

УДК 621.74

А.А.Василенко, инженер,
Е.В.Кравченко, канд. техн. наук,
А.А.Никифоров, инженер (БПИ)

ИССЛЕДОВАНИЕ ТЕПЛООВОГО РЕЖИМА НЕОХЛАЖДАЕМОГО МАССИВНОГО КОКИЛЯ

До настоящего времени массовое производство отливок из чугуна затруднено по ряду причин, главной из которых является точное воспроизведение оптимального теплового режима металлической литейной формы (кокиля).

Массивный кокиль нагревается по сечению формы неравномерно. Прогрев его допустимо рассматривать независимо от охлаждения отливки, пользуясь понятием средней калориметрической температуры [1].

Анализируя процесс прогрева кокиля, можно выделить два характерных этапа. В течение первого этапа происходит повышение температуры поверхностных слоев кокиля (толщина прогретого слоя X_2 возрастает). Второй этап наступает при полном прогреве кокиля. При этом температура кокиля изменяется по всему его объему одновременно.

Температурное поле формы в первом этапе определяется с помощью выражения [1]:

$$\frac{T_{к0} - T'_2}{T_{к0} - T_{2нач}} = 1 - \frac{1}{1 + \frac{n_2 X_2}{X Bi_2}} \left(1 - \frac{x}{X}\right)^{n_2}; \quad (1)$$

$$Bi_2 = \frac{\alpha_2 X_2}{2}$$

где T'_2 - искомая температура формы в сечении x , К; n_2 - показатель параболы для формы; α_2 - условный коэффициент теплоотдачи на внутренней поверхности кокиля, Вт/(м²·К).

Температурное поле кокиля во втором этапе находится по формуле

$$\frac{T_{к0} - T'_2}{T_{к0} - T_{2нач}} = \left[1 - \frac{1}{1 + \frac{n_2}{Bi_2}} \left(\frac{X_2 - x}{X_2}\right)^{n_2} \right] x$$

$$x e^{-\frac{1}{n_2^2 + 1} + \frac{1}{Bi_2}} (Fo_{O_2} - Fo'_{O_2}) \quad (2)$$

где $Fo_{O_2} = \frac{a_2 t}{X_2^2}$ - критерий Фурье для кокиля в момент времени t ; $Fo'_{O_2} = \frac{a_2 t'}{X_2^2}$ - критерий Фурье для кокиля в момент времени t' (конец I этапа прогрева формы).

Выведенные формулы получены в работе [1] без учета теплообмена с окружающей средой. Обычно в случае массивного

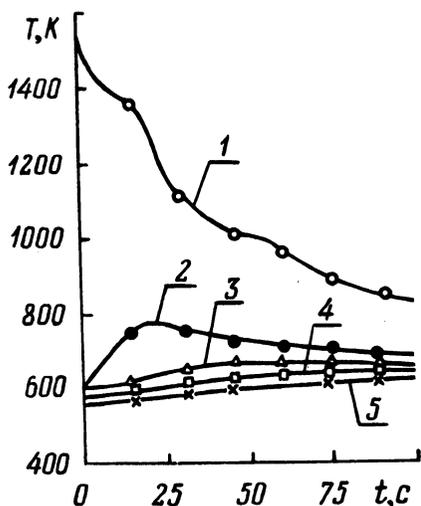


Рис. 1. Охлаждение чугунной отливки в массивном кокиле:

1 - температура центра отливки; 2 - внутренняя (рабочая) поверхность кокиля; 3, 4 - на расстоянии 9 и 20 мм от рабочей поверхности; 5 - наружная поверхность кокиля (толщина формы $X_2 = 49,4$ мм)

температура кокиля составляла 580–610 К, температура заливки 1570–1580 К. Внутренняя поверхность кокиля покрыта теплоизоляционной краской толщиной 0,5 мм (рис. 1). Анализ опытов показывает, что в условиях массивного кокиля толщиной $X_2 = 90$ мм кокиль не успевает прогреваться на всю глубину. В условиях, когда $X_2 = 49,4$ мм, температура внешней поверхности (кривая 5) начинает подниматься через 30 с.

Экспериментальные измерения температур верхней и нижней полуформ заводского кокиля показывают, что после прогрева формы температура в кокиле меняется на глубине 40–50 мм, а

неохлаждаемого кокиля последнее обстоятельство существенного значения не имеет, так как коэффициент теплоотдачи α_2 при охлаждении на воздухе в условиях свободной конвекции изменяется в пределах 20–30 Вт/(м²·К).

С целью анализа теплового режима и последующего управления процессом литья были проведены измерения температурных полей отливки и формы на плоском кокиле и на заводском кокиле для получения отливки типа "кастрюля" (деталь К.КЧЭ-02.000).

В случае плоского кокиля рассматривалось затвердевание тонкостенной отливки толщиной $2X_1 = 6$ мм в симметричном чугуном кокиле толщиной $X_2 =$

$= 90, 49,4$ и 30 мм. Начальная

в остальном теле ($X_2 = 150$ мм) практически постоянна. Следует иметь в виду, чем толще стенка кокиля, тем медленнее она охлаждается. Для интенсификации процесса литья предлагается использовать тонкостенные чугунные кокили с принудительным охлаждением внешней поверхности [2]. Для уменьшения тепловых потоков от отливки к форме и предупреждения отбела рабочая поверхность кокиля должна иметь достаточно высокое термическое сопротивление. Это достигается путем нанесения постоянных защитных покрытий. Эксперименты, проведенные в условиях завода, показали, что кокили с алитированной рабочей поверхностью позволяют при использовании модифицирования получать тонкостенные чугунные отливки без отбела.

Л и т е р а т у р а

1. Вейник А.И. Теория затвердевания отливки. - М.: Машгиз, 1960. - 252 с. 2. Кравченко Е.В., Гурвич Э.А. К выбору оптимального теплового режима металлической формы при циклическом режиме литья. - В сб.: Металлургия. Минск: Вышэйшая школа, 1980, вып. 14, с. 61-62.

УДК 530.1:621.74

А.А.Вейник, инженер (БГУ),
А.И.Вейник, чл.-корр. АН БССР

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ТЕРМОЭЛЕКТРИЧЕСКОГО ИЗМЕРИТЕЛЬНОГО ЭЛЕМЕНТА ДЛЯ ЛИТЕЙНОЙ ФОРМЫ

В работах [1, 2] показана возможность изменять - путем соответствующего подбора материалов - теплопроводность и теплоемкость температурного датчика с целью приближения его свойств к свойствам исследуемой литейной формы. Здесь приводятся экспериментальные данные, характеризующие специфические особенности датчика и облегчающие подбор нужных материалов.

Установлено, что термоэлектрические свойства датчика сильно зависят от состояния контактирующих поверхностей. В частности, на величину ЭДС заметно влияют адсорбированные газы и жидкости, чистота поверхностей и т. д. Например, протирка образцов спиртом может уменьшить ЭДС в два и более раз. Адсорбированные вещества хорошо удаляются с помощью вакуума. Поэтому датчик, помещенный под вакуумный колпак, дает значительно более высокую ЭДС, чем датчик, находящийся на открытом воздухе.