

ПИТАНИЕ ФРОНТА ЗАТВЕРДЕВАНИЯ ЖИДКОЙ ФАЗОЙ ПРИ ЛИТЬЕ НАМОРАЖИВАНИЕМ

В. Ф. БЕВЗА

Государственное научное учреждение
«ИНСТИТУТ ТЕХНОЛОГИИ МЕТАЛЛОВ НАН Беларуси»
Могилев, Беларусь

Формирование полых отливок без применения стержня, при литье в непрерывно-циклическом режиме методом намораживания, происходит в условиях интенсивного радиального теплоотвода от наружной поверхности затвердевающей корки, которая ограничивается стенкой кристаллизатора. Внутренняя поверхность получается непосредственно из расплава и определяется только фронтом затвердевания [1]. В момент извлечения каждой отливки происходит разделение затвердевшей по периметру кристаллизатора корки и жидкой фазы, которая остается в кристаллизаторе и вместе с доливаемой порцией расплава участвует в формировании следующей отливки.

Целью настоящей работы является создание методики, позволяющей оценить влияние избыточной массы жидкой фазы на затвердевание металла. Количество остающегося в кристаллизаторе расплава после извлечения отливки зависит от соотношения массы затвердевшего металла и массы расплава, находящегося в кристаллизаторе в момент начала формирования каждой последующей отливки. Для оценки этого параметра принят коэффициент избыточного питания ($K_{изб}$), который определяет относительную величину избыточной массы расплава, участвующего в формировании отливки:

$$K_{изб} = \frac{M - m(\tau_\phi)}{M},$$

где $M = \frac{\pi \cdot D^2}{4} \cdot H \cdot \rho$ – масса расплава в кристаллизаторе после его заполнения до заданного уровня; $m(\tau_\phi) = \frac{\pi [D^2 - d^2(\tau_\phi)]}{4} \cdot H \cdot \rho$ – масса затвердевшей корки; $m_{отл}$ – масса отливки после извлечения из кристаллизатора; D – наружный диаметр отливки; H – высота отливки; $d(\tau_\phi)$ – внутренний диаметр затвердевающей корки; τ_ϕ – текущее время.

После соответствующих подстановок получаем:

$$K_{изб} = \frac{d^2(\tau_\phi)}{D^2} = \frac{r^2(\tau_\phi)}{R^2}.$$

Таким образом коэффициент $K_{изб}$ определяется геометрическими параметрами отливки и изменяется от $K_{изб} = 1$ в начале формирования, т. е. в период снятия перегрева расплава в зоне затвердевания, до $K_{изб} = 0$ в случае

получения сплошного слитка. При литье полых заготовок $K_{изб}$ имеет промежуточные значения и определяет избыточную долю расплава, остающуюся в кристаллизаторе после извлечения отливки. Его величина для отливок с заданными параметрами (наружный диаметр, высота) зависит только от толщины стенки (ξ) (рис.1, а).

Из приведенного рисунка видно, что, при одинаковой толщине стенки $K_{изб}$ возрастает с увеличением наружного диаметра отливки. При увеличении относительной толщины стенки $K_{изб}$ снижается (рис.1, б)

Полученные зависимости изменения $K_{изб}$ от геометрических параметров отливок позволяют классифицировать полые отливки, получаемые методом намораживания без применения стержня, по толщине стенки.

К разряду «тонкостенных» отнесены отливки с отношением $\frac{\xi}{R} \leq 0,25$ при $K_{изб} \geq 0,6$; со средней толщиной - $0,35 \geq \frac{\xi}{R} \geq 0,25$ при $0,4 < K_{изб} < 0,6$; а к разряду «толстостенных» $\frac{\xi}{R} > 0,35$ при $K_{изб} \leq 0,4$.

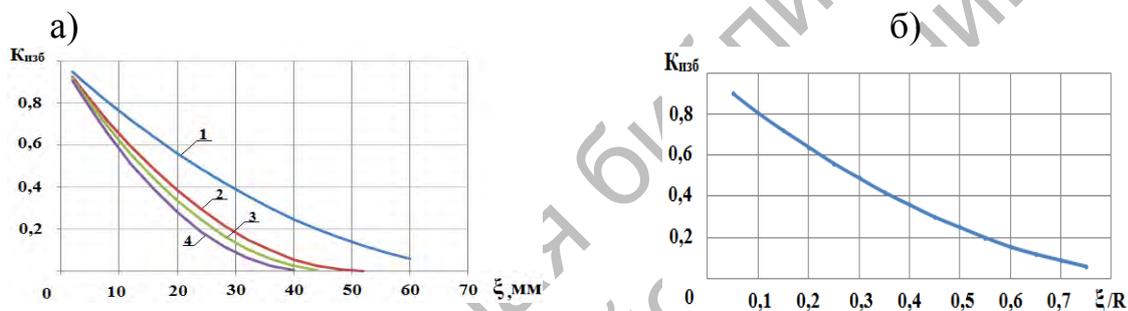


Рис. 1. Зависимость коэффициента избыточного питания отливки от линейной (а) и относительной (б) толщины ее стенки 1 – Ø158 мм; 2 – Ø105 мм; 3 – Ø95 мм; 4 – Ø85 мм

Толщину стенки и коэффициент избыточного питания фронта затвердевания жидкой фазой во многом определяют условия кристаллизации расплава в период формирования отливки в кристаллизаторе. Наиболее устойчиво и стабильно осуществляется процесс литья отливок со средней толщиной стенки. Технология литья тонкостенных отливок более чувствительна к изменению металлургических и режимных параметров и требует более тщательного их определения и соблюдения.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. **Марукович, Е. И.** Принципиально новый эффективный процесс литья полых цилиндрических заготовок из чугуна методом направленного затвердевания / Е. И. Марукович, В. Ф. Бевза, В. П. Груша // Литье и металлургия. – 2010. – № 3. – С. 21–24.