельчению структуры марганцовистой стали только до 3-го балла.

Из проведенных исследований можно сделать следующие выводы: использование комплексных модификаторов, совместно содержащих ПАВ и инокуляторы позволяет повысить эффективность модифицирования для износостойких марганцовистых сталей и износостойких хромистых чугунов.

Литература

1. Патент РБ 1382. Чугун для быстроизнашиваемых деталей и способ производства литых заготовок для них / О.С. Комаров, Н.И. Урбанович, К.Э. Барановский, офиц. Бюл. № 3. – 1996. – С.147.
2. Комаров О.С. Термокинетические основы кристаллизации чугуна / Комаров О.С. – Минск: Наука и техника, 1982. – № 5. — с. 12 – 13.
3. Вредные химические вещества. Неорганические соединения I - IV групп: Справ. изд. / А.Л. Бандман, Г.А. Гудзовский, Л.С. Дубейковская и др. – Л.: Химия, 1988. – 512 с.
4. 12. Гарбер М.Е. Износостойкие белые чугуны / Гарбер М.Е. – М.: Металлургия, 2010. – 280 с.
5. Ивакин В.Л. Новая технология повышения качества металлов и сплавов барий-стронциевым карбонатом / В.Л. Ивакин, С.С. Черняк, Д.Ю. Пимнев. - Иркутск: ИНТУ, 2004. – 123 с.
6. Коротаева З.А. Получение ультрадисперсных порошков механохимическим способом и их применение для модифицирования материалов. / З.А Коротаева. Автореферат диссертации к.т.н. – Кемерово, 2008. – 20 с.