

и уравнение (5) -

$$q_{\text{пер}} + L\rho_1 \frac{d\xi}{dt} = - \frac{\lambda_1(u)}{a} \frac{\partial u}{\partial x} = - \frac{\lambda_1(u)}{a} \frac{\partial u}{\partial y}. \quad (8)$$

Уравнения для расчета температурных полей являются нелинейными и должны решаться итерационными методами. Но если вычислить теплофизические коэффициенты λ, ρ, c на предыдущем временном шаге, то получим линейный аналог, дающий при достаточно малых временных шагах удовлетворительное решение. Тогда уравнение (6) запишется в виде

$$\begin{aligned} a_{i,k}^{(2)} \rho_{i,k}^{(2)} c_{i,k}^{(2)} \frac{u_{i,k}^{1+1} - u_{i,k}^1}{\tau} = \frac{1}{h_1} \left[\lambda_{i+1/2,k}^{(2)} \frac{u_{i+1,k}^{1+1} - u_{i,k}^{1+1}}{h_1} - \right. \\ \left. - \lambda_{i-1/2,k}^{(2)} \frac{u_{i,k}^{1+1} - u_{i-1,k}^{1+1}}{h_1} \right] + \frac{1}{h_2} \left[\lambda_{i,k+1/2}^{(2)} \times \right. \\ \left. \times \frac{u_{i,k+1}^{1+1} - u_{i,k}^{1+1}}{h_2} - \lambda_{i,k-1/2}^{(2)} \frac{u_{i,k}^{1+1} - u_{i,k-1}^{1+1}}{h_2} \right]. \quad (9) \end{aligned}$$

Для расчета использовался шеститочечный шаблон [1]. В результате расчета была построена математическая модель, составлена программа, которая была протранслирована на БЭСМ-6. Результаты расчета позволяют определить количественное влияние различных технологических параметров на тепловой режим формы и кокиля и построить номограмму.

Л и т е р а т у р а

1. Есьман Р.И., Жмакин Н.П., Шуб Л.И. Расчеты процессов литья. - Минск: Вышэйшая школа, 1977. - 265 с.

УДК 621.742.4

Д.М.Кукуй, канд. техн. наук,
И.Н.Ушакова, инженер (БПИ)

ПОВЕДЕНИЕ СМЕСЕЙ С ОРГАНОМИНЕРАЛЬНЫМИ СВЯЗУЮЩИМИ ПРИ ВЫСОКОЙ ТЕМПЕРАТУРЕ

Для улучшения выбиваемости жидкостекольных смесей разработаны органоминеральные связующие материалы (ОМС), получаемые при введении полиакриламида (ПАА) в процессе растворения силикат-глыбы.

ОМС оказывают существенное влияние на поведение смесей при высоких температурах. На рис. 1 представлена зависимость работы выбивки смесей, отверждаемых углекислым газом (кривые 1, 3) и феррохромовым шлаком (ФХШ) (кривые 2, 4), содержащих 5% органоминерального связующего материала, от температуры прокали образцов. Кривые 3 и 4 характеризуют изменение работы выбивки смесей на основе ОМС с 0,1% ПАА, а кривые 1, 2 – с жидким стеклом (ЖС). Исследования показали, что смеси с разработанным ОМС, так же как и жидкостекольные, имеют два характерных экстремума работы выбивки. Однако по абсолютной величине они значительно меньше, чем у исходной смеси, и несколько сдвинуты в область более высоких температур (кривые 3, 4).

Зависимость работы выбивки от температуры прокали показывает, что пластичные жидкостекольные смеси и смеси по CO_2 -процессу, разработанные на основе ОМС, характеризуются значительно меньшей работой выбивки по сравнению с жидкостекольными смесями. При температуре до 200°C выбиваемость улучшается за счет частичного удаления кристаллизационной влаги связующего. Резко возрастают термические напряжения, в результате чего возможен частичный отрыв пленки связующего от наполнителя. С введением полиакриламида к описанным в данной статье явлениям добавляется и процесс выгорания связующего, возрастает газотворность смеси, что способствует разупрочнению пленки связующего материала и уменьшению работы выбивки.

В области $350-600^\circ\text{C}$ начинается полная дегидратация продуктов твердения, которая связана с эффектом деструкции, расширения и вспучивания, в результате чего образуется хрупкая структура связующего.

Дальнейший нагрев смеси создает условия для оплавления деструктированного связующего. С увеличением прогрева смесей растет их спекаемость и работа выбивки увеличивается.

При введении ПАА в ОМС работа выбивки при температуре свыше 900°C значительно меньше, чем у контрольных жидкостекольных смесей. Это объясняется тем, что ОМС при выгорании образует углерод, частицы которого, осаждаясь в трещинах жидкостекольной композиции, препятствуют ее спеканию. Это подтверждается данными термограммы системы ФХШ-ЖС (рис. 2, кривая 1) и ФХШ с 0,1% полиакриламида (рис. 2, кривая 2).

На всех кривых обнаруживается четкий экзотермический эффект при 730°C , характерный для кальцийнатриевых гидросили-

катов. При взаимодействии ФХШ с ОМС обнаруживается экзотермический эффект при 680°C , который характеризует образование новых соединений, улучшающих выбиваемость. Экзотермические эффекты при 730°C и 320°C у системы ФХШ-ОМС несколько сильнее, чем у ФХШ-ЖС, что говорит о большем количестве гидросиликатов Са и Na, а также о наличии новообразований.

На улучшение выбиваемости смесей с ОМС оказывает большое влияние структура связующих. Равномерное распределение новообразований в структуре ОМС приводит к равномерному объемному распределению выгорающих элементов в смеси, что уменьшает работу выбивки.

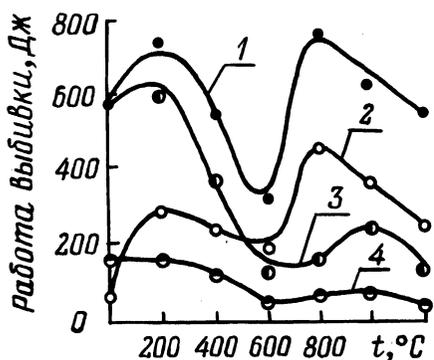


Рис. 1. Зависимость работы выбивки от температуры прокаливания.

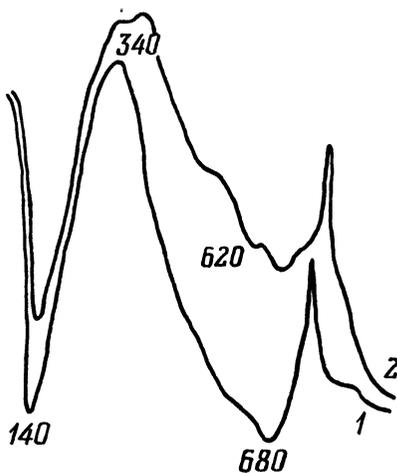


Рис. 2. Термограммы системы ФХШ-ЖС.

В области температур $350-600^{\circ}\text{C}$ происходит деструкция входящих в состав ОМС полиакриламида и эфиров поликремниевой кислоты, которая сопровождается интенсивным выделением газообразных продуктов, разрыхляющих и разупрочняющих силикатную основу связующего материала. При более высоких температурах ($800-900^{\circ}\text{C}$) в результате разложения ОМС образуются прочные углеродистые соединения, которые вследствие весьма низкой смачиваемости расплавом силиката натрия в значительной мере препятствуют восстановлению целостности жидкостекольной пленки, ранее разрушенной выделившимися газами, что способствует резкому снижению работы выбивки.

Положительное влияние на выбиваемость оказывает повышение модуля связующих материалов, с повышением которого в

ОМС увеличивается количество SiO_2 и уменьшается количество Na_2O , так как окислы натрия, вступая во взаимодействие с ПАА, образуют эфиры.

УДК 669.14.018.292

С.Н. Лекаш, канд. техн. наук,
В.А. Розум, инженер,
Г.Ф. Андреев, инженер (БПИ)

ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССА ВНУТРИФОРМЕННОГО МОДИФИЦИРОВАНИЯ КОМПАКТНЫМИ ВСТАВКАМИ

Повышение механических свойств серых чугунов, достигаемое за счет снижения углеродного эквивалента либо путем легирования, сопровождается увеличением вероятности метастабильного превращения в тонких сечениях отливок, затвердевающих с большой скоростью. Известные способы борьбы с отбелом путем ковшевого модифицирования расплава отличаются термовременной нестабильностью и недостаточной эффективностью.

В работе [1] показано, что применение внутриформенного модифицирования серого чугуна марок СЧ 18-36 и СЧ 21-40 порошкообразным силикобарием позволило исключить случаи появления кромочного отбела на Павлодарском тракторном заводе. Вместе с тем при более глубоком исследовании кинетики процесса внутриформенного модифицирования различными порошковыми лигатурами [2] установлена неравномерность степени модифицируемости расплава при заливке форм. Это связано с более активным выносом частиц модификатора первыми порциями жидкого металла. Указанная неравномерность процесса может привести к появлению отбела в некоторых отливках, расположенных в многоместных формах. Опытно-промышленные плавки, проведенные на Минском тракторном заводе, подтвердили изложенное. При низком углеродном эквиваленте методом внутриформенного модифицирования порошковыми лигатурами полностью не исключается кромочный отбел в отливках.

С целью стабилизации процесса исследовалась технология внутриформенного модифицирования легкоплавкими монолитными вставками на алюминиевой основе с добавками кремния, магния и РЗМ цериевой группы. Процентный состав лигатуры выбирался в соответствии с оптимальной температурой плавления и эффективностью влияния на кристаллизацию чугуна при минимальной величине добавки в расплав.