

УДК 678.057

# ЗВЕДЕННЯ ДО ІНВАРІАНТНОГО ВИДУ КРИВИХ ТЕЧІЇ ПОЛІЕТИЛЕНУ ВИСОКОЇ ГУСТИНИ

*У статті пропонується метод приведення кривих течії полімерів, неінваріантних відносно гідравлічного радіуса каналу, до інваріантного виду, для можливості використання віскозиметричних даних при розрахунках некруглих каналів на прикладі поліетилену високої густини*

*Ключові слова: поліетилен високої густини, гідравлічний радіус, канали некруглої форми, крива течії*

*В статье предлагается метод приведения кривых течения полимеров, неинвариантных относительно гидравлического радиуса канала, к инвариантному виду, для возможности использования вискозиметрических данных при расчетах некруглых каналов на примере полиэтилена высокой плотности*

*Ключевые слова: полиэтилен высокой плотности, гидравлический радиус, каналы некруглой формы, кривая течения*

*In article is offered the reducing method of the polymers flow curves, not invariant concerning hydraulic radius of the channel, to an invariant kind, for use possibility the viscosimetry data is offered at calculations of not round channels, by high density polyethylene example*

*Key words: high density polyethylene, hydraulic radius, nonround-form channels, flow curve*

**В.І. Сівецький**

Кандидат технічних наук, професор\*

Контактний тел.: (044) 454-92-77, 050-440-98-95

**Д.Д. Рябінін**

Кандидат технічних наук, доцент\*\*

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.А. Кривко**

Аспірант\*\*

\*\*Кафедра прикладної гідроаеромеханіки і механотроніки\*\*\*

E-mail: kryvkosergii@gmail.com

**Б.О. Сухоплеско\*\*\***

Контактний тел.: 063-336-74-37

E-mail: c.c.r.b@i.ua

\*\*\*Національний технічний університет України

„Київський політехнічний інститут”

пр. Перемоги 37, корпус 1, м. Київ, 03056

## 1. Вступ

Продукти хімічної промисловості зазнають широкого використання у різних областях людської діяльності. Для забезпечення високоякісної продукцією постає питання про проектування високоефективного обладнання переробної промисловості. При проектуванні увага приділяється розрахунку параметрів потоку розплаву в каналах некруглої форми, що можуть бути зведені до каналів круглої форми.

Використання гідравлічного радіусу при розрахунку каналів як способу переходу від каналів прямокутного 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 з розповсюдженням таких каналів у обладнанні для виготовлення виробів із полімерів та інших процесах хімічної технології [1].

## 2. Аналіз останніх досліджень і публікацій

Для випадків течії розплавів полімерів в круглих і плоскощільних каналах в роботі [3] запропонований 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, 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 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, 16мм та 32 мм, а ширина залишається сталою і дорівнює 32 мм.

### 3. Формулювання цілей статті

Нерозв'язана раніше частина загальної проблеми є застосування реологічного радіусу каналу  $R_R$  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.

Мета статті – застосування алгоритму вирішення задачі зведення кривих течії поліетилену високої густини марки П-4020-ЭК у каналі 8×32, що неінваріантні відносно гідравлічного радіусу каналу, до інваріантного виду.

### 4. Виклад основного матеріалу дослідження

Вирішення проводиться згідно алгоритму поданого в роботі [4] та планується у два етапи. На першому етапі з використанням гідравлічного радіусу  $R_{Г8×32}$  отримаємо криві течії полімерів, неінваріантні відносно гідравлічного радіусу каналів, за допомогою наведених в роботі [2] розрахункових співвідношень.

Другий етап проводиться з використанням реологічного радіусу каналу  $R_{R8×32}$  і завершується зведенням кривих течії, неінваріантних гідравлічного радіусу каналів, до інваріантного виду згідно алгоритму [4].

В табл. 1 наведені розрахункові дані для зведення кривої течії розплаву поліетилену високої густини марки П-4020-ЭК, неінваріантної відносно гідравлічного радіусу каналу 8×32, до інваріантного виду.

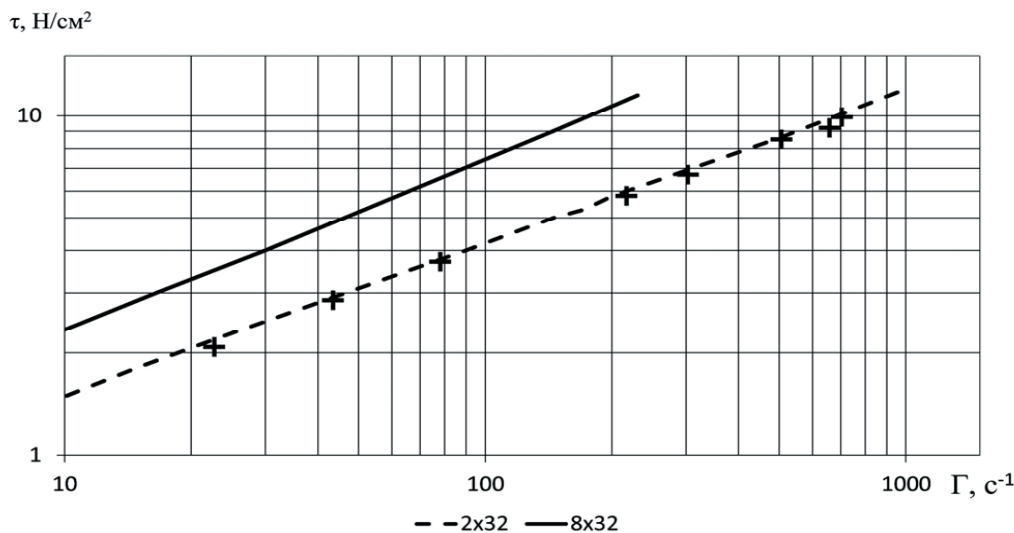
На рис. 1 суцільними лініями показані консистентні криві течії для каналів 2×32 та 8×32 за температури 170°C, отримані в результаті дослідів, які по-

рівнюються із розрахунковими даними, отриманими завдяки алгоритму [4].

Таблиця 1

Параметри течії поліетилену високої густини марки П-4020-ЭК у каналі 8×32 за температури 170 °С

Температура розплаву $T, ^\circ\text{C}$	Гідравлічний радіус $R_{Г8×32}, \text{см}$	Реологічний радіус $R_{R8×32}, \text{см}$	$\tau_{R_{Г8×32}}, \text{н/см}^2$	$\tau_x, \text{н/см}^2$	$\Gamma_{R_{Г8×32}}, \text{с}^{-1}$	$\Gamma_{R_{R8×32}}, \text{с}^{-1}$	$n$
170	0,323	0,2242	2,07	1,3	7,60	22,70	0,4245
	0,323	0,2253	2,85	1,8	14,75	43,50	0,4245
	0,323	0,2225	3,70	2,3	25,50	78,18	0,4245
	0,323	0,2174	5,80	3,5	66,00	216,88	0,4245
	0,323	0,2163	6,70	4,0	90,00	303,39	0,4245
	0,323	0,2129	8,50	5,0	145,0	506,05	0,4245
	0,323	0,2063	9,20	5,2	172,0	659,28	0,4245
	0,323	0,2123	9,90	5,8	200,0	704,80	0,4245



криві течії – суцільна та штрихова лінії; розрахункові дані для 170°C - позначка «+»

Рис. 1. Консистентні криві течії поліетилену високої густини марки П-4020-ЭК для каналів 2×32 та 8×32 за температури 170°C

### Висновки

Наведене застосування методу зведення кривих течії до інваріантного виду на поліетилені високої густини, дає змогу підвищити точність визначення реологічних характеристик розплаву поліетилену та можливість використання результатів віскозиметричного експерименту для розрахунку опорів прямокутних каналів довільного перетину.

### Література

1. 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.
4. Сівецький, В.І. Пошук кривої течії для поліетилену низької густини для прямокутного каналу [Текст] / В.І. Сівецький, Д.Д. Рябінін, О.Л. Сокольський, С.А. Кривко, М.С. Франкова // Восточно-европейский журнал передовых технологий. – 2011. – № 2/5 (50). – С. 35-37.

УДК 678.057

## ПОШУК КРИВИХ ТЕЧІЇ УДАРОМІЦНОГО ПОЛІСТИРОЛУ, НЕІНВАРІАНТНИХ ВІДНОСНО ГІДРАВЛІЧНОГО РАДІУСУ КАНАЛУ

**В.І. Сівецький**

Кандидат технічних наук, професор\*

Контактний тел.: (044) 454-92-77, 050-440-98-95

**Д.Д. Рябінін**

Кандидат технічних наук, доцент\*\*

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.А. Кривко**

Аспірант\*\*

\*\*Кафедра прикладної гідроаеромеханіки і

механотроніки\*\*\*

E-mail: kryvkosergii@gmail.com

**В.О. Грігор'єва\*\*\***

Контактний тел.: 063-336-74-37

E-mail: c.c.r.b@i.ua

\*\*\*Національний технічний університет України

„Київський політехнічний інститут”

пр. Перемоги 37, корпус 1, м. Київ, 03056

*В статті запропоновано метод пошуку кривих течії полімерів, неінваріантних відносно гідравлічного радіусу каналу, зокрема каналу 4x32 мм, для можливості використання віскозиметричних даних при розрахунку некруглих каналів*

*Ключові слова: полістирол, гідравлічний радіус, канали некруглої форми, крива течії*

*В статье предлагается метод поиска кривых течения полимеров, неинвариантных относительно гидравлического радиуса канала, в частности канала 4x32 мм, для возможности использования вискозиметрических данных при расчетах некруглых каналов*

*Ключевые слова: полистирол, гидравлический радиус, каналы некруглой формы, кривая течения*

*In article the method of the curves current polymers is offered, not invariant concerning hydraulic radius of the channel, in particular in channel 4x32 mm, for use possibility the viscosimetry data is offered at calculations of not round channels*

*Key words: polystyrene, hydraulic radius, nonround-form channels, flow curve*

### 1. Вступ

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 пошуку кривих течії розплаву полімеру, які неінва-