

стицам карбидов создает условия пересыщения элементом аустенита в околокарбидных зонах. В результате наблюдается постепенное растворение мелких частиц карбидов и рост крупных.

Пограничные зоны карбид-феррит и интерметаллид-феррит представляют собой низколегированный по хрому металл интенсивно окисляющийся под действием температуры. Вводимые элементы - кремний и никель действуют не однозначно. Легируя металл околокарбидной зоны, кремний снижает скорость протекания коррозионных процессов. Никель, как элемент не склонный к пассивации, в изучаемых пределах на коррозионные процессы практически не влияет.

Проведенная работа позволит сэкономить дефицитные легирующие элементы в изучаемых высоколегированных сплавах путём снижения их концентрации в составе металла и достичь желаемого уровня надёжности и долговечности деталей горно-металлургического оборудования.

УДК 621.74:669.131.622

**В. Т. Калинин, В. А. Кривошеев, И. О. Серженко, Д. С. Другов**

Национальная металлургическая академия Украины, г. Днепр

### **ПРИМЕНЕНИЕ БРИКЕТИРОВАННЫХ УЛЬТРА - И НАНОДИСПЕРСНЫХ МОДИФИКАТОРОВ ПРИ ЛИТЬЕ ДЕТАЛЕЙ МЕТАЛЛУРГИЧЕСКОГО ОБОРУДОВАНИЯ**

Выход из строя крупных деталей металлургического оборудования (прокатных валков, сталеразливочных изложниц) обусловлен литейными дефектами и, прежде всего, неудовлетворительной микро- и макроструктурой чугуна. Одним из перспективных способов, позволяющих повысить качество массивных отливок, является модифицирование расплавов ультра - и нанодисперсными материалами [1-3]. Это направление позволяет качественно изменить технологию модифицирования: сократить требуемое количество модификатора, повысить эффективность и полноту протекания процессов в объеме расплава.

Ультра- и нанодисперсные модификаторы (карбонитрид титана TiCN и карбид кремния SiC (ТУ У 24.6-02070766-991-2012) для обработки чугунных расплавов получали на высокочастотных установках методом плазмохимического синтеза. Вве-

денные в расплав ультра – и наночастицы выполняют роль дополнительных активных центров кристаллизации и поэтому значительно измельчают микро- и макро-структуру чугуна.

Для отливки изложниц разработана технология обработки чугуновых расплавов брикетированными модификаторами на основе TiCN и SiC [1-2], включающая оптимизацию состава модификатора, определение оптимального способа ввода брикетов в ковш, установление термовременных параметров плавки и заливки расплава в форму. Смешивание порошков и чугунной стружки производили в атриторе (смесителе), прессование – на гидравлическом прессе в пресс-форме. Состав брикетированного модификатора [1] был следующий, %

- нанодисперсный порошок TiCN (< 0,1 мкм) – 25-35;
- ультрадисперсный порошок SiC (< 1,0 мкм) – 15-25;
- чугунная стружка (< 0,3 мм) – остальное.

Для отливки двухслойных прокатных валков разработана технология [1-2] обработки расплава брикетированным модификатором на основе нанодисперсного TiCN и селена (ГОСТ 10298–2018) следующего состава, %:

- нанодисперсный порошок TiCN (< 0,1 мкм) – 25-23;
- порошок селена (< 0,1 мм) – 30-40;
- чугунная стружка (< 0,3 мм) – остальное.

Расход модификатора составляет 0,5...1,0 кг на тонну чугуна.

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

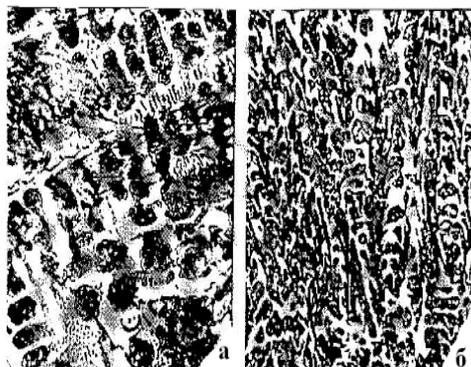


Рисунок - Микроструктура чугуна рабочего слоя валков, x100:

а) немодифицированного; б) модифицированного.

Разработанные технологии отливки деталей металлургического оборудования опробованы и прошли на предприятиях опытно-промышленную проверку.

## Список литературы

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

2. Калинин В.Т. Повышение качества отливок путем легирования и наномодифицирования / В.Т. Калинин, В.А Кривошеев, Д.И. Навроцкий // ж. «Теория и практика металлургии», - 2017.- № 1-2.- С.94-97.

3. Kalinina, N.E. / Influence of nanomodification on structure formation of multi-component alloys). N.E. Kalinina, D.B. Glushkova, V.T. Kalinin // Journal « Functional materials».- 2019. -Vol. 26. -N 3.- p.514-518.

УДК 621.74; 669.53.01.99; 621.88

**М.Л. Калиниченко**

Белорусский национальный технический университет, Минск

## **АСПЕКТЫ ПОЛУЧЕНИЯ КЛЕЕВЫХ КОМПОЗИЦИОННЫХ СОЕДИНЕНИЙ ДЛЯ СОЗДАНИЯ МОДЕЛЬНЫХ КОМПЛЕКТОВ В МЕЛКОСЕРИЙНОМ ЛИТЕЙНОМ ПРОИЗВОДСТВЕ**

В настоящее время, для создания мелкосерийных модельных комплектов для мелкого и среднесерийного производства деталей, применяются различные типы разнородных материалов на основе древесины, МДФ, пластических масс, металлов и т.д., которые после обработки монтируются на модельной плите различными способами (штифтование, склейка и т.д.). Материалы, используемые для модельных комплектов, имеют различную плотность, твердость, влагонасыщаемость и склеиваемость и, как следствие, различные характеристики готового изделия, по таким показателям как прочность на сжатие, изгиб и т.д., что определяет общие свойства ком-