

4. Кулиев, А. Н. Химия и технология присадок к маслам и топливам [Текст] / А. Н. Кулиев. — Л.: Химия, 1985. — 312 с.
5. Пат. 20060223945A1 США: МПК C08F 255/10, C08F 8/32, Low color polyisobutylene succinic anhydride-derived emulsifiers / Hollingshurst C. L., Price D., Steckel T. F., Filippini B. V., Huang N. Z.; заявитель и патентообладатель The Lubrizol Corporation. — № 10/543,860; заявл. 21.01.2003, опубл. 05.10.2006.
6. А.с. 893984 СССР, МПК С 07 С 103/30, G 05 D 27/00. Способ автоматического управления процессом получения алкенилсукцинимидов в производстве сукцинимидной присадки / [Манойло А. М., Абушек В. А., Ленёв Л. И., Вяльцин Н. И.] — 2880588/23-26; заявл. 24.01.80; опубл. 30.12.81, Бюл. № 48.
7. Главати, О. Л. Разработка технологии сукцинимидных присадок / [Главати О.Л., Попович Т.Д., Рабинович И. Ю. и др.] // Нефтепереработка и нефтехимия. — Киев. — 1971. — С. 35-43.
8. Даниленко, В.В. Исследование стадии получения алкенилсукцинимидов при производстве сукцинимидных присадок как объекта автоматизации / [Даниленко В.В., Манойло А.М., Главати О.Л.] // Нефтепереработка и нефтехимия. — Киев. — 1971. — С. 43-46.
9. Благовидов, И.Ф. Синтез сукцинимидной диспергирующей присадки / [Благовидов И.Ф., Каржев В. И. и др.] // Химия и технология топлив и масел. — 1968. — № 12. — С. 14-17.

Криві течії полімерів визначають методами капілярної віскозиметрії на круглих чи плоскощільних каналах. Пропонується метод пошуку кривих течії полімерів, неінваріантних відносно гідравлічного радіусу каналу, для використання віскозиметричних даних при розрахунку некруглих каналів

Ключові слова: поліетилен, гідравлічний радіус, крива течії

Кривые течения полимеров определяют методами капиллярной вискозиметрии на круглых или плоскощелевых каналах. Предлагается метод поиска кривых течения полимеров, неинвариантных относительно гидравлического радиуса канала, для использования вискозиметрических данных при расчетах некруглых каналов

Ключевые слова: полиэтилен, гидравлический радиус, кривая течения

The curve currents of polymers define by methods of capillary viscosimetry on round or plane-split channels. The method of finding of the flow curves polymers, not invariant relative to hydraulic radius of the channel, for use the viscosimetry data at calculations of non-round channels is offered.

Keywords: polyethylene, hydraulic radius, flow curve

УДК 678.057

ЗВЕДЕННЯ ДО ІНВАРІАНТНОГО ВИДУ КРИВИХ ТЕЧІЇ ПЕНГ ВІДНОСНО КАНАЛУ 4×32ММ

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

С.О. Корольов

Студент
*Національний технічний університет України „Київський
політехнічний інститут”
пр. Перемоги 37, корпус 19, м. Київ, 03056
Контактний тел.: 099-49-53-025

Постановка проблеми

Використання гідравлічного радіусу при розрахунку каналів як способу переходу від каналів прямокут-

ного поперечного перерізу до круглих каналів при течії розплавів полімерів приводить до кривих течії, які неінваріантні відносно гідравлічного радіусу каналу [1]. Для зведення кривих течії розплаву 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 неньютонівських рідин [2]. Розрахунок прямокутних каналів при течії розплавів полімерів являє значний практичний інтерес у зв'язку із 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 урахувати специфічні властивості матеріалу типу композицій на основі поліетилену низької густини (ПЕНГ).

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

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

Виклад основного матеріалу дослідження

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

Вирішення здійснюється у два етапи. На першому етапі з використанням гідравлічного радіусу отримаємо криві течії полімерів, неінваріантні відносно гідравлічного радіусу каналів. Другий етап проводиться з використанням реологічного радіусу каналу і завершується зведенням кривих течії, неінваріантних гідравлічного радіусу каналів, до інваріантного виду.

На першому етапі для розрахунку гідравлічного радіусу $R_{Гі\text{х}32}$, напруження зсуву на стінці каналу $\tau_{Гі\text{х}32}$ та ефективного градієнту зсуву $\Gamma_{Гі\text{х}32}$ використаємо такі співвідношення [2]:

$$R_{Гі\text{х}32} = \frac{S_{і\text{х}32}}{\chi_{і\text{х}32}}, \tag{1}$$

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

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

де $S_{і\text{х}32}$ – площа нормального перерізу каналу; $\chi_{і\text{х}32}$ – змочений периметр; $\Delta P_{і\text{х}32}$ – перепад тиску на каналі довжиною $L_{і\text{х}32}$ з гідравлічним радіусом $R_{Гі\text{х}32}$; $Q_{і\text{х}32}$ – об'ємна витрата.

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

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

2. З використанням ефективного градієнту швидкості $\Gamma_{R_{Гі\text{х}32}}$, визначеного за рівнянням (3), на кривій

течії каналу 2×32 знаходимо величину напруження зсуву τ_x .

3. Знаходимо напруження зсуву на стінці i -го каналу [3]:

$$\tau_{R_{Гі\text{х}32}} = \tau_x \left(\frac{R_{Гі\text{х}32}}{R_{Rі\text{х}32}} \right)^{3n}, \tag{4}$$

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

5. Послідовно переносимо величину напруження зсуву $\tau_{R_{Гі\text{х}32}}$ на криву течії каналу 2×32 за умови, що

$$\tau_{R_{Гі\text{х}32}} = \tau_{R_{Rі\text{х}32}}.$$

6. Величину ефективного градієнту швидкості $\Gamma_{R_{Rі\text{х}32}}$ визначаємо за [3]:

$$\Gamma_{R_{Rі\text{х}32}} = \Gamma_{R_{Гі\text{х}32}} \sqrt[n]{\frac{\tau_{R_{Гі\text{х}32}}}{\tau_x}}, \tag{5}$$

Величини $\tau_{R_{Гі\text{х}32}} = \tau_{R_{Rі\text{х}32}}$ та $\Gamma_{R_{Rі\text{х}32}}$, які визначені за співвідношенням (4) та (5), належать до кривої течії каналу 2×32 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 гідравлічного радіусу каналу 4×32, до інваріантного виду.

Параметри течії поліетилену низької густини марки П-2010-В у каналі 4×32 за температури 150°C

Температура розплаву, °С	Гідралічний радіус $R_{Г4\times32}$, см	Реологічний радіус $R_{R4\times32}$, см	$\tau_{R_{Г4\times32}}$, Н/см ²	τ_x , Н/см ²	$\Gamma_{R_{Г4\times32}}$, с ⁻¹	$\Gamma_{R_{R4\times32}}$, с ⁻¹	n
150	0,176	0,1417	1,75	1,07	9	17,26	0,4877
	0,176	0,1315	2,45	1,60	20	48	0,4877
	0,176	0,1319	3,05	2,00	31,5	74,84	0,4877
	0,176	0,1322	3,80	2,50	50	118	0,4877
	0,176	0,1342	5,20	3,50	99	223,05	0,4877
	0,176	0,1339	8,50	6,00	315	716	0,4245
	0,176	0,1330	12,0	8,40	690	1600	0,4245
	0,176	0,1321	18,0	12,5	1800	4249,8	0,4245

На рис. 1 суцільними лініями показані консистентні криві течії для каналів та за температури 150°C, отримані в результаті дослідів, які порівнюються із розрахунковими даними.

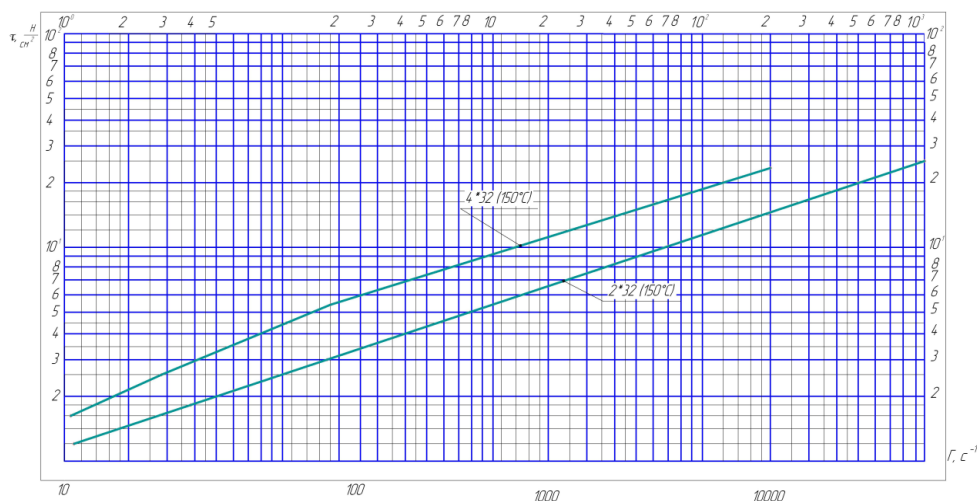


Рис. 1 Консистентні криві течії ПЕНГ марки П-2010-В для каналів 2×32 та 4×32 за температури 150°C: криві течії – суцільні лінії

Висновки

Наведений у статті метод зведення кривих течії до інваріантного виду дає змогу підвищення точності визначення реологічних характеристик розплаву ПЕНГ і

можливість використання результатів вискозиметричного 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

- 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.
- Рябінін, Д.Д. Про реологічний аспект використання поняття гідралічного радіуса [Текст] / Д.Д. Рябінін, А.М. Мотін // Вестник Национального технического университета Украины «Киевский политехнический институт». Машиностроение. – 2001. – № 41. – С. 55–59.
- Жданов, Ю.А. Метод определения скорости скольжения и истинной кривой течения полимеров по инвариантным реологическим характеристикам [Текст] / Ю.А. Жданов, Л.А. Иванова, Д.Д. Рябинин // Респ. межв. научно-техн. сб. «Химическое машиностроение». – 1973. – № 18. – С. 50–57.