

среды. Эксперименты на таких установках проводят в затемненном помещении посредством фото- и/или видеосъемки участка модели, освещенного обтюрируемым пучком света (иногда стробоскопированного). В силу объективных и субъективных обстоятельств такой метод не является высокоточным, что предопределяет невысокую степень адекватности построенных на его результатах численных моделей гидродинамики жидкости.

В последние десятилетия интенсивно развивается новое направление исследования локальных характеристик потоков – электродиффузионная диагностика, основанная на зависимости величины тока между помещенными в поток электродами от скорости обтекания рабочего электрода электролитом заданного состава.

В условиях лаборатории физического моделирования кафедры литейного производства ДГТУ для моделирования гидродинамики металла в литейных ковшах создана прозрачная экспериментальная установка в масштабе 0,6 реального ковша. Определяющими критериями при создании модели и исследованиях являлись число Лапласа и модифицированное число Фруда. Моделировали поведение металла в литейных ковшах при их продувке нейтральным газом, для чего в днище модели был предусмотрен продувочный узел, расположение которого можно менять в зависимости от задач эксперимента. Для продувки жидкости применяли сжатый воздух.

Эксперименты осуществляли в два этапа. На первом этапе использовали метод «треков». Жидкий металл и шлак моделировали, соответственно, водой и растительным маслом. В качестве индикаторов движения жидкостных потоков использовали полистироловые шарики диаметром 1-1,5 мм с нулевой плавучестью. Обработка результатов экспериментов позволила получить численные значения скоростей потоков жидкости, направление и расположение вихрей в объеме ковша.

На втором этапе экспериментов использовали метод электродиффузионной диагностики. Электронный блок электрохимического анемометра обеспечивает возможность локальных измерений массообмена, имеет блок питания электрохимической ячейки и два независимых канала усиления, которые обеспечивают режим ступенчатой поляризации электрода, режим анодно-катодной активации. Прибор снабжен блоком регистраторов нагрузки, напряжение с которых может поступать на фильтры верхних или нижних частот. Регистрация выходного сигнала производится электронным амперметром и запоминающим осциллографом типа С8-13. В качестве первичных датчиков использовались платиновые микроэлектроды. Металл моделировали электролитом, содержащим  $K_3Fe(CN)_6$  ( $2,50 \cdot 10^{-2}$  кмоль/м<sup>3</sup>),  $K_4Fe(CN)_6 \cdot 3H_2O$  ( $2,50 \cdot 10^{-2}$  кмоль/м<sup>3</sup>),  $K_2SO_4$  ( $2,30 \cdot 10^{-1}$  кмоль/м<sup>3</sup>), растворенных в дистиллированной воде.

Сравнение результатов первого и второго этапов экспериментов показало

возможность успешного применения указанного комплекса приборов для электродиффузионной диагностики потоков жидкости в объеме литейного ковша. Разница определения значений скоростей в характерных точках объема литейного ковша не превышала 10%.

УДК 621.74

*Ю. И. Гутько, Н. А. Тараненко*

*Восточноукраинский национальный университет имени Владимира Даля,  
Луганск*

### **МАТЕМАТИЧЕСКИЕ МОДЕЛИ ТЕПЛОВЫХ РЕЖИМОВ ПРИ ИЗГОТОВЛЕНИИ МОДЕЛЕЙ ИЗ ПЕНОПОЛИСТИРОЛА**

Процесс литья по газифицируемым моделям хорошо известен своим многосторонним применением и является перспективным для более экономичного производства сложных отливок по сравнению с традиционными процессами литья.

Поскольку данный процесс литья является новым факторы, влияющие на получение качественных моделей из пенополистирола, еще недостаточно изучены. Следовательно, существует потребность в дальнейших исследованиях в данной области.

Необходимым условием для получения качественных моделей из пенополистирола влияют тепловые свойства пенополистирола и характер тепловых процессов при его обработке.

Анализ литературных источников позволил сделать вывод что в работе [1] для установления теплового режима обработки пенополистирола сравнивалось качество пенополистирола, получаемого при различном времени выдержки, проверялось качество заполнения этим материалом пресс-форм и склеивания гранул между собой однако не учитывает трехмерную конфигурацию модели.

В работе [2] авторами изучались изменения теплофизических параметров, действующих в процессе вспенивания гранул, спекания и охлаждения моделей, определили таким образом оптимальный интервал, в котором могут изменяться эти параметры

Математические зависимости [2] выбора оптимального времени предварительного вспенивания выведены на основе экспериментов и только для одномерных моделей (учитывающих только толщину стенки), что не позволяет определить точно время спекания трехмерных сложных отливок.

Для получения рациональных тепловых режимов при изготовлении моделей из пенополистирола необходимо разработать математические модели тепловых режимов, которые учитывают время нагрева, охлаждения моделей, время спекания, толщину стенки, температуру вспенивания пенополистирола и другие теплофизические параметры.

#### Список литературы

1. Павлов В.А. Изготовление моделей из пенополистирола. Москва, 1969г.
2. О.И. Шинский, Х. Киореан, И.О. Шинский. Исследование термовременных параметров получения изделий из пенополистирола для литья по газифицируемым моделям // Процессы литья. – 1996. – № 2. – С. 82-90.

УДК 669.132.3:330.341.1

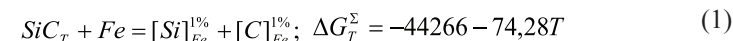
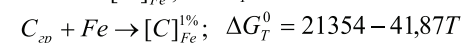
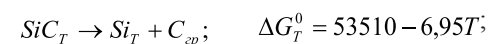
**И. В. Деревянко**

*Национальная металлургическая академия Украины  
(НМетАУ), Днепропетровск*

### **ИННОВАЦИОННАЯ ТЕХНОЛОГИЯ ВЫПЛАВКИ СИНТЕТИЧЕСКОГО ЧУГУНА С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ КАРБИДА КРЕМНИЯ**

Одной из актуальных задач в области электрометаллургии и машиностроения является ресурсо- и энергосбережение при выплавке сталей и чугунов, а так же повышение качества готовой продукции. Основным направлением повышения качества чугунного литья является получение отливок из синтетического чугуна с заданными механическими свойствами. Синтетический чугун, как правило, выплавляют в индукционных печах и вагранках, используя в качестве металлошихты 50-70% литейного чугуна и 30-50% амортизационного стального лома, а для науглероживания расплава применяют литейный или доменный кокс. Для получения чугуна, стандартного по содержанию кремния, его легируют ферросилицием (ГОСТ 1415-93) марок ФС20... ФС75. Существенный экономический эффект при выплавке чугуна для отливок может быть достигнут за счет вовлечения в производство вторичных мелких материалов, содержащих SiC, образующихся в результате производства углеграфитовой продукции и абразивного карбида кремния.

В контакте с железным расплавом SiC, активно реагирует с переходом кремния и углерода в металл, что следует из зависимости  $\Delta G(T)$  для приведенных ниже частных реакций (Дж/моль):



Нами проведены исследования термокинетического взаимодействия SiC с жидким чугуном. Чугуны с различным содержанием углерода и кремния выплавляли в печи ИЧТ-0,06. В качестве металлошихты использовали передельный чугун марки ПЛ-2 (ГОСТ 805-80) и стальной лом марки 1А (ГОСТ 2787-88) в соотношении 3:2. Используемый в эксперименте порошок карбида кремния имел следующий химический состав (% мас.): SiC - 88; C<sub>своб</sub> - 1,5; SiO<sub>2</sub> - 2,0; Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> - 3,0. Средний размер зерна карбида кремния составил 0,63 мм, при коэффициенте однородности K<sub>од</sub> = 22% (гранулометрический состав определен методом ситового анализа). После расплавления металлошихты и нагрева расплава до 1673 К в тигель с жидким металлом через каждые 10 мин порционно вводили порошок карбида кремния в количествах 1,3; 1,5 и 2,0% от массы расплава. По ходу плавки отбирали пробы на химический и металлографический анализ.

Микроструктуру шлифа исследовали до и после травления 2%-ным спиртовым раствором H<sub>2</sub>NO<sub>3</sub> на микроскопе МИМ-8М при увеличении x100.

Установлено, что структура исходного металла, отобранного из расплава содержащего С - 2,6%, Si - 0,31% представлена белым чугуном с отдельными, редко расположенными включениями точечного графита (0,3-1,0%). Травлением выявлена перлитно-цементитная структура, грубая, с крупными участками перлита. С увеличением содержания углерода и кремния (С - 2,86%, Si - 0,97%), после присадки порции карбида кремния (1,3% от массы металла) структура белого чугуна сохраняется, наблюдаются включения точечного графита до 0,1%. Структура после травления мелкозернистая перлитно-цементитная. При дальнейшем вводе в расплав карбида кремния (1,5% от массы металла) структура металла трансформируется. Так при концентрации в расплаве 3,32% С и 1,94% Si получаем серый чугун с пластинчатым тонко разветвленным графитом.

Характер распределения графита соответствует Гф5. Преимущественная длина Гд5 - Гд6, в отдельных участках шлифа Гд2, количество графитных включений 9-11%. Структура матрицы - перлитная. После присадки SiC в количестве 2% от массы расплава металл, содержащий 3,56% С и 2,55% Si; представлен серым чугуном с пластинчатым графитом 15-18%, длина Гд4, а металлическая матрица - перлитом.