

УДК 675.92.027

О.П. Бурмістенков, д.т.н., проф.

Б.М. Злотенко, к.т.н., доц.

Київський національний університет технологій та дизайну

ТЕХНОЛОГІЧНА ОСНАСТКА ДЛЯ ЛИТТЯ ПІД ТИСКОМ ВИРОБІВ ЗІ ЗНИЖЕНИМ РІВНЕМ ВНУТРІШНІХ НАПРУЖЕНЬ

Розглянуто умови виникнення внутрішніх напружень в литих виробах з полімерних матеріалів. Запропоновано графічні залежності для визначення геометричних параметрів технологічної оснастки при виготовленні виробів із зниженим рівнем внутрішніх напружень.

Орієнтація структури полімерного матеріалу, яка виникає внаслідок течії розплаву в оформляючих елементах технологічної оснастки при литті під тиском, зумовлює наявність внутрішніх напружень у виробах і знижує їх міцність в умовах динамічного навантаження [1].

Відомо [2], що величина внутрішніх напружень в литих виробах залежить від параметрів технологічної оснастки: температури поверхонь, з якими контактує розплав, розмірів литникових каналів, висоти оформляючих порожнин та інших. Отже, за рахунок забезпечення відповідних параметрів технологічної оснастки можна отримати вироби з заданим рівнем внутрішніх напружень.

Для того, щоб отримати необхідні розрахункові залежності потрібно використати кількісні критерії оцінки ступеня орієнтації структури полімерного матеріалу литих виробів. В роботі [3] запропонований критерій для оцінки ступеня орієнтації структури та анізотропії фізико-механічних властивостей виробів, який являє собою середньоінтегральне значення коефіцієнта консистенції розплаву під час заповнення прес-форми. Встановлено, що отримання виробів з рівнем залишкових напружень, близьким до мінімального, гарантує виконання обмеження:

$$\frac{j_{\Phi}}{j_0} \leq 1,3. \quad (1)$$

Величини j_{Φ} та j_0 , які входять до співвідношення (1), можуть бути виражені у вигляді:

$$j_{\Phi} = \int_0^L \exp \left\{ \frac{E}{R} \left[\exp(-gt_x)(T_0 - T_w) + T_w \right]^{-1} \right\}; \quad (2)$$

$$j_0 = \exp \left(\frac{E}{RT_0} \right), \quad (3)$$

де E – енергія активації в'язкої течії розплаву; R – універсальна газова стала; T_0, T_w – температура розплаву на вході в оформляючу порожнину і температура прес-форми.

Величина g визначається за формулою:

$$g = \frac{10a^2}{H}, \quad (4)$$

де a – коефіцієнт тепературопровідності розплаву; H – висота оформляючої порожнини.

При литті з постійним видатком розплаву час охолодження його довільного перетину становить:

$$t_x = \frac{L}{\bar{V}}, \quad (5)$$

де L – довжина затікання розплаву; \bar{V} – середня швидкість течії розплаву.

При литті з постійним тиском на вході в оформляючу порожнину згаданий час охолодження [2]:

$$t_x = \int_{L-x}^L \frac{dL}{\bar{V}}. \quad (6)$$

Величина t_x має зміст часу просування поперечного перетину розплаву від початку течії до координати x .

Середня швидкість просування фронту потоку розплаву визначається співвідношенням [4]:

$$\bar{V} = P^{\frac{1}{n}} \left\{ \mu_0 \left[\left(\frac{3}{2} \right)^n \left(\frac{4}{H} \right)^{1+n} \int_0^L \exp \left\{ \frac{E}{R} \left[\exp(-gt_x) (T_0 - T_w) + T_w \right]^{-1} \right\} dx + \right. \right. \\ \left. \left. + (k_1 + k_2) \exp \left(\frac{E}{RT_0} \right) (BH)^n \right] \right\}^{-\frac{1}{n}}, \quad (7)$$

де μ_0, n – реологічні параметри; P – тиск лиття; k_1, k_2 – коефіцієнти гідравлічного опору сопла та литникової системи; B – ширина форми.

Приймаючи в першому наближенні $t_{x1} = 0$ для форми у вигляді прямокутного паралелепіпеда, отримуємо:

$$\bar{V}_1 = P^{\frac{1}{n}} \left\{ \mu_0 \exp \left\{ \frac{E}{RT_0} \right\} \left[\left(\frac{3}{2} \right)^n \left(\frac{4}{H} \right)^{1+n} L + (k_1 + k_2) (BH)^n \right] \right\}^{-\frac{1}{n}}. \quad (8)$$

В другому наближенні маємо:

$$t_{x2} = b_1 \left\{ (b_2 L + b_3)^{\frac{1}{n}+1} - [b_2(L-x) + b_3]^{\frac{1}{n}+1} \right\}, \quad (9)$$

де

$$b_1 = \left(\frac{\mu_0}{P} \right)^{\frac{1}{n}} \left[\exp \left(\frac{E}{RT_0} \right) \right]^{\frac{1}{n}} \left(\frac{H}{4} \right)^{1+n} \frac{1}{\frac{1}{n}+1}; \quad (10)$$

$$b_2 = \left(\frac{3}{2} \right)^n \left(\frac{4}{H} \right)^{1+n}; \quad (11)$$

$$b_3 = (k_1 + k_2) (BH)^n. \quad (12)$$

Підставляючи (9)–(12) в (8), отримуємо:

$$\bar{V}_0 = P^{\frac{1}{n}} \left\{ \mu_0 \left[\left(\frac{3}{2} \right)^n \left(\frac{4}{H} \right)^{1+n} \times \right. \right. \\ \left. \left. \times \int_0^L \exp \left\{ \frac{E}{R} \left[\exp \left\{ -gb_1 \left\{ (b_2 L + b_3)^{\frac{1}{n}+1} - [b_2(L-x) + b_3]^{\frac{1}{n}+1} \right\} \right\} \times \right. \right. \right. \right. \\ \left. \left. \left. \left. \times (T_0 - T_w) + T_w \right]^{-1} \right\} dx + \right. \right. \\ \left. \left. + (k_1 + k_2) \exp \left(\frac{E}{RT_0} \right) (BH)^n \right] \right\}^{-\frac{1}{n}}. \quad (13)$$

На рис. 1, 2 наведені залежності відношення $\frac{j_\Phi}{j_0}$ від довжини течії розплаву в прес-формі при різних значеннях висоти оформляючої порожнини для випадків лиття в режимах, контрольованих машиною та формою (матеріал – поліетилен високої густини; ширина оформляючої порожнини – $B = 10^{-2}$ м, тиск лиття – $P = 132 \cdot 10^6$ Па, видаток розплаву – $Q = 400 \cdot 10^{-6}$ м³/с).

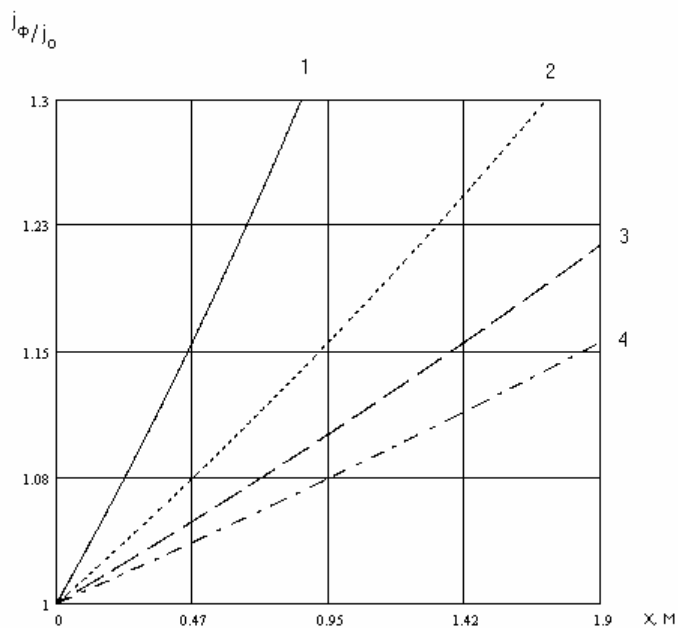


Рис. 1. Залежність відношення $\frac{j_{\phi}}{j_0}$ від довжини течії при литті в режимі, контрольованому машиною:

1 - $H = 2,5 \cdot 10^{-3} m$; 2 - $H = 5 \cdot 10^{-3} m$; 3 - $H = 7,5 \cdot 10^{-3} m$; 4 - $H = 10 \cdot 10^{-3} m$

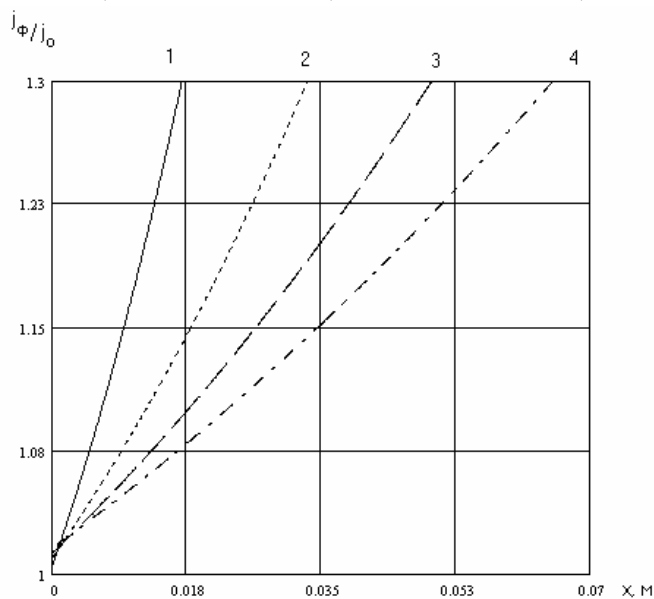


Рис. 2. Залежність відношення $\frac{j_{\phi}}{j_0}$ від довжини течії розплаву при литті в режимі, контрольованому машиною:

1 - $H = 2,5 \cdot 10^{-3} m$; 2 - $H = 5 \cdot 10^{-3} m$; 3 - $H = 7,5 \cdot 10^{-3} m$; 4 - $H = 10 \cdot 10^{-3} m$

На рис. 3 наведені графічні залежності швидкості фронту потоку від висоти форми при постійному тиску лиття.

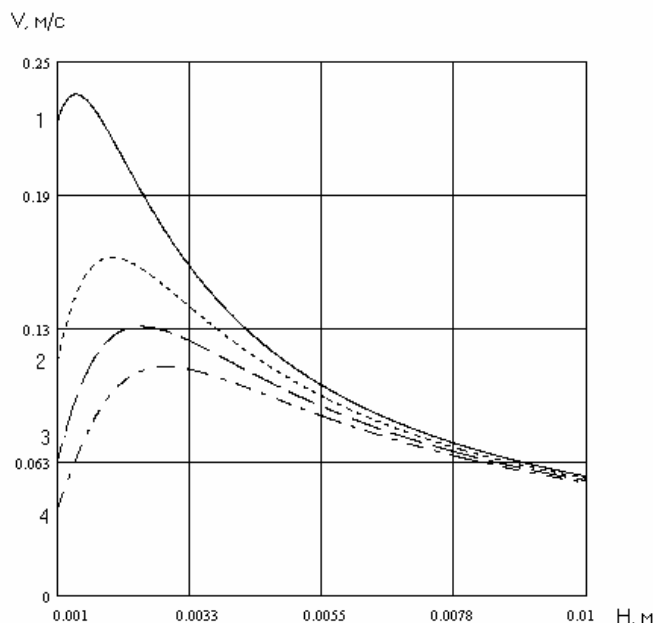


Рис. 3. Залежність швидкості фронту заповнення від висоти оформляючої порожнини при литті в режимі, контрольованому формою:
 1 - $x = 10 \cdot 10^{-3} \text{ м}$; 2 - $x = 20 \cdot 10^{-3} \text{ м}$; 3 - $x = 30 \cdot 10^{-3} \text{ м}$; 4 - $x = 40 \cdot 10^{-3} \text{ м}$

Використовуючи отримані залежності, можна прослідкувати вплив параметрів технологічної оснастки на швидкість течії розплаву та рівень внутрішніх напружень у литих виробках. Крім того, можна вибрати такі значення параметрів технологічної оснастки, при яких буде забезпечений заданий рівень внутрішніх напружень у відливках.

Виконавши впускні отвори на відстані, що відповідає граничному значенню зростання в'язкості розплаву, можна забезпечити отримання виробів з мінімальними внутрішніми напруженнями.

ЛІТЕРАТУРА:

1. Лапшин В.В. Основы переработки термопластов литьём под давлением. – М.: Химия, 1974. – 271с.
2. Торнер Р. В. Теоретические основы переработки полимеров. – М.: Химия, 1977. – 462 с.
3. Басов Н.И., Казанков Ю.В. Литьевое формование полимеров. – М.: Химия, 1984. – 248 с.
4. Бурмістенков О.П., Злотенко Б.М., Скиба М.Є. Заповнення прес-форми розплавом полімерного матеріалу при постійному тиску лиття // Вісник Державної академії легкої промисловості України. – 2000. – № 2. – С. 68–71.

БУРМІСТЕНКОВ Олександр Петрович – доктор технічних наук, професор, декан факультету технологічного обладнання та систем управління Київського національного університету технологій і дизайну.

Наукові інтереси:

- обладнання легкої промисловості та побутового обслуговування;
- автоматизація технологічних процесів;
- електромеханіка.

ЗЛОТЕНКО Борис Миколайович – кандидат технічних наук, доцент Київського національного університету технологій та дизайну.

Наукові інтереси:

- обладнання легкої промисловості та побутового обслуговування.

Подано 26.09.2002