

Резюме. Разработанная методика позволяет с высокой точностью определять газотворную способность смазочных материалов, используемых при литье под давлением.

Л и т е р а т у р а

1. Айнбиндер А.Б., Дрово секов Б.Г. Влияние газотворной способности смазок на характер заполнения и качество отливок при литье под давлением. -- В сб.: Исследование процессов формирования отливок. Пермь, 1969.

УДК 621.746.047

Г.И. Столяров

ФОРМИРОВАНИЕ ОТЛИВКИ ПРИ НЕПРЕРЫВНОМ ЛИТЬЕ СО СТЕРЖНЕМ

Принципиальная схема любого метода непрерывного литья требует постоянства проходного сечения отливки. Для получения отливок сложного профиля, имеющих поднутрения, выступы или поперечные ребра на оси движения отливки в кристаллизаторе, это условие может быть выполнено при использовании в качестве конструктивного элемента разового песчаного стержня (рис. 1).

В начале процесса заполнения полости кристаллизатора на определенную высоту, достаточную для связи затравочного элемента с отливкой, производят при неподвижном положении тянущего устройства. После образования наружного каркаса отливки и затвердевания металла на затравочном элементе начинается непрерывное вытягивание затвердевающей отливки. Дальнейшее формирование отливки происходит у мениска жидкого металла. При контакте жидкого металла с водоохлаждаемой стенкой в верхней зоне кристаллизатора образуется тонкая корочка затвердевающего металла, переходящая на мениск. При движении отливки корочка уходит вниз и прижимается жидкой сердцевиной к рабочей поверхности кристаллизатора, а в месте контакта новых порций металла с кристаллизатором образуется новая корочка.

При установившемся процессе температура рабочей поверхности кристаллизатора в месте контакта с жидким металлом наиболее высокая и достигает значительной величины (более 500°С при литье чугуна). В связи с этим уменьшается интенсивность образования и толщина корочки, зона начала за-

твердевания отливки смещается вниз от мениска. Смещение зоны затвердевания вызывает опасность отхода корки от стенки кристаллизатора, затекания металла, разрыва и возникновения различных поверхностных дефектов.

На стержне вследствие его небольшой теплопроводности образование корки происходит значительно ниже мениска и с меньшей интенсивностью. Поэтому лунка жидкого металла оказывается сдвинутой.

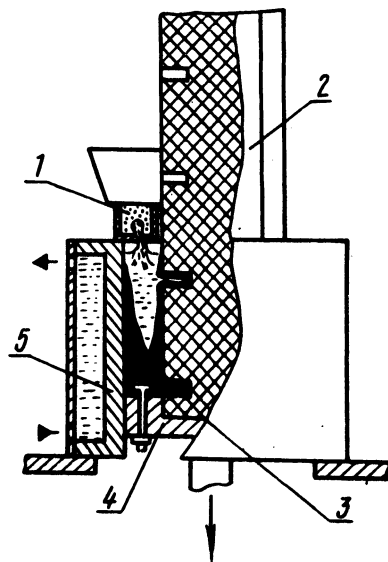


Рис. 1. Принципиальная схема непрерывного литья со стержнем: 1 — литниковая система; 2 — стержень; 3 — отливка; 4 — затравка; 5 — кристаллизатор.

Частично затвердевшая на затравке отливка со стержнем и все время образующаяся и увеличивающаяся по толщине корка непрерывно скользят вдоль стенок кристаллизатора. На выходе из кристаллизатора затвердевшая корка должна иметь толщину, достаточную, чтобы выдержать гидростатический напор жидкой сердцевины. Это условие определяет скорость вытягивания отливки из кристаллизатора и производительность процесса. Толщина корки со стороны стержня не ограничивает скорость вытягивания, так как стержень остается в отливке и после выхода из кристаллизатора.

Выравнивание скорости роста затвердевающей корки может быть достигнуто путем создания в соответствующих сечениях отливки направленного теплоотвода различной интенсивности. Основную роль в регулировании теплоотвода играет конструкция кристаллизатора и его тепловой режим.

Изучение температурного режима кристаллизатора показало, что в процессе работы стенки последнего испытывают цикли-

ческие тепловые нагрузки, изменяющиеся по высоте кристаллизатора. Поэтому при движении в кристаллизаторе отливка проходит различные зоны охлаждения, что оказывает существенное влияние на формирование структуры.

Формирование поверхности отливки связано с подачей и распределением жидкого металла в полости кристаллизатора. Расход металла при непрерывном литье зависит в общем случае от скорости вытягивания отливки, которая в свою очередь определяется скоростью затвердевания, интенсивностью охлаждения и сечением вытягиваемой отливки.

Взаимосвязь этих параметров и необходимость получения определенной структуры отливки ограничивают выбор расхода литниковой системы. Изучение распределения потоков металла при заполнении полости кристаллизатора сложного протяженного сечения показывает значительное преимущество рассредоточенной подачи металла через несколько питателей. Такая подача металла создает более равномерные тепловые нагрузки во всей системе, обеспечивает равномерное распределение температур на зеркале металла, значительно меньшее влияние струи на затвердевшую корку отливки. Однако сечение питателей и, следовательно, их количество ограничены пропускной способностью материала литниковой системы, которая определяется теплопроводностью: чем ниже теплопроводность материала, тем меньшее сечение питателей может быть выбрано для подачи металла в кристаллизатор.

Таким образом, формирование отливки сложного сечения при непрерывном литье со стержнем представляет собой сложный комплекс взаимосвязанных процессов, от правильного выбора оптимальных параметров которых зависит качество отливки.

Весьма характерной для непрерывного литья со стержнем является отливка рейки строгального станка из чугуна СЧ 21-40. Процесс непрерывного литья рейки разработан на кафедре "Машины и технология литейного производства" БПИ, опробован и дал положительные результаты в производственных условиях (отработка процесса проводится на станкостроительном заводе им. Октябрьской революции в г. Минске).

Часть рейки, имеющая поперечные ребра, оформлена песчаным стержнем, а поверхность, на которой должны нарезаться зубья — кристаллизатором.

Учитывая тепловые условия формирования отливки, кристаллизатор выполнен сборным, что обеспечивает достаточную прочность конструкции и позволяет создать различный теплоотвод

по периметру отливки. Создание искусственного воздушного зазора в виде пазов переменного сечения на соответствующих участках рабочей поверхности кристаллизатора и использование модификаторов позволило исключить отбел на поверхности рейки.

Резюме. Проведенные исследования показали, что наиболее рациональной является скорость вытягивания отливки, равная 0,2 м/мин. Необходимый расход металла был получен литниковой системой с тремя питателями диаметром 4,5 мм, расположенными над наиболее протяженным сечением отливки.

Качество рейки удовлетворительное и соответствует техническим требованиям на отливку.

УДК 681.3.06

В.И. Тутов, канд.техн.наук,
В.А. Гринберг, канд.техн.
наук, А.П. Михалевич

ПРИМЕНЕНИЕ ИТЕРАЦИОННОГО МЕТОДА НЬЮТОНА ДЛЯ РАСЧЕТА ТОЛЩИНЫ ЗАТВЕРДЕВШЕЙ КОРКИ

В результате решения дифференциального уравнения теплового баланса системы жидкий металл—затвердевшая часть отливки—окружающая среда для бесконечной пластины получено уравнение, связывающее между собой основные параметры процесса затвердевания отливки [1]

$$\begin{aligned}
 t - t_0 = \frac{1}{a} \left[\frac{\lambda}{\alpha} \left(\frac{r}{c \nu_{кр}} + \frac{2r_{пер}}{c \nu_{кр}} + \frac{1}{n+1} \right) (\xi_1 - \xi_{10}) + \right. \\
 \left. + \left(\frac{r}{2c \nu_{кр} n} + \frac{r_{пер}}{c \nu_{кр} n} + \frac{1}{2n(n+1)} - \frac{r_{пер} \lambda}{c \nu_{кр} \alpha X} \right) (\xi_1^2 - \xi_{10}^2) - \right. \\
 \left. - \frac{2}{3} \frac{r_{пер}}{c \nu_{кр} n X} (\xi_1^3 - \xi_{10}^3) - \frac{n \lambda^2}{(n+1) \alpha^2} \ln \frac{1 + \frac{\alpha}{n \lambda} \xi_1}{1 + \frac{\alpha}{n \lambda} \xi_{10}} \right], \quad (1)
 \end{aligned}$$

где t и t_0 — текущее и начальное время затвердевания; a — коэффициент температуропроводности материала отливки; λ — коэффициент теплопроводности материала отливки; r — удельная теплота затвердевания; $r_{пер}$ — удельная теплота пе-