

свойств на стадии получения изделий, а также увеличение прочностных и пластических характеристик готовых изделий

Для повышения качества литого металла в последние годы большой интерес вызывает применение специально подготовленных нанопорошковых инокуляторов (НПИ) – нанопорошков размерами частиц  $< 100$  нм из тугоплавких соединений (нитридов, карбидов, боридов и др.). Введенные в расплав они гомогенно распределяются по объему металла и служат гетерогенными затравками для образования кристаллической фазы.

Отличительной особенностью этих методов модифицирования являются высокие стабильность и уровень механических свойств и небольшие затраты энергетических и материальных ресурсов.

Экспериментально было изучено, эффективность применения инокуляторов из плакированных металлом нанопорошков TiN и AlN для измельчения структуры и повышения механических характеристик литейного сплава АК 7ч, применяемого для изготовления (ПОИ). В процессе работы были сделаны следующие выводы:

- инокуляторы из плакированных нанопорошков TiN и AlN существенно влияют на структуру и свойства Al сплава;
- модифицирование сплава АК 7ч нанопорошками TiN и AlN приводит к значительному присутствию глобулярной структуры, уменьшению среднего диаметра зерна, а также к увеличению микротвердости и измельчению кремниевых частиц и интерметаллидов.

УДК. 621.74.046:620.178.16

**В. П. Лихошва, Е. Г. Афтандиянц, О. А. Пеликан, Л.М. Клименко**

Физико-технологический институт металлов и сплавов НАН Украины, г. Киев

## **МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССА ФОРМИРОВАНИЯ СТРУКТУРЫ БИМЕТАЛЛИЧЕСКИХ ОТЛИВОК**

Эффективный выбор оптимальных режимов легирования, литья и термической обработки биметаллических отливок возможен в результате компьютерного анализа процесса формирования структуры материала основы, рабочего слоя и переходной зоны при охлаждении после заливки и в процессе термиче-

ской обработки.

Целью настоящей работы являлось установление основных факторов, определяющих процесс формирования структуры биметаллических отливок, и количественных закономерностей их влияния.

Исследования проводили по последовательной схеме изготовления биметаллических отливок, которая включает заливку основы, засыпку флюса на поверхность затвердевшей основы, заливку рабочего слоя, затвердевание и охлаждение отливки после затвердевания. Такая последовательность технологических операций характерна для процесса изготовления большой группы биметаллических отливок рабочих органов дробильно-размольного оборудования, в частности, молотков, бил, отбойных плит и др.

Результаты выполненных исследований показали, что в литом состоянии стальная основа биметаллических отливок состоит из феррита и перлита, а рабочий слой – из карбидов, аустенита и перлита. Граница основы и рабочего слоя диффузионная, без подплавления и со стороны чугуна состоит из перлита, а со стороны стали представляет собой феррит. После термической обработки изменяется дисперсность и соотношение структурных составляющих, а в рабочем слое вместо перлита формируется мартенсит.

Количественные закономерности влияния исходных факторов на функции отклика определяли методами парного и множественного корреляционного анализа, при 95% вероятности.

Установлено, что в литом состоянии содержание структурных составляющих и дисперсность феррито-перлитной структуры металла-основы с коэффициентом корреляции от 0,825 до 0,867 определяется углеродным эквивалентом стали и скоростями охлаждения в жидком состоянии, интервале затвердевания в температурной области от 600 до 800 °С, предшествующей диффузионному распаду аустенита; размер ферритного и перлитного слоя в переходной зоне с коэффициентом корреляции от 0,741 до 0,935 – вышеперечисленными параметрами, а также углеродным эквивалентом чугуна; количество карбидов с коэффициентом корреляции 0,984 – углеродным эквивалентом чугуна; размер карбидов с коэффициентом корреляции 0,999 – углеродным эквивалентом чугуна, а также скоростью охлаждения рабочего слоя в жидком состоянии и в интервале затвердевания; количество и размер зерен перлита в рабочем слое, а также расстояние между пластинами цементита в перлите с коэффициентом корреляции от 0,977 до 0,978 – скоростью охлаждения рабочего слоя в интер-

вале температур от 600 до 800 °С, углеродным эквивалентом чугуна и температурным интервалом диффузионного распада аустенита рабочего слоя; объемная доля остаточного аустенита в рабочем слое с коэффициентом корреляции 0,823 – углеродным эквивалентом чугуна и скоростью охлаждения рабочего слоя в жидком состоянии и в интервале затвердевания.

После термической обработки структура биметаллических отливок определяется соотношением соответствующих структурных характеристик в литом состоянии и углеродных эквивалентов.

Установленные закономерности позволяют прогнозировать структуру биметаллических отливок в литом и термообработанном состоянии и являются основой для моделирования свойств и ресурса работы дробильно-размольного оборудования.

УДК 669.131.7

**П. Е. Лущик, И. В. Рафальский**

Белорусский национальный технический университет, Минск, Беларусь

**ВЛИЯНИЕ МОДИФИЦИРУЮЩЕЙ ОБРАБОТКИ РАСПЛАВА НА  
ТЕПЛОФИЗИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ И ФОРМИРОВАНИЕ ЗОНЫ  
УСАДОЧНЫХ ДЕФЕКТОВ В СИЛУМИНАХ**

При проведении имитационного моделирования и анализа литейных процессов технологу приходится сталкиваться с проблемой недостатка и низкого качества информации, необходимой для формирования исходных данных, в первую очередь, в части теплофизических характеристик литейных сплавов [1]. По причине использования многокомпонентных составов сплавов, наследственности шихтовых компонентов, использования модифицирующих добавок и рафинирующей обработки, характер затвердевания, а соответственно и образования усадочных дефектов, сплава непостоянен. Поэтому, используя САПР литейных процессов, необходимо проводить предварительную корректировку используемых в расчетах входных данных применительно к реальным условиям производства и, прежде всего, теплофизических характеристик материалов системы «расплав-форма».