

УДК 621.74:669.131.622

*А. А. Кондрат, В. Т. Калинин**Национальная металлургическая академия Украины, Днепропетровск*

### ПРИМЕНЕНИЕ БРИКЕТИРОВАННЫХ УЛЬТРА- И НАНОДИСПЕРСНЫХ МОДИФИКАТОРОВ ДЛЯ ОТЛИВОК МЕТАЛЛУРГИЧЕСКОГО ОБОРУДОВАНИЯ

Выход из строя крупных деталей металлургического оборудования обусловлен литейными дефектами и, прежде всего, неудовлетворительной макроструктурой чугуна. Одним из перспективных способов, позволяющих повысить качество массивных отливок, является графитизирующее и инокулирующее модифицирование ультра- и нанодисперсными материалами. Это направление позволяет качественно изменить технологию модифицирования: сократить требуемое количество модификатора, повысить эффективность и полноту протекания процессов в объеме расплава. Устранение этих недостатков путем создания комплексных ультра- и нанодисперсных модификаторов позволит обеспечить изменения в строении жидких расплавов, дисперсности структуры и повысить свойства отливок.

Ультра- и нанодисперсные модификаторы TiCN и SiC наиболее приемлемые для инокулирующей и графитизирующей обработки чугунных расплавов, получают на специальных высокочастотных установках методом плазмохимического синтеза. Важнейшей задачей в процессе получения порошков является сохранения чистой неокисленной поверхности, обеспечивающей большую адсорбционную активность частиц, что достигается путем их плакирования после плазмохимического синтеза. В этом случае введенные в расплав частицы с учетом других требований – соразмерности их с критическим радиусом зародыша, соответствия кристаллической решетки частиц модификатора с решеткой кристаллизующейся фазы – будут играть роль дополнительных активных центров кристаллизации и значительно измельчать структуру чугуна.

Для отливки сталеразливочных изложниц разработана технология обработки чугунного расплава брикетированным комплексным модификатором на основе TiCN и SiC (рис. 1), включающая оптимизацию состава модификатора, определение оптимального способа ввода брикетов в ковш, установление термовременных параметров плавки и заливки расплава в форму. Состав комплексного модификатора [1] следующий, %:

- нанодисперсный (< 0,1 мкм) TiCN – 25-35
- ультрадисперсный (0,1...1,0 мкм) SiC – 15-25
- чугунная стружка (< 0,5 мм) – остальное



Рис. 1. Внешний вид брикетов

Смешивание порошков и чугунной стружки производится в атриторе (смесителе), прессование – на гидравлическом прессе в пресс-форме.

Для отливки прокатных валков разработана технология инокулирующей обработки чугунного расплава брикетированным нанодисперсным модификатором на основе TiCN следующего состава, %:

- нанодисперсный порошок TiCN - 25-23
- порошок селена – 30-40
- чугунная стружка – остальное

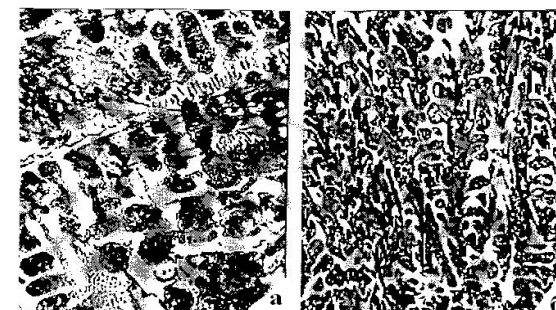


Рис. 2. Микроструктура чугуна рабочего слоя двухслойных валков, x100:

- а) немодифицированного,
- б) модифицированного брикетами на основе TiCN

Расход модификатора при литье прокатных валков и изложниц составляет 0,5...1,0 кг на тонну чугуна.

Разработанные модификаторы, растворяясь в чугунных расплавах, равномерно распределяются в объеме ковша при выпуске чугуна из печи, что позволяет с минимальными потерями вводить необходимое его количество и измельчать структуру чугуна, например, в рабочем слое двухслойных листов прокатных валков (рис. 2).

Разработанные технологии отливки деталей металлургического оборудования опробованы и освоены на предприятиях Украины [2-3].

#### Литература

Пат. 54846 Украина, МПК С22С 35/00. Брикетированный модификатор для обработки чугуна / В. Т. Калинин, А. А. Кондрат от 25.11.2010 г.

Калинин В. Т., Кондрат А. А. Прогнозирование эффективности различных типов модификаторов при обработке чугунов // Процессы литья. – 2010. - № 6. – С. 14-19.

Калинин В. Т., Кондрат А. А. Роль тугоплавких наночастиц в модифицирующих процессах при кристаллизации чугунных отливок // Металлознание и термическая обработка металлов, 2009. - № 1 (44). – С. 14–20.  
УДК 621.743.669.713

**Ф. М. Котлярский, И. В. Хвостенко**

*Физико-технологический институт металлов и сплавов НАН Украины,  
Киев*

### **ОПРЕДЕЛЕНИЕ СВОЙСТВ АЛЮМИНИЕВЫХ СПЛАВОВ С НИЗКОЙ ИНТЕНСИВНОСТЬЮ ЗАТВЕРДЕВАНИЯ**

Фасонные и крупногабаритные отливки обычно получают либо в песчаных (в том числе оболочковых, керамических) зачастую нагретых формах, либо в окрашенных кокилях с рабочей температурой 250–400°C. Копировать эти условия при получении заготовок на механические свойства не просто: как в плане технологии, так и оборудования.

Проще воспользоваться предлагаемой комбинированной формой, сочетающей металлическую оболочку (листовая сталь) с дисперсной засыпкой. Изменяя толщину оболочки и материал засыпки (асбест, песок, металлическая дробь), можно в широких пределах изменять интенсивность затвердевания расплава без нагрева формы в исходном состоянии. Форма проста по конструкции и удобна в обслуживании.

В данной работе с использованием такой формы исследовали влияние наводороживания (2 мин влажным асбестом), модифицирования стронцием (0,07%) и перегрева расплава на пористость и механические свойства (разрывные образцы диаметром 10 мм) вторичного сплава АК9, затвердевающего с интенсивностью на уровне песчаной формы, в зависимости от выдержки после обработки. Для этого толщина стальной оболочки составляла 1,3 мм, а в качестве засыпки был сухой кварцевый песок.

Проведено четыре эксперимента: 1 – наводороживание расплава влажным асбестом 2 мин при 615±5°C; 2 - то же при 710±5°C; 3 – наводороживание и

модифицирование стронцием (0,07%) при 745±10°C;

4 - наводороживание переplava после эксперимента 3 при 620-625°C.

Судя по полученным данным, наводороживание слабоперегретого расплава повышает пористость примерно в 2,5 раза по сравнению с необработанным и удерживает это значение (~2%) при выдержке после обработки более 2,5 часов. После аналогичной операции с тем же расплавом при 710°C пористость также повышается в 2,5-3 раза по сравнению с необработанным при малых выдержках, однако после 40 мин она начинает практически линейно снижаться и при выдержке 160 мин уравнивается с пористостью слабоперегретого расплава.

Дополнение наводороживания модифицированием стронцием слабоперегретого расплава (620°C) отличается от немодифицированного, в основном, только существенным повышением пористости литого металла при малых выдержках. Интересно, что после выдержки 160 мин значения пористости различных экспериментов приходят в одну точку.

Переходя к механическим свойствам, следует отметить, что характер изменения прочности и пластичности не просто логически увязать с характером кривых изменения пористости. Величина этих показателей не зависит от выдержки и тех факторов, на которые она влияет, включая пористость. Полученный из слабоперегретого расплава металл с меньшей пористостью соответствовал ГОСТ 2685-75, согласно которому для сплава АЛ4 без термообработки  $\sigma_B=147$  МПа,  $\delta=2\%$ . Причем, роль модифицирования практически не проявляется. И хотя литой металл после обработки расплава потерял ~8% прочности, зато приобрел значительную газовую пористость (особенно наводороженный и модифицированный после малой выдержки – 3,5%), которая может быть эффективно использована для компенсации усадки затвердевания фасонных и крупногабаритных отливок, формирующихся в условиях недостаточного питания.

Расплав с повышенным перегревом дал металл с показателями несколько ниже гостовских, хотя следует отметить, что пластичность модифицированного сплава оказалась наиболее стабильно высокой (~2,6%) для всех интервалов выдержки.