

При дослідженні течії полімерів в некруглих каналах криві течії виявляються неінваріантними відносно гідравлічного радіусу каналу. Для розрахунків некруглих каналів пропонується метод приведення кривих течії полімерів до інваріантного виду на прикладі поліетилену

Ключові слова: поліетилен, гідравлічний радіус, крива течії

При исследовании течения полимеров в некруглых каналах кривые течения оказываются неинвариантными относительно гидравлического радиуса канала. Для расчетов некруглых каналов предлагается метод приведения кривых течения полимеров к инвариантному виду на примере полиэтилена

Ключевые слова: полиэтилен, гидравлический радиус, кривая течения

At research of flow of polymers in unround channels the flow curves appear uninvoriant in relation to the hydraulic radius of channel. The method of transformation of flow curves of polymers for the calculations of unround channels is offered to the invariant kind on example of polyethylene

Keywords: polyethylene, hydraulic radius, flow curve

ІНВАРІАНТНІ КРИВІ ТЕЧІЇ ПОЛІЕТИЛЕНУ НИЗЬКОЇ ГУСТИНИ

В.І. Сівецький

Кандидат технічних наук, професор
Кафедра хімічного, полімерного та силікатного
машинобудування*
Контактний тел.: (044) 454-92-77, 050-440-98-95

Д.Д. Рябінін

Кандидат технічних наук, доцент
Кафедра прикладної гідроаеромеханіки і
механотроніки*
Контактний тел.: 096-440-22-32

О.Л. Сокольський

Кандидат технічних наук, доцент
Кафедра хімічного, полімерного та силікатного
машинобудування*
Контактний тел.: (044) 454-92-77, 066-218-64-76
E-mail: sokolkiev@ukr.net

Х. Самандиджан

Студент
Кафедра прикладної гідроаеромеханіки і
механотроніки
*Національний технічний університет України
„Київський політехнічний інститут”
пр. Перемоги, 37, корпус 19, м. Київ, 03056
Контактний тел.: 093-579-66-68

Вступ

Використання гідравлічного радіусу при розрахунку каналів як способу переходу від каналів прямокутного поперечного перерізу до круглих каналів при течії розплавів полімерів призводить до кривих течії, які неінваріантні відносно гідравлічного радіусу каналу [1]. Для зведення кривих течії розплаву полімерів до інваріантного виду відносно гідравлічного радіусу каналу запропоновано використовувати поряд з гідравлічним радіусом реологічну змінну, яку умовно називають реологічним радіусом і яка залежить від реологічних властивостей ньютонівських рідин [2]. Розрахунок прямокутних каналів при течії розплавів полімерів являє значний практичний інтерес у зв'язку з розповсюдженням таких каналів у обладнанні для виготовлення виробів із полімерів та інших процесах хімічної технології [1].

Аналіз останніх досліджень і публікацій

Для випадків течії розплавів полімерів в круглих і плоскощільних каналах в роботі [3] запропоновано метод визначення швидкості ковзання і істинної кривої течії полімерів за неінваріантними реологічними характеристиками. Цей метод дозволяє визначити залежність швидкості ковзання на стінках круглого і плоскощільного каналів від напруження зсуву і істинну криву течії за неінваріантними відносно поперечних розмірів каналів залежностями ефективного градієнту швидкості від напруження зсуву, які були отримані звичайними методами, що дозволяє ураховувати специфічні властивості матеріалу типу композиції на основі ПВХ.

Для каналів з прямокутним поперечним перерізом в роботі [1] встановлено неінваріантність кривих течії розплавів полімерів відносно гідравлічного радіусу каналу, отримані співвідношення, які дозволяють

визначити уточнений радіус каналу R_R , який умовно названо реологічним. Розміри досліджуваних каналів були вибрані сумірними із промисловими. Висоту прямокутних каналів було вибрано 2 мм, 4 мм, 6 мм, 8 мм, 16 мм та 32 мм, а ширина залишається сталою і дорівнює 32 мм.

Нерозв'язаною раніше частиною загальної проблеми є застосування реологічного радіусу каналу R_R для зведення кривих течії полімерів, неінваріантних відносно гідралічного радіусу каналу, до інваріантного виду. Зокрема, це необхідно для забезпечення можливості використання даних капілярної віскозиметрії при гідралічному розрахунку каналів з некруглим поперечним перерізом.

Постановка задачі

Метою статті є формулювання алгоритму вирішення задачі зведення кривих течії полімерів, неінваріантних відносно гідралічного радіусу каналу, до інваріантного виду.

Вирішення задачі пропонується здійснювати в два етапи. На першому етапі з використанням гідралічного радіусу $R_{Г\text{х}32}$ отримуємо криві течії полімерів, неінваріантні відносно гідралічного радіусу каналів. Другий етап проводиться з використанням реологічного радіусу каналу $R_{RГ\text{х}32}$ і завершується зведенням кривих течії, неінваріантних гідралічного радіусу каналів, до інваріантного виду.

Виклад основного матеріалу дослідження

На першому етапі для розрахунку гідралічного радіусу $R_{Г\text{х}32}$, напруження зсуву на стінці каналу $\tau_{R_{Г\text{х}32}}$

та ефективного градієнту зсуву $\Gamma_{R_{Г\text{х}32}}$ використаємо такі співвідношення [2]

$$R_{Г\text{х}32} = \frac{S_{\text{іх}32}}{\chi_{\text{іх}32}}, \tag{1}$$

$$\tau_{R_{Г\text{х}32}} = \frac{\Delta P_{\text{іх}32} \cdot R_{Г\text{х}32}}{L_{\text{іх}32}}, \tag{2}$$

$$\Gamma_{R_{Г\text{х}32}} = \frac{Q_{\text{іх}32}}{2\pi \cdot R_{Г\text{х}32}^3}, \tag{3}$$

де $S_{\text{іх}32}$ – площа нормального перерізу каналу; $\chi_{\text{іх}32}$ – змочений периметр; $\Delta P_{\text{іх}32}$ – перепад тиску на трубі довжиною $L_{\text{іх}32}$; $Q_{\text{іх}32}$ – об'ємна витрата.

На другому етапі використаємо співвідношення, наведені у роботі [2]. Алгоритм вирішення задачі складається із наступних операцій.

З використанням співвідношення (1) для гідралічного радіусу $R_{Г\text{х}32}$ із співвідношенням (3) визначаємо ефективний градієнт швидкості $\Gamma_{R_{Г\text{х}32}}$.

З використанням ефективного градієнту швидкості $\Gamma_{R_{Г\text{х}32}}$, визначеного за рівнянням (3), на кривій течії каналу $2\text{х}32$ знаходимо величину напруження зсуву τ_χ .

Знаходимо напруження зсуву на стінці i -го каналу [2]

$$\tau_{R_{Г\text{іх}32}} = \tau_\chi \left(\frac{R_{Г\text{іх}32}}{R_{R\text{іх}32}} \right)^{3n} \tag{4}$$

де n – індекс течії.

Відмічаємо величину напруження зсуву $\tau_{R_{Г\text{іх}32}}$ на кривій течії i -го каналу.

Послідовно переносимо величину напруження зсуву $\tau_{R_{Г\text{іх}32}}$ на криву течії каналу $2\text{х}32$ за умови, що

$$\tau_{R_{Г\text{іх}32}} = \tau_{R\text{іх}32} \cdot$$

Величину ефективного градієнту швидкості $\Gamma_{R_{R\text{іх}32}}$ визначаємо за [1]

$$\Gamma_{R_{R\text{іх}32}} = \Gamma_{R_{Г\text{іх}32}} \sqrt[n]{\frac{\tau_{R_{Г\text{іх}32}}}{\tau_\chi}}, \tag{5}$$

Величини $\tau_{R_{Г\text{іх}32}} = \tau_{R\text{іх}32}$ та $\Gamma_{R_{R\text{іх}32}}$, які визначені за

співвідношенням (4) та (5), належать до кривої течії каналу $2\text{х}32$ і набувають сенсу середнього за периметром напруження тертя на стінці та ефективного градієнту швидкості, які характеризують напружений стан i -го каналу. Такі перетворення можливі для будь-якого каналу. Внаслідок чого криві течії розплавів полімерів, що рухаються у прямокутних каналах, стають інваріантними відносно розмірів поперечного перерізу каналу.

В таблиці 1 наведені розрахункові дані для зведення кривої течії розплаву поліетилену низької густини, неінваріантної відносно гідралічного радіусу каналу $8\text{х}32$, до інваріантного виду.

Таблица 1

Параметри течії поліетилену низької густини марки П-2010-В у каналі $8\text{х}32$ за температури 150°C

	$R_{Г8\text{х}32}$, см	Реологічний радіус $R_{R8\text{х}32}$, см	$\tau_{R_{Г8\text{х}32}}$ Н/см ²	τ_χ , Н/см ²	$\Gamma_{R_{Г8\text{х}32}}$ с ⁻¹	$\Gamma_{R_{R8\text{х}32}}$ с ⁻¹	n
150	$0,32 \Gamma_{R_{Г\text{іх}32}}$	0,1972	2,2	1,07	9	39,42	0,4877
	0,323	0,1988	3,25	1,6	20	85,5	0,4877
	0,323	0,2013	3,85	1,93	30	123,63	0,4877
	0,323	0,2038	4,9	2,5	50	198,7	0,4877
	0,323	0,209	7	3,7	110	405,8	0,4877
	0,323	0,1962	10	5,3	225	1008	0,4245

На рис. 1 суцільними лініями показані консистентні криві течії для каналів $2\text{х}32$ та $8\text{х}32$ за температури 150°C , отримані в результаті дослідів, які порівнюються із розрахунковими даними.

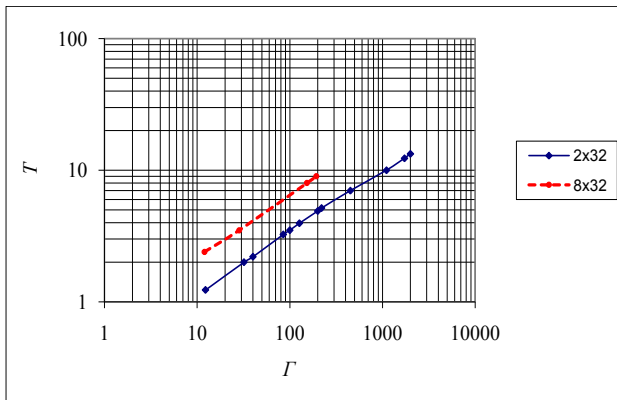


Рис. 1. Консистентні криві течії для каналів 2x32 та 8x32 за температури 150°C

Висновки

Наведений у статті метод зведених кривих течії до інваріантного виду дає змогу підвищення точності визначення реологічних характеристик розплаву поліетилену і можливість використання результатів

віскозиметричного експерименту для розрахунку опорів прямокутних каналів довільного перетину.

Перспективи подальших досліджень у цьому напрямку можуть бути направлені на виявлення впливу індексу течії на реологічні характеристики розплаву полімерів.

Література

1. Сівецький, В.І. Пристинні ефекти в процесах переробки полімерних матеріалів [Текст] / В.І. Сівецький, О.С. Сахаров, О.Л. Сокольський, Д.Д. Рябінін. – К.: НТУУ «КПІ», 2009. – 140 с.
2. Рябінін, Д.Д. Про реологічний аспект використання поняття гідравлічного радіуса [Текст] / Д.Д. Рябінін, А.М. Мотін // Вестник Национального технического университета Украины “Киевский политехнический институт”. Машиностроение. – 2001. – № 41. – С. 55–59.
3. Жданов, Ю.А. Метод определения скорости скольжения и истинной кривой течения полимеров по неинвариантным реологическим характеристикам [Текст] / Ю.А. Жданов, Л.А. Иванова, Д.Д. Рябінін // Респ. межв. научно-техн. сб. “Химическое машиностроение”. – 1973. – № 18. – С. 50–57.

УДК 669.15'74-194:621.785.52

ПОВЫШЕНИЕ МЕХАНИЧЕСКИХ СВОЙСТВ СТАЛИ 10Г12 ЗА СЧЕТ РАЦИОНАЛЬНЫХ РЕЖИМОВ ТЕРМИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ

Л.С. Малинов

Доктор технических наук, профессор, заведующий кафедрой*

Контактный тел.: (0629) 44-66-58

В.А. Харлашкин

Аспирант*

Контактный тел.: (0629) 44-61-69, 098-575-26-03

E-mail: blindcat568@inbox.ru

О.А. Глебова

Студентка

*Кафедра «Материаловедение»

Приазовский государственный технический университет
ул. Университетская, 7, г. Мариуполь, Донецкая обл.,

Украина, 87500

Контактный тел.: (0629) 44-61-69

У роботі приведені результати дослідження впливу ступінчастого гартування та гартування з перерваним охолодженням на механічні властивості сталі 10Г12. Показано, що добре сполучення властивостей сталі може бути отримано після раціональних режимів термообробки

Ключові слова: аустеніт, динамічне деформаційне мартенситне перетворення

В работе приведены результаты исследований влияния ступенчатой закалки и закалки с прерванным охлаждением на механические свойства стали 10Г12. Показано, что хорошее сочетание свойств стали может быть получено после рациональных режимов ступенчатой и прерванной закалок

Ключевые слова: аустенит, динамическое деформационное мартенситное превращение

The results of influence of graded hardening and hardening with interrupted cooling on mechanical properties of steel 10G12 are shown in this research paper. It is proved that due to efficient hit treatment it may be obtained good combination of mechanical properties

Key words: austenite, dynamical deformativе martensite transformation