

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ УКРАЇНИ „КПІ”

ІНЖЕНЕРНО-ФІЗИЧНИЙ ФАКУЛЬТЕТ



**НОВІ МАТЕРІАЛИ І ТЕХНОЛОГІЇ
В МАШИНОБУДУВАННІ**

МАТЕРІАЛИ

VIII Міжнародної науково-технічної конференції

Україна, Київ

2016

Мамишев В.А., Шинский О.И., Соколовская Л.А.

(ФТИМС НАН України, г. Київ)

О ТЕПЛОФИЗИЧЕСКИХ ПРОЦЕССАХ ЗАТВЕРДЕВАНИЯ И ПЛАВЛЕНИЯ В ЛИТЕЙНЫХ ТЕХНОЛОГИЯХ

Основными процессами, которые существенно влияют на качество литых заготовок и производительность технологий литья являются теплофизические процессы затвердевания и последующего охлаждения отливок и слитков.

Чтобы управлять теплофизическими процессами литья, целесообразно выявить особенности теплоотдачи от затвердевающих отливок и слитков через стенки постоянных металлических форм в окружающую среду при кокильном литье, литье под давлением, центробежном литье, непрерывном литье и при отливке слитков в изложницы [1]. Необходимо также выявить особенности теплоотдачи от затвердевающих отливок во внешнюю среду через стенки неметаллических форм в условиях литья в полупостоянные графитовые формы и в одноразовые формы при оболочковом литье, литье по выплавляемым моделям, литье по газифицируемым моделям и литье в песчаные формы [1, 2].

Системный анализ температурного состояния затвердевающих отливок и слитков позволяет оценить [3, 4] степень изменения во времени температуры в системах отливка-форма и слиток-изложница. С этой целью сопоставляются температурные поля в отливке и форме или в слитке и изложнице.

К особенностям затвердевания отливок и слитков в условиях внешнего теплообмена относятся: неравномерный характер распределения температуры по толщине отливок или радиусу машиностроительных (кузнечных) слитков, кинетика затвердевания отливок и слитков разной геометрии и массы, ширина двухфазной зоны кристаллизации стали. В условиях суспензионного литья выявлены [4, 5] теплофизические особенности затвердевания отливок и слитков и плавления микрохолодильников в окружающем их расплаве.

Так как процессы нагрева и плавления твердых добавок в жидком металле протекают в условиях внутреннего теплообмена [5], то целесообразно определить время плавления металлических гранул в окружающем расплаве с учетом намерзания на их поверхности твердой корочки и ее расплавления.

Исследуя влияние микрохолодильников на температуру расплава, можно определить [5, 6] длительность снятия начального перегрева жидкого металла с введенными в него металлическими гранулами и среднекалориметрическую температуру расплава с частицами-микрохолодильниками.

Для ускорения процесса затвердевания крупных отливок целесообразно интенсифицировать теплоотвод от поверхности отливки в низкотемпературные песчаные формы за счёт предварительного охлаждения сухих песчаных форм до отрицательных температур (ниже 0 °С) или за счёт предварительного замораживания рабочих слоёв сырых песчаных форм. Интенсификация процессов внутреннего и внешнего теплообмена при затвердевании стальных слитков [5] позволяет ускорить теплоотвод от расплава к микрохолодильникам в жидкой сердцевине слитка и от поверхности охлаждения затвердевающего стального слитка к стенкам чугунной изложницы.

Учитывая повышенные расходы на термометрирование крупных отливок и слитков в условиях высоких температур, следует применять [5] методы математического моделирования тепловых процессов в отливках и слитках для выбора рациональных режимов их затвердевания. С этой целью получена [6] математическая постановка теплофизических задач затвердевания отливок и слитков разной геометрии и плавления твёрдых добавок. Чтобы проверить адекватность математической модели затвердевания отливок и слитков, можно учесть известные из литературы экспериментальные данные и результаты расчётов температурных полей в системах отливка-форма и слиток-изложница.

Литература:

1. Специальные способы литья: Справочник / Под. общей ред. В.А. Ефимова. – М.: Машиностроение, 1991. – 736 с.
2. Дорошенко С.П., Дробязко В.А., Ващенко К.И. Получение отливок без пригара в песчаных формах. – М.: Машиностроение, 1978. – 208 с.
3. Мамишев В.А. О повышении эффективности теплообмена в системе литая заготовка-форма-окружающая среда // Металл и литьё Украины, 2012. – № 11. – С. 31...35.
4. Мамишев В.А. Системное исследование реотермических процессов течения и теплообмена при кристаллизации сплавов // Процессы литья, 2015. – № 1. – С. 39...46.
5. Соколовская Л.А., Мамишев В.А. О математическом моделировании задач с фазовыми переходами в металлургии и литейном производстве // Процессы литья, 2009. – №2. – С. 24...29.
6. Соколовская Л.А., Мамишев В.А. Теплофизическое обоснование программ расчёта температурных полей при затвердевании слитков и крупных отливок с вводом в расплав литой дроби // Процессы литья, 2015. – № 5. – С. 61...69.

Меняйло Е.В.

(НМетАУ, г. Днепрпетровск)

**ИНЖЕНЕРНАЯ МЕТОДИКА РАСЧЕТА ПРОДОЛЖИТЕЛЬНОСТИ
ЗАТВЕРДЕВАНИЯ ДВУХФАЗНОЙ ЗОНЫ В ОТЛИВКАХ ИЗ Fe–C СПЛАВОВ**

Согласно существующим положениям в теории литейных процессов, формирование усадочных раковин и пористости, а также ликвация (сегрегация) химических элементов происходят при кристаллизации сплавов в интервале температур ликвидус-солидус. С увеличением интервала температур кристаллизации $t_L \dots t_S$ увеличивается ликвация химических элементов и усадочная пористость в отливке. Значения температур кристаллизации можно рассчитать по диаграмме Fe–C, однако ранее не было установлено продолжительность нахождения сплава в жидко-твердой и твердо-жидкой зонах отливки, в которых происходит формирование этих дефектов.

Для расчета процесса затвердевания отливок применили инженерную методику Б.Б. Гуляева, основанную на использовании критерия Фурье, в котором at/R^2 заменено симплексом τ/R^2 . Б.Б. Гуляев, а затем и Н.И. Хворинов, показали, что величина температуропроводности (a) для одинаковых литейных материалов может быть введена в масштабе соответствующих диаграмм, в которых на оси ординат отложен относительный размер x/R .

При использовании безразмерных координат можно сравнивать результаты опытов, проведенных на отливках различных размеров при условии постоянства материалов отливки, формы и геометрического подобия отливок. Поэтому в соответствии с экспериментальными термографическими исследованиями, нами выведены формулы для определения продолжительность нахождения сплава в двухфазном состоянии по значениям времени проникновения границ затвердевания ликвидус (τ_L), солидус (τ_S) и выливания (τ_B) до оси цилиндрической отливки, охлаждающейся в металлической форме. Например, для Fe–C сплава с содержанием 3,28% углерода время проникновения границ ликвидус $\tau_{L(3,28C)}$, выливания $\tau_{B(3,28C)}$ и солидус $\tau_{S(3,28C)}$ до оси отливки составляет соответственно:

$$\begin{aligned}\tau_{L(3,28C)} &= 3,17 \cdot 10^{-2} \cdot R^2, \\ \tau_{B(3,28C)} &= 7,64 \cdot 10^{-2} \cdot R^2, \\ \tau_{S(3,28C)} &= 17,35 \cdot 10^{-2} \cdot R^2,\end{aligned}$$

где R – радиус отливки, см;

τ – время, мин.