



УДК 621.74

Поступила 17.09.2013

К. Э. БАРАНОВСКИЙ, Н. И. УРБАНОВИЧ, О. С. КОМАРОВ, И. Б. ПРОВОРОВА, БНТУ,
В. И. ВОЛОСАТИКОВ, Минобразования РБ, А. И. ЛЕЦКО, ГНПО ПМ

ПРИМЕНЕНИЕ ОТХОДОВ, СОДЕРЖАЩИХ НАНОРАЗМЕРНЫЕ И УЛЬТРАДИСПЕРСНЫЕ ЧАСТИЦЫ В СОСТАВЕ МОДИФИКАТОРА ДЛЯ СЕРОГО ЧУГУНА

Показана возможность использования наноразмерных и ультрадисперсных частиц, полученных из отходов производства, для изготовления модификаторов серого чугуна.

The opportunity of use ultrafine and nanosized particles obtained from production waste, for the manufacture of cast iron modifiers was shown.

Улучшение литейно-механических свойств отливок из серого чугуна невозможно без эффективного их модифицирования. Обязательной технологической операцией при производстве тонкостенных отливок является графитизирующее модифицирование для устранения отбела. Используемые в настоящее время традиционные модификаторы исчерпали ресурс повышения их эффективности. Поэтому является актуальной разработка новых модификаторов, более эффективных по сравнению с традиционными.

Одно из перспективных направлений создания новых модификаторов – использование наноразмерных и ультрадисперсных частиц, позволяющих повысить эффективность внепечной обработки, механические и служебные свойства материалов отливок при одновременном снижении расхода модифицирующих добавок до 0,01–0,1% [1,2]. В качестве ультра- и нанодисперсных частиц могут использоваться химические соединения в виде оксидов, карбидов, боридов и т. д. Следует отметить, что получение ультра- и нанодисперсных частиц требует применения специальных методов их получения и дорогостоящего оборудования, что существенно повышает их стоимость и сдерживает широкое применение их для модифицирования.

Целью данной работы является изучение возможности использования отходов производства, из которых после несложной переработки можно получить наноразмерные и ультрадисперсные частицы для изготовления модификаторов. К таким отходам относятся отработанный спеченный поглотитель химической промышленности из Al_2O_3 и шламы травления алюминиевых деталей, содер-

жащих $Al(OH)_3$. Из данных отходов золь-гель-методом получают гидроксид алюминия [3], после прокаливания которого при 650 °С образуется оксид алюминия, состоящий из слипшихся чешуек размером 500–600 нм, причем толщина каждой чешуйки менее 100 нм (рис. 1). Опробование полученного порошка в чистом виде для модифицирования не дало положительных результатов, так как он не замешивался в расплаве чугуна. Поэтому с целью лучшего усвоения и увеличения модифицирующего эффекта провели механическое легирование порошка алюминия 10%-ной добавкой в виде нано- и ультрадисперсных частиц оксида алюминия [4].

Другим отходом производства, который может быть использован для изготовления модификато-

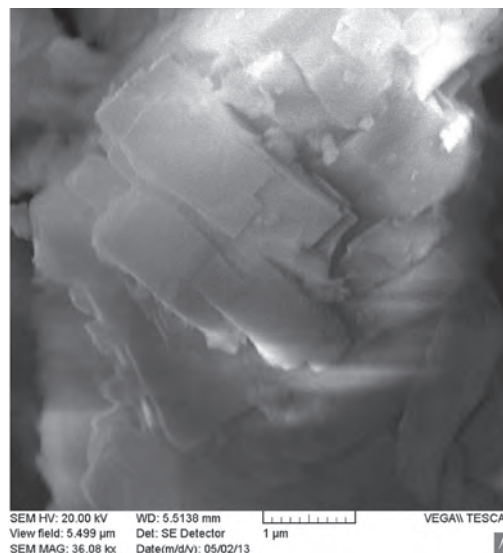


Рис. 1. Ультра- и нанодисперсные частицы Al_2O_3

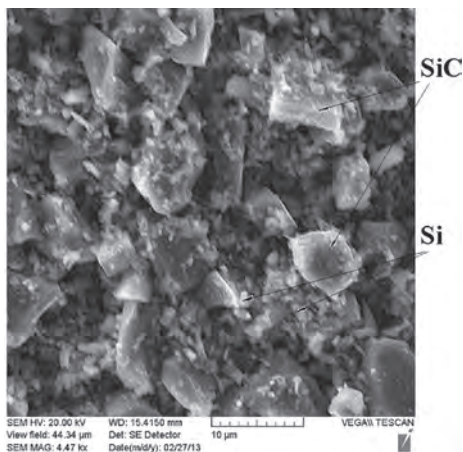


Рис. 2. Смесь ультрадисперсных частиц

ров с ультрадисперсными частицами, является отход, образующийся при разрезании металлической проволокой слитков монокристаллического кремния в полиэтиленгликоле, где в качестве абразивного вещества используется карбид кремния. Данный отход представляет собой смесь частиц карбида кремния и кремния в жидком полиэтиленгликоле. Для получения сухой фракции его сушили при 200 °С, в результате сушки полиэтиленгликоль испарялся и частично разлагался с образованием ультрадисперсной сажи. Полученный таким образом порошок представляет собой смесь ультрадисперсных частиц, состоящих из 62–64% частиц карбида кремния размером 5–10 мкм, 30–32% частиц кремния размером 0,3–0,5 мкм и остальное – ультрадисперсные частицы сажи (рис. 2). Содержащиеся в высушенном отходе ультрадисперсные частицы SiC, Si, C при модифицировании расплава серого чугуна будут способствовать зародышеобразованию графитной фазы и таким образом снижению отбела в отливках. Введение в расплав полученных ультрадисперсных частиц SiC, Si, C в виде порошка или спеченных компактных частиц размером 0,4–0,8 мм не дало модифицирующего эффекта. Частицы модификатора всплывали, коагулировали и плохо замешивались в расплаве. В связи с этим для лучшего их усвоения провели механическое легирование порошка алюминия 10%-ной добавкой высушенных отходов.

Для изучения возможности использования наноразмерных и ультрадисперсных частиц, полученных из отходов, применяли следующую техно-

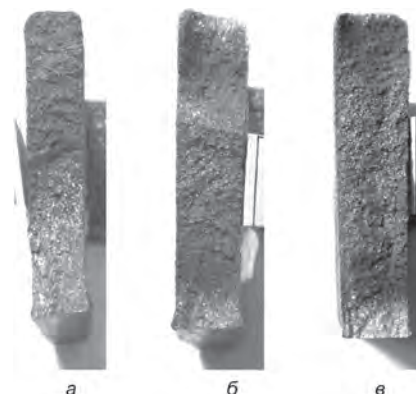


Рис. 3. Макроструктура клиновидной пробы на отбел из серого чугуна: а – без добавки; б – 0,1% (Al + 10% Al₂O₃); в – 0,1% (Al + 10% смесь ультрадисперсных частиц)

логию модифицирования. Из механически легированного порошка алюминия, содержащего 10% нано- и ультрадисперсных частиц, изготавливали прессованием брикеты. Серый чугун плавил в слитковой печи, перегревали в тигле до 1400 °С, в расплавленный металл вводили 0,1 % модификатора в виде брикета, после чего заливали стержневые формы клиновидных проб на отбел.

На рис. 3 показаны фотографии изломов клиновидной пробы на отбел: чугуна исходного состава без добавки (рис. 3, а), чугуна с добавкой 0,1 % модификатора, содержащего 10% нано- и ультрадисперсных частиц Al₂O₃ (рис. 3, б), чугуна с добавкой 0,1 % модификатора, содержащего 10% смеси ультрадисперсных частиц SiC, Si, C (рис. 3, в). Анализ макроструктур изломов показал, что использование модификатора с нано- и ультрадисперсными частицами позволяет уменьшить зону отбела в 2,5–3,0 раза.

Выводы

1. Нано- и ультрадисперсные частицы, полученные из отходов производства, введенные в расплав в виде механически легированного порошка алюминия эффективно снижают отбел в сером чугуне.

2. Применение нано- и ультрадисперсных частиц позволяет уменьшить количество модифицирующего компонента в составе модификатора.

3. Использование отходов производства позволяет упростить и удешевить получение нано- и ультрадисперсных частиц.

Литература

1. Х р ы ч и к о в В. Е., К а л и н и н В. Г. Ультрадисперсные модификаторы для повышения качества отливок // Литейное производство. 2007. № 7. С. 2–5.
2. Патент RU 93030977 УДП-модификатор для обработки чугуна / В. В. Шатов, В. И. Комляков, С. П. Павлов, В. Т. Калинин, 1996.
3. Влияние технологических параметров на выделение дисперсных частиц Al(OH)₃ из пересыщенного раствора NaAlO₂ / О. С. Комаров, Л. В. Судник, В. С. Нисс, В. И. Волосатиков, И. Б. Проворова // Сб. докл. 8-го междунар. симпозиума. Порошковая металлургия. Минск 10–12 апреля 2013 г. С. 225–231.
4. К о м а р о в О. С., У р б а н о в и ч Н. И., В о л о с а т и к о в В. И. Повышение эффективности модификаторов для серого чугуна // Литье и металлургия. 2012. № 1. С. 97–98.