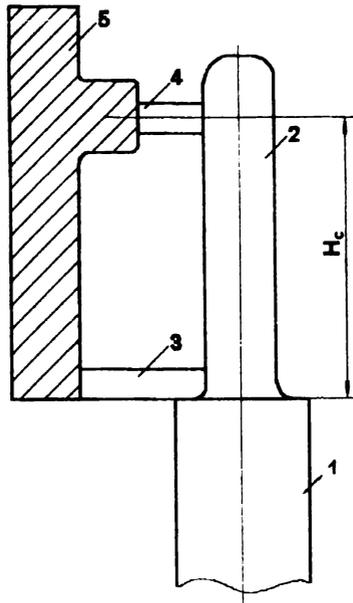


А.Б. Чуркин,
Б.С. Чуркин,
Э.Б. Гофман

РАСЧЕТ ЛИТНИКОВО-ПИТАЮЩИХ СИСТЕМ ПРИ ЛИТЬЕ ПОД РЕГУЛИРУЕМЫМ ДАВЛЕНИЕМ ПРИ ПОДВОДЕ СПЛАВА НА ДВУХ УРОВНЯХ

При расположении термического узла на некоторой высоте от низа отливки H , превышающей 50 мм, заполнение формы осуществляется через два питателя от стояка, отходящего от металлопровода. Верхний питатель подводится к термическому центру отливки (рисунок). Сечение нижнего питателя должно назначаться таким образом, чтобы к моменту подъема сплава в стояке до уровня верхнего питателя перепад уровней сплава в



Вид литниковой системы при подводе сплава на двух уровнях:
1 – металлопровод; 2 – стояк; 3 – нижний питатель;
4 – верхний питатель; 5 – отливка

стояке и полости формы ΔH не превышал 50 мм. При невыполнении этого условия при литье алюминиевых сплавов происходит возмущение свободной поверхности сплава в полости формы струей расплава, падающей из верхнего питателя, приводящее к образованию дефектов в виде плен и газовой пористости в отливке.

При заполнении формы можно выделить следующие этапы: этап заполнения металлопровода, этап заполнения стояка и полости формы до начала работы верхнего питателя, этап заполнения полости формы через два питателя до достижения расплавом в полости формы уровня верхнего питателя и этап полного заполнения полости формы сплавом.

Гидродинамические процессы при работе данной литниковой системы изучались путем проведения машинных экспериментов, в ходе которых выявлялась правильность нестационарных уравнений Бернулли, написанных для указанных выше этапов.

В результате обработки данных машинных экспериментов получены следующие уравнения для расчета значения коэффициента β , при котором обеспечивается заполнение формы за заданное оптимальное время $t_{\text{опт}}$, и минимального отношения площади нижнего питателя ω_n к площади стояка ω_c , при котором еще выполняется условие $\Delta H \leq 50$ мм.

$$\beta = 0,00122 + 0,00615/(1,214 - XX); \quad (1)$$

$$(\omega_n/\omega_c)_{\text{min}} = 1,1 + 0,9y. \quad (2)$$

$$\text{Здесь } XX = (10,2 - t_{\text{опт}} + 4,1X_2 + 0,3X_4 + 2,2X_5 + 0,1X_2X_4 - 0,2X_2X_5 + 0,1X_4X_5)/(7 + 3,2X_2 - 0,3X_4 + 1,8X_5);$$

$$y = (7,7X_2 + 14X_3 + 9,9X_4 + 7,4X_2X_3 + 5,6X_2X_4 + 7,2X_3X_4 + 5,6X_2X_3X_4 - 12,9)/(14,6 + 6,9X_2 + 11,6X_3 + 7,4X_4 + 6,7X_2X_3 + 4,8X_2X_4 + 4,7X_3X_4 + 4,8X_2X_3X_4),$$

причем $X_2 = (H_c - 125)/75$; $X_4 = (\omega_n/\omega_c - 5)/3$; $X_5 = (H_0 - H_c - 60)/40$;

$X_3 = (\beta - 0,017)/0,013$, где H_c и H_0 – высота стояка и отливки; ω_n – площадь сечения полости формы.

Расчеты показали, что площади сечений питателей практически не влияют на продолжительность заливки формы, которая определяется рассчитанным по формуле (1) значением гидродинамического коэффициента β .

Размеры питателей должны обеспечивать непрерывное питание отливки через низ из стояка и металлопровода. Для этого продолжительность затвердевания сечений и достижения их центров фронтом нулевой жидко-

текучности должна монотонно уменьшаться по длине питателя по направлению от стояка к отливке.

Как показал анализ решения краевой задачи теплообмена в системе «отливка – питатель – стояк – форма», для выполнения указанного условия приведенная толщина стенки питателя должна удовлетворять условию

$$R_n = R_0(1,22 + 0,13X_1 + 0,38X_2 + 0,05X_1X_2), \quad (3)$$

где R_n и R_0 – приведенная толщина стенок питателя и отливки в месте подвода литника, мм;

$$X_1 = (2R_0 - 20)/10; X_2 = (\lambda_{\text{кр}}/\delta_{\text{кр}} - 0,18)/0,15;$$

где $\lambda_{\text{кр}}$ и $\delta_{\text{кр}}$ – теплопроводность и толщина слоя кокильного покрытия в питателях и стояке.

Расчет начинают для толщины краски на основе окиси цинка, равной 0,01 см ($\lambda_{\text{кр}}/\delta_{\text{кр}} = 0,33$ Вт/(см²·К). Если высота термического узла $h_t \geq 3R_n$, то высота сечения питателя h_n принимается равной h_t . Если это условие не выполняется, то необходимо уменьшить R_n , последовательно уменьшая величину $\lambda_{\text{кр}}/\delta_{\text{кр}}$ до тех пор, пока условие не будет выполнено.

Ширину питателя по найденному значению R_n рассчитывают по формуле $b_n = 2R_n H_n / (h_p - 2R_n)$. Если расчетное значение b_n будет больше ширины термического узла b_t , то весь расчет повторяют, уменьшая $\lambda_{\text{кр}}/\delta_{\text{кр}}$ до тех пор, пока не будет выполнено условие $b_n \leq b_t$.

Указанный расчет выполняют как для нижнего, так и для верхнего питателя. По найденным значениям рассчитывают площади сечений нижнего ω_n и верхнего ω_v питателей.

Для обеспечения возможности слива расплава из стояка после затвердевания отливки и снятия перепада давлений диаметр стояка, как показали расчеты, следует определить по формуле $D_c = 5R_n$, где R_n – наибольшее значение приведенной толщины стенки питателя.

Рассчитанное значение площади нижнего питателя должно быть проверено на выполнение условия $\omega_n \geq (\omega_n/\omega_v)_{\text{min}}$, где величина $(\omega_n/\omega_v)_{\text{min}}$ рассчитывается по (2). Если это условие не выполняется, то площадь нижнего питателя определяется по формуле $\omega_n = (\omega_v/\omega_c)_{\text{min}} \cdot \omega_c$.

В последнюю очередь находят толщину кокильного покрытия в питателе по формуле $\delta_n = \lambda_{\text{кр}} / (\lambda_{\text{кр}}/\delta_{\text{кр}})$.

Данная методика расчета литниково-питающих систем при литье под регулируемым давлением многократно проверена.