

Е.В.Кравченко, канд. техн. наук,  
А.С.Калиниченко, канд. техн. наук,  
В.И.Волков, инженер (БПИ)

## ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССА ПОЛУЧЕНИЯ ОТЛИВОК В КОМБИНИРОВАННЫХ МЕТАЛЛИЧЕСКИХ ФОРМАХ

В условиях массового производства отливок из черных и цветных металлов и сплавов различных типоразмеров начинают находить применение комбинированные металлические формы, состоящие из основного кокиля и сменных вкладышей, соприкасающихся с одной стороны с внутренней поверхностью основного кокиля, с другой – с затвердевающим металлом отливки. Основной кокиль при этом может быть охлаждаемым и неохлаждаемым. Наличие вкладышей в комбинированном кокиле делает безопасным применение водяного охлаждения. Такие кокили с быстросменными вкладышами имеют ряд преимуществ по сравнению с однослойными.

Применение комбинированных форм, которые можно отнести к многослойным, позволяет существенно повысить стойкость основного кокиля, так как вкладыши берут на себя основную термическую и иную нагрузку, предохраняя тем самым форму от разрушений. Для изготовления вкладышей может быть использована легированная сталь, а также чугун, который в обычных кокилях, охлаждаемых водой, отличается невысокой стойкостью. Благоприятно сказывается на формировании отливки наличие дополнительного термического сопротивления, которым обладает зазор между основным кокилем и вкладышами. Благодаря этому обеспечивается более высокая начальная температура вкладыша что особенно важно при литье тонкостенных изделий.

С целью получения качественных чугунных отливок без отбела наряду со сменными вкладышами рекомендуется использовать способ раннего раскрытия форм.

В качестве примера на рис. 1 приведены экспериментальные температурные кривые неохлаждаемого кокиля. Толщина стенки кокиля составляла 20 мм, вкладышей 10 мм, толщина отливки – 20 мм. Начальная температура кокиля составляла 240<sup>0</sup>С, температура заливаемого металла – 1300–1320<sup>0</sup>С. Полуформы основного кокиля стальные, вкладыши изготовлены из серого чугуна. Температурные поля в кокиле снимались с помощью потенциометра КСП-2-005 и хромель-алюмелевых термопар, за-

чеканенных по сечению кокиля. Кривая 1 соответствует температуре на расстоянии 1,8 мм от рабочей поверхности; 2 – температуре на расстоянии 3,5 мм от рабочей поверхности; 3 – температуре на расстоянии 1 мм от поверхности контакта “вкладыш – кокиль”.

Из графика видно, что кривая температуры сначала резко поднимается, а затем имеет пологий участок, что свидетельствует об образовании естественного газового зазора. Интенсивность теплообмена между отливкой и кокилем в этот момент снижается. Характер наклона кривой на пологом участке определяется степенью интенсивности теплообмена на границе отливка – кокиль и зависит от величины газового зазора. После образования естественного зазора полуформы кокиля раздвигались.

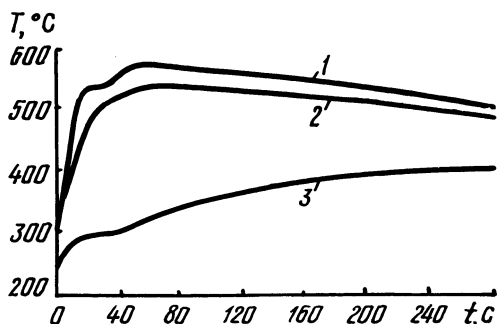


Рис. 1. Температурное поле комбинированной формы.

Температура кокиля в месте контакта с вкладышами (кривая 3) вначале поднимается более резко, а затем незначительно изменяется в течение 30 с, после чего вновь наблюдается разогрев. Такой характер изменения температуры объясняется образованием зазора между вкладышем и полуформой кокиля вследствие их деформаций.

Наличие зазора между вкладышем и полуформой способствует уменьшению перепадов температур в стенке кокиля и повышению тем самым его стойкости. Для повышения эксплуатационных свойств чугуновых вкладышей применялось алитирование их рабочей поверхности. Результаты испытаний показывают, что жаростойкость вкладышей с алитированной рабочей поверхностью при температурах 800–900°C повышается в 1,7–2,5 раза.

Проведенные исследования подтверждают целесообразность применения для отливок однотипных деталей комбинированного кокиля со сменными вкладышами. В результате экспериментов на литейном участке Шебекинского химзавода получены отливки

различных типоразмеров из серого чугуна с мелкозернистой структурой без отбела поверхностных слоев взамен ранее применяемой технологии получения этих отливок в землю.

УДК 621.746.6

В.А.Антонов, инженер,  
 Э.А.Гурвич, канд. техн. наук,  
 Р.И.Есьман, канд. техн. наук,  
 Н.П.Жмакин, канд. техн. наук,  
 Н.П.Кеда, канд. физ.-мат. наук (БПИ)

### РЕШЕНИЕ ЗАДАЧИ ЗАТВЕРДЕВАНИЯ ОТЛИВКИ В ПРЕСС-ФОРМЕ ПРИ НЕСИММЕТРИЧНЫХ УСЛОВИЯХ ТЕПЛООБМЕНА

В работе предлагается численное решение несимметричной задачи затвердевания и охлаждения отливки в пресс-форме.

Введем декартову систему координат с центром на оси отливки. Направим перпендикулярно к ней ось  $Ox$ , на которой отрезок  $[a_1, -a_0]$  соответствует подвижной полуформе,  $[a_0, b]$  - неподвижной полуформе,  $[-a_0, a_0]$  - отливке (рис. 1).

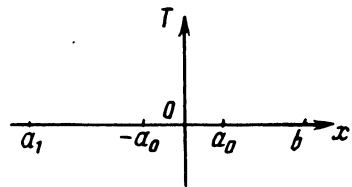


Рис. 1. Расчетная схема.

Температурное поле отливки и формы описывается дифференциальным уравнением теплопроводности с соответствующими краевыми условиями. В безразмерных переменных исходные уравнения, граничные и начальные условия запишутся в виде:

$$\left\{ \begin{array}{l} d^2 c_1(u) \rho_1(u) \frac{\partial u}{\partial t} = \frac{\partial}{\partial y} \left[ \lambda_1(u) \frac{\partial u}{\partial y} \right]; -\frac{a_0}{d} \leq y \leq \frac{a_0}{d}; \\ d^2 c_2(u) \rho_2(u) \frac{\partial u}{\partial t} = \frac{\partial}{\partial y} \left[ \lambda_2(u) \frac{\partial u}{\partial y} \right]; \frac{a_1}{d} \leq y \leq -\frac{a_0}{d}; \\ \frac{a_0}{d} \leq y \leq \frac{b}{d}; \end{array} \right. \quad (1)$$