

емлемого способа ввода таких частиц. И применили УДМ на основе TiC для получения необходимой структуры мелющих шаров, при этом УДМ был получен плазмохимическим способом с последующим плакированием частиц.

Для обеспечения защиты УДМ от выгорания рекомендуют применять таблетирование, метод погружных блоков, метод порошковой проволоки и т.п.

УДК 621.745.551

### **Анализ современных теорий образования шаровидного графита в высокопрочных чугунах**

Соискатель Куликов С.А.,  
студенты гр. 10404112 Тонкович А.А., Воронин Р.И.  
Научный руководитель – Рудницкий Ф.И.  
Белорусский национальный технический университет  
г. Минск

Несмотря на определенные достижения, в настоящее время в теории литейных процессов существуют темы, являющиеся дискуссионными до сих пор. Высокопрочный чугун, к сожалению, не является исключением. Этот превосходный конструкционный материал, открытый еще в 40-ых годах 20 века, изучен недостаточно. Инженерам и ученым предстоит дать ответ на ряд вопросов, решение которых станет фундаментальным прорывом в литейном деле:

1. Каково действие модификатора? Почему один элемент работает как сфероидизатор, а другой препятствует образованию шаровидного графита?

2. Почему модифицирующий эффект пропадает со временем?

3. Каков механизм зарождения и роста шаровидного графита?

В докладе производится попытка систематизировать существующие на сегодняшний день теории образования шаровидного графита. Указываются как достоинства теорий, так и их недостатки.

Началом изучения процессов кристаллизации сталей и чугунов является попытка анализа перехода от жидкого состояния к кристаллическому. Все авторы работ [1, 2] сходятся во мнении, что жидкое состояние отличается от кристаллического наличием ближнего порядка и отсутствием дальнего. По сути, процесс плавления и заключается в переходе от дальнего порядка к ближнему, а кристаллизации – наоборот. Образование частичек твердой фазы – зародышей, рассматривается и анализируется с точки зрения принципов и подходов, разработанных еще в кристаллографии Гиббсом. Этот принцип более пригоден для процессов выращивания кристаллов при осаждении из газовой среды и неприемлем для расплавов. Зарождение кристаллической фазы может быть как «свободное» - самопроизвольное в гомогенном растворе, так и «вынужденное» – под действием примесей. Последние могут быть «активированы» различными поверхностно-активными элементами (ПАЭ) и из инертных стать активными центрами зарождения. Как подытожил Баландин [1], современные теории не подразумевают самопроизвольного зарождения фаз и роль переохлаждения (реже) и примесей (гораздо чаще) сводится к ключевой. К сожалению цельной единой теории кристаллизации расплавов, так и не разработано по сей день. Принцип действия отдельных элементов излагается по-разному.

К наиболее распространенным на сегодняшний день, следует отнести теории «пузырьков», неметаллических включений, теорию фуллеренов и фракталов. Повсеместно в литературе встречаются смешанные теории, которые включают в себя несколько других. Так теория фуллеренов настолько тесно связана с кластерными теориями, что зачастую различить их становится достаточно сложно. К недостатку теорий следует отнести неспособность объяснить некоторые экспериментальные факты. Так теория «пузырьков» великолепно сочетается с температурой кипения магния и формой шаровидного графита, однако никак не объ-

ясняет существование вермикулярного графита, эффект перемодифицирования и т.п. Однако рациональное зерно присутствует в каждой теории.

Из вышеизложенного следует, что при исследовании механизма кристаллизации любых сплавов, в том числе серых и высокопрочных чугунов, следует избирательно подходить к анализу литературных сведений, учитывая особенности проведения экспериментов и комплексность влияния различных факторов.

#### Список использованных источников

1. Баландин, Г.Ф. Формирование кристаллического строения отливок / Г.Ф. Баландин. – М. Машиностроение, 1973.
2. Куманин, И.Б. Вопросы теории литейных процессов. учеб. пособие / И.Б. Куманин – М. Машиностроение, 1976.

УДК 621.746

#### Изготовление отливок в металлических формах. Расчет вентиляции формы

Студенты гр. 10404113 Каменец М.В., Михайлов И.  
 Научный руководитель – Матюшинец Т.В.  
 Белорусский национальный технический университет  
 г. Минск

Важнейшим этапом проектирования технологии получения кокильной отливки является выбор и расчет вентиляционных каналов металлической формы, позволяющих снизить содержание газовой фазы в металле.

Исходными данными для моделирования являются теплофизические свойства материала отливки и формы, трехмерная конструкция отливки и литниковой системы, начальные температуры металла и формы.

Данные по температурным и скоростным полям металла и формы, а также положению фронта движущегося расплава, в различные моменты времени заполнения формы, полученные в результате компьютерного моделирования, компонуется в виде таблиц данных и являются исходными данными для расчета сечения вентиляционных каналов.

На втором этапе расчета по таблицам данных полученных на этапе 1, проводится расчет сечения вентиляционных каналов для каждого момента времени процесса заполнения полости формы расплавом.

Решается система уравнений:

$$R_g = [8\mu_T a X_g / (\pi N_g)]^{1/4}, \quad (1)$$

$$a = d\Omega \left( p_1 + \frac{P_{1H}}{R_{омл}} \int_0^{x_2} q_{y\partial} dx \right) / [dt \cdot (p_1 - p_{1H}) \cdot p_1], \quad (2)$$

$$p_1 = \frac{P_{1H} V_{1H} T_1}{T_{1H} V_1} - \pi R_g^2 \cdot t \sqrt{2\rho_{1H} V_{1H} R^2 T_1^2 \left( \frac{P_{1H} V_{1H}}{V_1^4} - \frac{P_{cp}}{V_1^3} \right)}, \quad (3)$$

Расчет вентиляционных каналов металлической формы производится пошагово, в связи с тем, что давление газа в полости формы не является постоянным в течение всего процесса заполнения формы, а меняется в зависимости от конфигурации отливки, температуры металла, скорости изменения свободной поверхности расплава. Расчет осуществляется во временном интервале от момента начала поступления металла в форму до окончания заполнения формы. Параметры для расчета принимаются в каждом случае соответствующие данному моменту времени заполнения формы из таблиц данных.