

УДК 675.92.027

ПІДВИЩЕННЯ ЕКСПЛУАТАЦІЙНИХ ПОКАЗНИКІВ ВИРОБІВ З ПОЛІМЕРНИХ МАТЕРІАЛІВ ЗА РАХУНОК ДОДАТКОВОЇ ОРІЄНТАЦІЇ РОЗПЛАВУ В ПРОЦЕСІ ЛИТТЯ

О.П. БУРМІСТЕНКОВ, В.П. МІСЯЦЬ, П.М. КОСТЕНКО

Київський національний університет технологій та дизайну

Наведено результати створення та експериментального дослідження технологічної оснастки для лиття під тиском полімерних матеріалів з рециркуляцією розплаву в системі матеріальний циліндр – прес-форма – дроселюючий пристрій. Отримано залежності міцності виробів від технологічних параметрів процесу лиття

Створення високоорієнтованих просторових структур у готових полімерних виробах є одним з найефективніших методів підвищення їх міцності. Теоретично доведено можливість забезпечення орієнтаційних процесів у розплаві при литті під тиском полімерних матеріалів. Однак практична реалізація таких методів вимагає більш глибокого дослідження та адаптації існуючих, а також розробок нових зразків обладнання для високоорієнтованого лиття.

Об'єкти та методи дослідження

Найефективнішим методом підвищення показників міцності виробу з полімерного матеріалу є забезпечення орієнтації його структури у напрямі дії руйнівних навантажень [1]. Встановлено, що при створенні безперервного просторового каркасу кристалів полімеру з витягнутими ланцюгами, його міцність значно зростає. Така структура виникає, коли охолоджується розплав у якому найбільш імовірне значення ступеня розгорнутості макромолекул становить $\beta_{HB} \leq 0.2$ [2]. Проблему прогнозування міцності литих шаруватих виробів та математичне моделювання процесу утворення високоорієнтованої структури у виробах, отриманих методом лиття полімерних матеріалів під тиском, розглянуто у роботі [3].

Отримано аналітичну залежність ступеня розгорнутості макромолекул у поверхневих шарах виробів від швидкості течії розплаву під час заповнення прес-форми, яка враховує природу полімеру, а також технологічні та конструктивні параметри обладнання. При литті під тиском підвищений ступінь орієнтації структури полімерного матеріалу у виробах забезпечується шляхом рециркуляції розплаву у системі матеріальний циліндр – прес-форма – дросельний пристрій [4].

Постановка завдання

Практичне дослідження процесу лиття полімерів з рециркуляцією розплаву вимагає створення відповідної технологічної оснастки та експериментального дослідження впливу технологічних показників на міцність готових виробів. Міцність полімерних виробів можна прогнозувати за умови розв'язання задачі, яка визначає залежність товщини пристінного шару полімеру та ступеня його орієнтації із параметрами процесу лиття з рециркуляцією розплаву та технологічними характеристиками прес-форми.

Результати та їх обговорення

Запропоновано експериментальний виріб у формі лопатки (рис.1), стандартизованих розмірів (ГОСТ 270-75), який застосовується для визначення міцності полімерів.

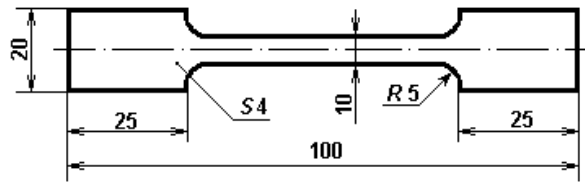


Рис.1. Полімерний виріб, який використовується для дослідження міцності зразків, отриманих способом лиття з прокачуванням розплаву

Для дослідження обрано такі технологічні чинники: температура та швидкість руху розплаву полімеру, тиск, необхідний для забезпечення заданих умов прокачування, час витримки під тиском та охолодження готового виробу, а також температурний режим пристрою для прокачування. Розроблено конструкцію прес-форми з черв'ячним пристроєм для прокачування [4]. Однак для експериментального дослідження перерахованих вище параметрів технологічного процесу було застосовано модифіковану конструкцію пристрою для прокачування поршневого типу.

Обладнання складається з таких основних вузлів (рис.3): 1 – верхньої частини прес-форми з формоутворюючою порожниною, датчиком температури розплаву полімеру та системою охолодження готових виробів; 2 – нижньої частини пресформи з дроселюючим пристроєм та системою обігрівання; 3 – конструкційного елемента з термоізоляційними властивостями; 4 – привода пристрою для дроселювання який забезпечує керуванням швидкістю та переміщенням поршня.

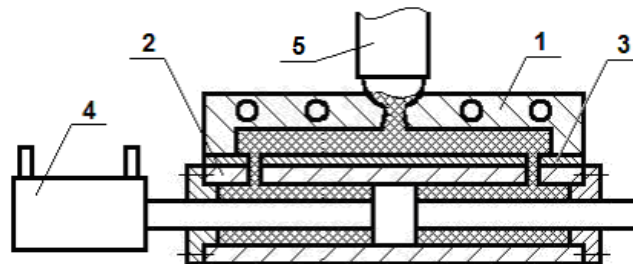


Рис. 2. Експериментальний пристрій для лиття полімерів під тиском з прокачуванням.

1 – верхня частина пресформи, 2 – нижня частина пресформи з пристроєм для прокачування, 3 – конструкційний елемент з термоізоляційними властивостями, 4 – привід пристрою для прокачування, 5 – сопло екструдера

У конструкції технологічної оснастки передбачено прокачування розплаву полімеру після заповнення формоутворюючої порожнини. Процес відбувається в ході витримки виробу під тиском з подальшим охолодженням.

При склюванні зовнішнього шару середню швидкість зсуву визначаємо за таким рівнянням [3]:

$$\bar{\gamma}_{\text{ср}} = \frac{(2n+1)4Q}{nB\delta_3} \left(\frac{1}{H-2\delta_3} - \frac{1}{H} \right), \quad (1)$$

де Q – об'ємна витрата розплаву; n – реологічний параметр; B – ширина оформляючої порожнини; δ_3 – товщина пристінного високорієнтованого шару полімерного матеріалу, H – висота оформляючої порожнини.

Тоді товщину отвердлого шару визначаємо за таким рівнянням:

$$\delta_s = \frac{1}{2} \left[H - \sqrt{H^2 - \frac{8Qc(T_c - T_\phi)}{BLH(T_0 - T_k)}} \right], \quad (2)$$

де L – відстань від фронту потоку до входу в оформляючу порожнину; c – коефіцієнт теплоємності розплаву; T_0, T_ϕ, T_c, T_k – температура матеріалу, форми, скловання та розплаву у пристрої для дроселювання.

А розподіл температури по перетину виробу, що формується:

$$T \approx \frac{qH^2}{2\lambda} \left[\left(\frac{z}{H} \right) - \left(\frac{z}{H} \right)^2 \right] + T_\phi, \quad (3)$$

де q – потужність внутрішніх джерел тепла, λ – коефіцієнт теплопровідності розплаву, z – параметр, який визначає зміну висоти перетину виробу у процесі лиття.

Величина теплопритоку до прес-форми визначається:

$$N = Qc(\bar{T}_0 - \bar{T}_k). \quad (4)$$

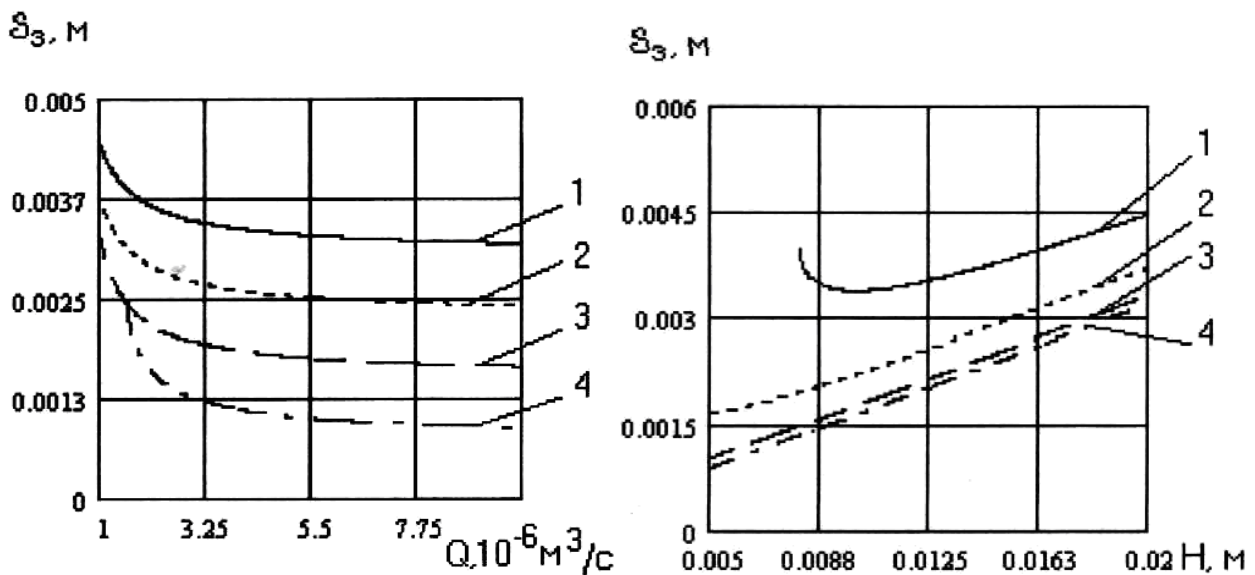


Рис.3. Залежність товщини пристінного шару виробів від об’ємної витрати розплаву при його рециркуляції: 1 – $H=20 \cdot 10^{-3}$ м; 2 – $H=15 \cdot 10^{-3}$ м; 3 – $H=10 \cdot 10^{-3}$ м; 4 – $H=5 \cdot 10^{-3}$ м

Потужність внутрішніх джерел тепла визначимо за формулою:

$$q = \frac{Q_c(\bar{T}_0 - \bar{T}_K)}{VHL} \quad (5)$$

Визначено залежність товщини пристінного шару виробів від об'ємної витрати розплаву при його рециркуляції та побудовано графіки залежності товщини високоорієнтованого шару від технологічних та геометричних параметрів пресформи (рис. 3, 4).

У табл.1 наведено результати експериментальних досліджень впливу технологічних факторів процесу лиття з прокачуванням на показники міцності одержаних зразків. Вироби, одержані литтям під тиском з прокачуванням, мають міцність вищу на 23...29% від звичайних, це за умови однакових значень температури та показників тиску.

Таблиця 1. Залежність сили розривання зразка від технологічних факторів процесу лиття

Тиск лиття P , МПа	Температура розплаву T_0 , °С			Умови формування виробів
	120	135	150	
	Сила розривання зразка, F , Н			
6	1050	920	820	звичайні
	1320	1180	1060	з прокачуванням
9	1150	1040	960	звичайні
	1480	1310	1180	з прокачуванням

Висновки

Детальне дослідження впливу технологічних чинників цього пристрою на показники міцності та якості готових виробів дають можливість оптимізувати процес лиття під тиском. Попередня обробка результатів експериментів дає можливість підтвердити теоретично показане підвищення міцності готових виробів. Подальша розробка та оптимізація технологічного процесу лиття полімерів з прокачуванням дасть можливість отримати полімерні вироби, до складу яких можливе включення значної кількості вторинної сировини при збереженні початкових експлуатаційних характеристик готових виробів.

ЛІТЕРАТУРА

1. Лапшин В.В. Основы переработки термопластов литьем под давлением. – М.: Химия, –1974. – 270 с.
2. Литвина Т.Г. и др. Степени растяжения макромолекул, обеспечивающие ориентационную кристаллизацию. – М.: Высокомолекулярные соединения. – 1982. – №5. – т. XXIV. – Сер.Б. – с.387–391.
3. Бурмістенков О.П., Злотенко Б.М., Костенко П.М. Орієнтаційне зміцнення виробів при литті полімерних матеріалів під тиском // Вісник ТУП. – 2004. – №2. – т. 1, – с.220–223.
4. Бурмістенков О.П., Злотенко Б.М., Костенко П.М. Пресформа для лиття під тиском полімерів. Пат. 18318 U України. Заявка № U200603337 від 28.03.2006; Опубл. 15.11.2006.

Надійшла 29.03.2010