



The calculation dependencies for determination of the main constructive parameters of metal wire for production of slugs of different dimension-type by means of continuously-cyclic casting by frosting are received.

А. М. БОДЯКО, П. И. ЗИМОНИН, И. А. МЕЛЬНИКОВ, А. А. СУПОНЕВ,
Институт технологии металлов НАН Беларуси

УДК 621.746.27

РАСЧЕТ ЛИТНИКОВОЙ СИСТЕМЫ ДЛЯ ПОДАЧИ МЕТАЛЛА В КРИСТАЛЛИЗАТОР

Важным элементом технологической оснастки при литье намораживанием является литниковая система, которая обеспечивает сифонный подвод металла к кристаллизатору (рис. 1). Литниковая система состоит из металлопровода 1 и стакана 2, соединяющего металлопровод с кристаллизатором. Металлопровод представляет собой металлический кожух, в котором при помощи песчано-жидкостекольной смеси выполнены заливочная чаша, наклонный, горизонтальный и вертикальные каналы, посадочное место для соединительного стакана. Для обеспечения бесперебойной подачи металла в кристаллизатор при небольших потерях температуры протяженность каналов литниковой системы должна быть минимальной. При этом длина наклонного канала зависит от высоты кристаллизатора, длина вертикального канала — от толщины футеровки и глубины посадочного гнезда под стаканчик. Диаметр литниковых каналов выбирают из расчета обеспечения необходимого расхода металла. Минимальный размер каналов находят из условия заполнения кристаллизатора расплавом в начальный момент процесса за 5–10 с в зависимости от геометрических размеров и массы отливки.

Принципиальная схема литья намораживанием с точки зрения гидродинамики представляет собой два сообщающихся сосуда: кристаллизатор и заливочную чашу, соединенные между собой литниковым каналом. Извлечение отливки создает перепад и колебание уровней металла в кристаллизаторе и заливочной чаше. Для

устранения этого явления в канал литниковой системы со стороны заливочной чаши вставляют лимитирующий элемент (так называемый дроссель), который уменьшает проходное сечение канала. Однако он увеличивает время заполнения кристаллизатора расплавом. Небольшие сечения отверстия лимитирующего элемента и каналов металлопровода обуславливают медленное заполнение кристаллизатора, что приводит к разностенности отливки по высоте и увеличению припусков на механическую обработку по внутренней поверхности.

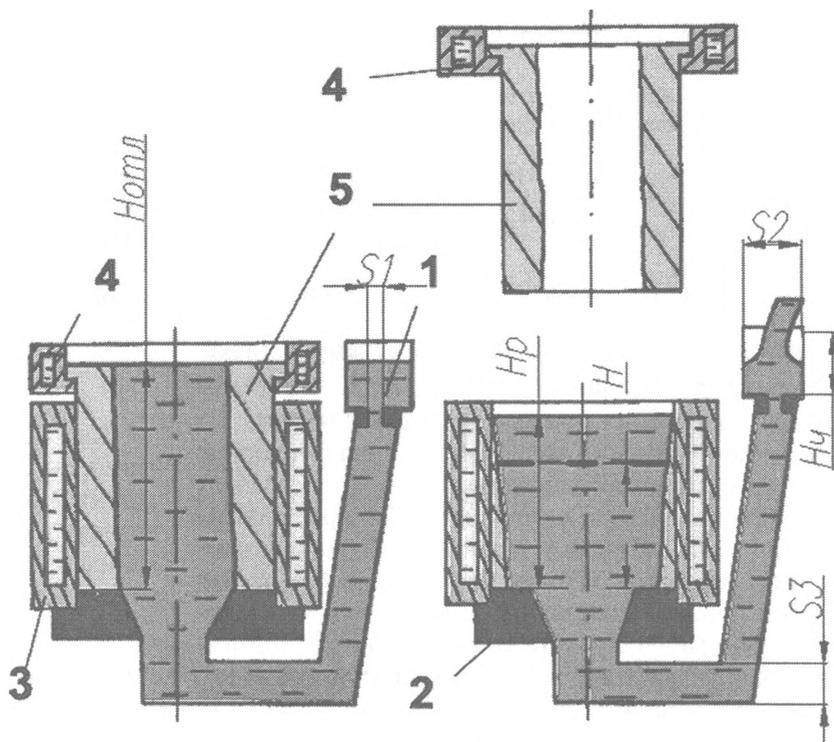


Рис. 1. Принципиальная схема непрерывно-циклического литья полых заготовок без стержня: 1 — металлопровод; 2 — соединительный стакан; 3 — стационарная часть кристаллизатора; 4 — подвижная часть кристаллизатора (захваты); 5 — отливка

Во избежание появления в верхней части литой заготовки глубоких спаев и неслитин, образующихся при отрыве сформированной отливки от зеркала расплава, высота столба жидкого металла в кристаллизаторе после извлечения отливки и одновременного перетекания металла из заливочной чаши должна быть не ниже 2–5 мм относительно верхнего торца втулки стационарного кристаллизатора.

Требуемый уровень металла в кристаллизаторе обеспечивают геометрические параметры заливочной чаши. При относительно большом объеме чаши при литье заготовок малого диаметра после извлечения отливки может произойти перелив металла через верхний торец кристаллизатора, что не допустимо. При использовании металлопровода с заливочной чашей меньше требуемого объема процесс разлива может осуществляться, но колебание уровня металла в кристаллизаторе приводит к повышенному браку отливок по неслитинам, особенно в верхней части заготовки.

Таким образом, на стабильность процесса литья и качество получаемых заготовок влияют геометрические параметры заливочной чаши, диаметр отверстия лимитирующего элемента и каналов металлопровода.

Целью настоящих расчетов является определение оптимального сечения отверстия лимитирующего элемента, геометрических размеров заливочной чаши и каналов металлопровода. Предложенный вариант расчета геометрических размеров литниковой системы представляется более простым и универсальным, чем известные ранее.

Для определения размеров сечения лимитирующего элемента S_1 исходим из неразрывности потока металла при заполнении кристаллизатора. Площадь сечения лимитирующего элемента литниковой системы S_1 рассчитываем следующим образом [1]:

$$S_1 = \frac{G_{отл}}{\rho \mu t \sqrt{2gH_p}}, \quad (1)$$

где $G_{отл} = \rho \frac{\pi}{4} (D_1^2 - D_2^2) H_{отл}$ – масса заливаемого в кристаллизатор металла, равного объему отливки; ρ – плотность жидкого металла; t – оптимальное время заполнения металлом кристаллизатора; $\mu = 0,5-0,6$ – коэффициент расхода металлопровода; g – ускорение свободного падения; H_p – заданная равновесная высота уровня металла в кристаллизаторе и чаше, которая устанавливается после извлечения отливки и перетекания металла без долива новой порции. Равновесная высота уровня металла H_p определяется с учетом уровня металла в подвижном кристаллизаторе, который формирует верхнюю часть отливки. Этот уровень обычно составляет 15–20 мм, поэтому равновесную высоту металла H_p в кристаллизаторе и чаше принимают $H_p = H_{отл} - 20$.

Окончательно площадь сечения лимитирующего элемента S_1 литниковой системы равна:

$$S_1 = \frac{\frac{\pi}{4} (D_1^2 - D_2^2) H_{отл}}{\mu t \sqrt{2gH_p}}. \quad (2)$$

Время перетекания расплава из чаши в кристаллизатор определяется из выражения [2]:

$$t = \int_0^{H_{отл}-H} \frac{S_2 dh}{S_1 \mu \sqrt{2gh}}, \quad (3)$$

где S_2 – площадь поперечного сечения заливочной чаши; $H = \frac{D_2^2}{D_1^2} H_{отл}$ – уровень металла в кристаллизаторе после извлечения отливки.

Интегрируя выражение (2) в пределах 0 и $H_{отл}-H$, получаем:

$$t = \frac{2S_2}{S_1 \mu \sqrt{2g}} \sqrt{\frac{D_1^2 - D_2^2}{D_1^2} H_{отл}}, \quad (4)$$

где $D_1, D_2, H_{отл}$ – соответственно наружный, внутренний диаметры и высота отливки.

Для определения минимальной площади заливочной чаши $S_{2\min}$ решаем совместно уравнения (2) и (4):

$$S_{2\min} = \frac{\pi D_1}{8} \sqrt{\frac{(D_1^2 - D_2^2) H_{отл}}{H_p}}. \quad (5)$$

Необходимо учитывать то, что площадь сечения чаши должна быть минимальной, но в то же время достаточной для подъема уровня металла на требуемую высоту H_p .

Глубина заливочной чаши должна выполняться таким образом, чтобы после извлечения отливки и перетока жидкого металла из чаши в кристаллизатор отверстие лимитирующего элемента не открылось, так как при этом происходит его ошлакование и изменение первоначальных размеров, что приводит к нарушению режима заполнения кристаллизатора. Эта глубина выбирается из следующего условия [3]:

$$H_ч \geq \frac{D_1^2 - D_2^2}{D_1^2} H_{отл}. \quad (6)$$

Каналы металлопровода выполняются из песчано-жидкостекольной смеси с низкой теплопроводностью, а площадь их поперечного сечения зависит в основном от геометрических параметров отливки и выбирается из условия [3]:

$$S_3 = (2-10)S_1. \quad (7)$$

В качестве примера выполним расчет размеров литниковой системы для литья маслостных заготовок из серого чугуна для уплотнительных колец диаметром 205 мм пропашных тракторов Т-150 (отливка №1) и заготовок гильз пневмокомпрессора А-29 трактора «Беларус» (отливка №2). Конструктивные параметры литниковой системы приведены ниже.

Номер отливки	D_1 , мм	D_2 , мм	H , мм	S_1 , мм ²	d_1 , мм	S_2 , мм ²	d_2 , мм	S_3 , мм ²	d_3 , мм	$H_ч$, мм
1	217	175	215	575	25	11475	120	1500	43	75
2	86	68	235	170	14,5	1900	50	900	35	92

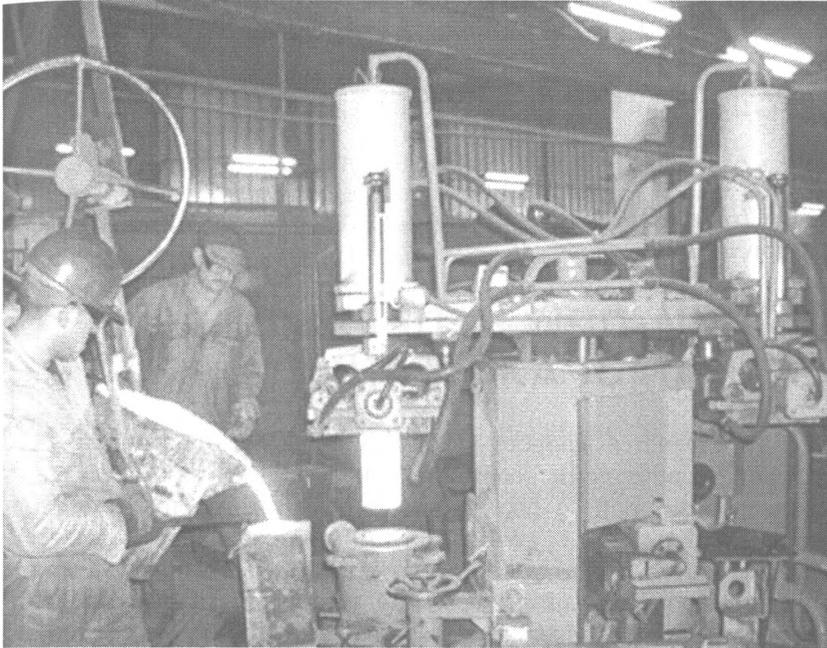


Рис. 2. Процесс непрерывно-циклического литья намораживанием

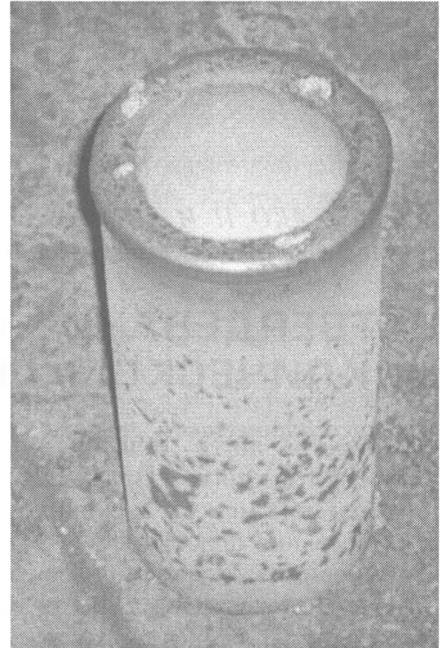


Рис. 3. Охлаждение отливки на воздухе

Процесс литья (рис. 2) при указанных параметрах металлопровода протекал стабильно, колебание уровня металла в кристаллизаторе не наблюдалось, неслитин в отливках не установлено. Разностен составляет до 2 мм, что находится в рамках допустимого (рис. 3).

Таким образом, приведенный расчет позволяет определить оптимальные конструктивные параметры металлопровода, обеспечивающие стабильность процесса литья и высокое качество получа-

емых заготовок различного типоразмера при непрерывно-циклическом литье намораживанием.

Литература

1. Марукович Е.И., Стеценко В.Ю. Повышение качества отливок при литье направленным затвердеванием // Литье и металлургия. 2005. №2. С. 78–81.
2. Тепло- и массообмен. Теплотехнический эксперимент: Справ. М.: Энергоиздат, 1980.
3. Анисович Г.А., Бевза В.Ф., Мазько В.С. Расчет металлопровода для подачи металла в кристаллизатор // Весці Академії навук БССР. Сер. фіз.-тэхн. навук. 1985. № 4. С. 48–50.