

А. Б. Чуркин,
Б.С. Чуркин,
Э.Б. Гофман

РАСЧЕТ ВЕРТИКАЛЬНО-ЩЕЛЕВОЙ ЛИТНИКОВО-ПИТАЮЩЕЙ СИСТЕМЫ ПРИ ЛИТЬЕ ПОД РЕГУЛИРУЕМЫМ ДАВЛЕНИЕМ

При изготовлении протяженных тонкостенных отливок или при наличии нескольких расположенных по их высоте термических узлов целесообразно применять вертикально-щелевую литниково-питающую систему (ЛПС) (рисунок).

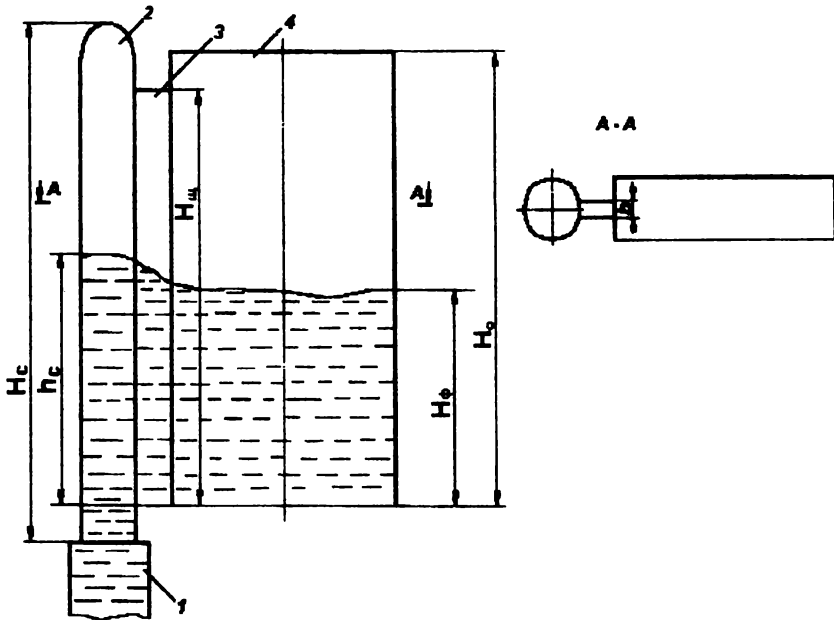


Схема вертикально-щелевой ЛПС:

1 – металлопровод, 2 – стояк, 3 – щель, 4 – полость формы

При истечении расплава через щель на его свободной поверхности в полости формы вблизи щели возникает гидравлический прыжок с попе-

речной вихревой зоной. Для исключения этого явления, приводящего при литье алюминиевых сплавов к образованию в отливках дефектов в виде окисных плен, необходимо ограничить перепад уровней сплава ΔH в стояке h_c и полости формы H_ϕ на уровне $\Delta H \leq 40$ мм.

Гидродинамические процессы при заливке форм через вертикально-щелевую ЛПС исследовали путем машинных экспериментов. В результате обработки машинных экспериментов получены следующие уравнения для расчета величины гидродинамического коэффициента β , обеспечивающего заливку формы за заданное оптимальное время $t_{\text{опт}}$ и минимального значения ширины щели $b_{\text{мин}}$, при котором еще выполняется условие $\Delta H \leq 40$ мм.

$$\beta = 0,0059 + 0,0088/(1,163 - XX); \quad (1)$$

$$b_{\text{мин}} = 0,8y + 1,2. \quad (2)$$

$$\text{Здесь } XX = (5,8 - t_{\text{опт}} + 0,64X_3 + 0,51X_4 + 2,11X_5 - 0,15X_3X_4 + 0,12X_3X_5)/(3,1 - 0,12X_4 + 1,64X_5);$$

$$y = (1,9 + 15,6X_1 + 3,5X_4 + 4,6X_5 - 8,1X_1X_4 + 8,4X_1X_5 + 0,5X_4X_5)/(24,3 + 5,9X_1 - 3,3X_4 + 8,5X_5),$$

при этом $X_3 = (b - 12)/8$; $X_4 = (\omega_\phi / \omega_c - 7)/3$; $X_5 = (H_0 - 200)/100$, где H_0 – высота отливки, а b – ширина щели. При расчете β ширина щели принимается равной 12 мм.

Кроме обеспечения выполнения гидродинамического условия ($\Delta H \leq 40$ мм), ширина щели должна выбираться из условия непрерывного питания отливки через щель из стояка и металлопровода. Для этого должно быть обеспечено монотонное уменьшение продолжительности затвердевания и достижения центра сечений щели фронтом нулевой жидкотекучести по направлению от стояка к отливке.

Обобщение решений краевой задачи тепломассообмена в системе «стояк – щель – отливка – форма» позволило получить следующие уравнения для расчета минимальных значений ширины щели и диаметра стояка, при которых выполняется указанное условие.

$$b = 2\delta_n(0,51 - 0,013X_2 - 0,044X_3 + 0,025X_4 + 0,3X_5 + 0,013X_2X_3 + 0,013X_3X_4 - 0,013X_3X_5 + 0,019X_4X_5); \quad (3)$$

$$D_c = b(2,6 - 0,07X_1 - 0,08X_2 + 0,05X_3 + 0,08X_4 + 0,83X_5 + 0,04X_1X_2 - 0,08X_1X_3 - 0,11X_1X_5 + 0,04X_2X_3 + 0,12X_4X_5), \quad (4)$$

где b – ширина щели, мм;
 D_c – диаметр стояка, мм.

$$X_1 = (\delta_n - 15)/5; X_2 = (T_{10} - 725)/25; X_3 = ((t_{\text{ост}} - 20)/\delta_n - 6)/2;$$
$$X_4 = l_n - 30; X_5 = (\lambda_{\text{кр}}/\delta_{\text{кр}} - 0,175)/0,155,$$

где l_n и δ_n – соответственно длина щели и толщина стенки отливки, мм;
 $\lambda_{\text{кр}}$ и $\delta_{\text{кр}}$ – теплопроводность и толщина слоя кокильного покрытия в щели и стояке;

T_{10} – температура сплава на входе в полость формы, °С.

Для обеспечения плавного (без колебаний уровня) заполнения стояка должно соблюдаться условие $0,6 \leq \omega_c/\omega_m \leq 0,8$, где ω_c и ω_m – соответственно площади сечений стояка и металлопровода. Если расчетное значение $\omega_c < 0,6 \omega_m$, то принимают $\omega_c = 0,6 \omega_m$. Если $\omega_c > 0,8 \omega_m$, то последовательно уменьшают $\lambda_{\text{кр}}/\delta_{\text{кр}}$ и выполняют расчеты b и D_c до тех пор, пока не будет выполнено условие $\omega_c \leq 0,8 \omega_m$.

Для выполнения условия $\Delta H \leq 40$ мм необходимо, чтобы ширина щели была не меньше значения, вычисленного по формуле (2). Если это условие не выполняется, то ширина щели принимается равной b_{min} .

Изложенная методика включена в разработанную автоматизированную систему расчета технологических параметров изготовления отливок при литье под регулируемым давлением и проверена на значительном числе промышленных отливок.

**В.С. Балин,
В.М. Карпов**

МИКРОСТРУКТУРА ГОРНБЛЕНДИТОВЫХ ОТЛИВОК

Изучение горнблендитовых отливок, полученных литьем в оболочковые и всасыванием в металлические формы, показало, что они имеют различные структуры серых тонов. Для кокильных отливок и оболочкового литья с толщиной стенки до 20 мм характерно мелкокристаллическое строение. Структура укрупняется по мере увеличения толщины стенок отливок, получаемых в оболочковых формах.