

# ВПЛИВ ТЕМПЕРАТУРИ РОЗПЛАВУ ПОЛІЕТИЛЕНУ ВИСОКОЇ ГУСТИНИ НА ВЕЛИЧИНИ ГІДРАВЛІЧНИХ РАДІУСІВ ПРЯМОКУТНИХ КАНАЛІВ

**В.І. Сівецький**

Кандидат технічних наук, професор\*  
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

**В.О. Безбабін\*\***

Контактний тел.: 097-608-53-20  
\*\*Національний технічний університет України „Київський політехнічний інститут”  
проспект Перемоги 37, корпус 19, м. Київ, 03056

*Наводяться результати дослідження, проведеного на розплаві поліетилену високої густини в циліндричних каналах прямокутної форми, мета якого полягала у визначенні впливу температури розплаву полімеру на величини гідравлічних радіусів*

*Ключові слова: поліетилен, пристінний ефект, гідравлічний радіус*

*Приводятся результаты исследования, проведенного на расплаве полиэтилена высокой плотности в цилиндрических каналах прямоугольной формы, цель которого заключалась в определении влияния температуры расплава полимера на величины гидравлических радиусов*

*Ключевые слова: полиэтилен, пристенный эффект, гидравлический радиус*

*Results over of the research conducted on fusion of high density polyethylene in the cylindrical ducting of rectangular form are brought, the purpose of which consisted in determination of influencing of temperature of fusion of polymer on the sizes of hydraulic radiuses*

*Keywords: polyethylene, out wall's effect, hydraulic radius*

## 1. Вступ

В наш час поліетилену широко використовуються в промисловості, як матеріали, що мають найбільш доцільне економічне використання, порівняно з матеріалами, що використовувались раніше. Внаслідок цього постає необхідність розрахунку обладнання, що здійснює виробництво продукції з нього. При розрахунках можливі помилки, які виникають внаслідок відсутності врахування впливу температури матеріалу на величину гідравлічних радіусів прямокутних циліндричних каналів.

## 2. Постановка завдання

При вивченні реологічних особливостей поведінки поліетилену високої густини марки П-4020-ЭК [1, 2, 3] із середньочисловою молекулярною масою 55500 у круглих каналах була встановлена неінваріантність його кривих течії відносно діаметру каналу, яка пояснювалась наявністю пристінних аномалій. Для каналів прямокутної форми [4, 5] також була виявлена неінваріантність кривих течії відносно гідравлічного радіусу каналу за температури 170°C та 210°C. Цей реологічний ефект сильніше виявляється для каналів з

малим поперечним перерізом, зокрема 2 x 32, 4 x 32, 8x x 32 мм.

Для відображення впливу температури розплаву на величину гідравлічних радіусів прямокутних каналів використаємо криві течії для каналів некруглої форми [4, 5]. Використання таких каналів включає в себе такі випадки, як течія матеріалу в щілині та каналі з поперечним перерізом, що прямує до форми квадрату, які широко використовуються у промисловості.

За допомогою установки, яка призначена для візкозиметричних досліджень та досліджень профілів швидкостей розплавів полімерів [1], за умов ізотермічного процесу, отримуємо залежності витрати розплаву від перепаду тиску по довжині каналу.

Експеримент по вивченню течії поліетилену високої густини марки П-4020-ЭК було проведено за температур 170°C та 210°C. Для візкозиметричного дослідження були використані канали прямокутного перерізу 2 x 32, 4 x 32, 8 x 32, 16 x 32 та 32 x 32 мм.

### 3. Результати досліджень

Аналіз кривих течії, які побудовані у подвійних логарифмічних координатах, дозволив зробити висновки [4], що криві течії не є інваріантними відносно гідравлічних радіусів. Криві течії для прямокутних каналів 8 x 32, 16 x 32, 32 x 32 зближуються, перетинаються та лежать одна від одної на меншій відстані як 2 x 32 та 4 x 32.

Величини індексу течії  $n$  було визначено в результаті аналізу логарифмічних кривих течії полімерів. Були виділені їх прямолінійні ділянки і визначені реологічні параметри кривих течій на усіх ділянках. Ці дані наведені у табл. 1. Логарифмічні криві течії відповідають каналу 2 x 32.

Таблиця 1

Реологічні параметри кривих течії поліетилену марки П-4020-ЭК

Температура, °C	Напруження зсуву на стінці каналу $\tau_{Rr}$ , Н/м <sup>2</sup> *10 <sup>-4</sup>	Ефективний градієнт швидкості $\Gamma_{Rr}$ , с <sup>-1</sup>	Величина індексу течії $n$
170	1,3 - 8,6	8 - 500	0,4245
	8,6 - 20	500 - 4500	0,3839
210	0,68 - 1,4	5 - 18	0,5774
	1,4 - 16,2	18 - 4000	0,4663

Співставлення гідравлічних і реологічних радіусів при течії поліетилену високої густини марки П-4020-ЭК у прямокутних каналах за температур 170°C та 210°C наведені в табл. 2, де проведено порівняння гідравлічних радіусів  $R_{Гix32}$  і реологічних радіусів  $R_{Rix32}$  для прямокутних каналів.

У всіх випадках порівняння гідравлічний радіус перевищує реологічний радіус.

Вплив температури обумовлює дещо вищі значення реологічних радіусів за температури 210°C.

Таблиця 2

Геометричні параметри течії поліетилену низької густини марки П-4020-ЭК у прямокутних каналах

Умовне позначення каналу	Гідравлічний радіус $R_{Гix32}$ , м·10 <sup>2</sup>	Реологічні радіуси $\tau_{Rix32}$ , м·10 <sup>2</sup>	
		T = 170°C	T = 210°C
1	2	3	4
4 x 32	0,176	0,1496	0,1557
	0,176	0,1489	0,1539
	0,176	0,1469	0,1578
	0,176	0,1477	0,1517
	0,176	0,1477	0,1506
	0,176	0,1471	0,1478
	0,176	0,1444	0,1452
	0,176	0,1425	0,1408
8 x 32	0,323	0,2242	0,2365
	0,323	0,2253	0,2405
	0,323	0,2225	0,2492
	0,323	0,2174	0,2348
	0,323	0,2163	0,2308
	0,323	0,2129	0,2279
	0,323	0,2063	0,2247
	0,323	0,2123	—
16 x 32	0,53	0,3503	0,3881
	0,53	0,3517	0,3866
	0,53	0,3521	0,3908
	0,53	0,3549	0,3635
32 x 32	0,799	0,5196	0,5355
	0,799	0,5026	0,5318
	0,799	0,4976	0,5179

### Висновок

Для всіх типорозмірів каналів прямокутного перерізу значення гідравлічних радіусів перевищує реологічні радіуси в усьому діапазоні температур. Підвищення температури обумовлює збільшення значень реологічних радіусів для всіх досліджених типів каналів. Напрямом подальших досліджень може бути визначення впливу пристінних ефектів при різних технологічних режимах.

### Література

1. Исследование профиля скоростей при течении расплава полиэтилена в цилиндрических каналах. / Жданов Ю.А., Дубовицкий В.Ф. // Сб. "Химическое машиностроение". – 1968. – вып. 8. – С. 42 – 47.
2. К вопросу о пристенном скольжении расплава полиэтилена. / Жданов Ю.А., Дубовицкий В.Ф. // Сб. "Химическое машиностроение". – 1969. – вып. 9. – С. 17 – 21.
3. Пристенные эффекты при течении полиэтилена в цилиндрических каналах. / Жданов Ю.А., Дубовицкий В.Ф. // Сб. «Химическое машиностроение». – 1969. – вып. 9. – С. 21 – 27.
4. Про визначення реологічних характеристик поліетилену високої густини з урахуванням пристінних ефектів. / Кривко С.А., Беспалов А.А., Рябинин Д.Д. // Вестник Национального технического университета Украины "Киевский политехнический институт". – 2009. – № 55. – С. 181 – 185.

5. Течение полиэтилена высокой плотности в прямоугольных каналах. / Рябинин Д.Д. // Сб. "Химическое машиностроение". – 1976. – вып. 24. – С. 33 – 37.
6. Про реологічний аспект використання поняття гідравлічного радіуса. / Рябинин Д.Д. Мотін А.М. // Вестник Национального технического университета Украины "Киевский политехнический институт". – 2001. – № 41. – С. 55 – 59.

*Наводяться результати експерименту, проведеного на розплаві поліетилену високої густини в циліндричних каналах некруглої форми, мета якого полягала у визначенні впливу пристінних ефектів матеріалу на величину гідравлічного радіуса*

*Ключові слова: поліетилен, пристінний ефект, гідравлічний радіус*

*Приводятся результаты эксперимента, проведенного на расплаве полиэтилена высокой плотности в цилиндрических каналах некруглой формы, цель которого заключалась в определении влияния пристенных эффектов материала на величину гидравлического радиуса*

*Ключевые слова: полиэтилен, пристенный эффект, гидравлический радиус*

*Experiment results shown obtained from the flux of high density polyethylene in cylindrical non-round tubes, that object was – to find out wall's effects of material on hydraulic radius influences*

*Key words: polyethylene, out wall's effect, hydraulic radius*

УДК 678.057

# ВПЛИВ РЕОЛОГІЧНОЇ ПОВЕДІНКИ ПОЛІЕТИЛЕНУ НА ВЕЛИЧИНУ ГІДРАВЛІЧНОГО РАДІУСУ

**В.І. Сівецький**

Кандидат технічних наук, професор\*  
Контактний тел.: (044) 454-92-77, 050-440-98-95

**Д.Д. Рябинін**

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

**О.О. Гордієнко\*\***

Контактний тел.: 099-791-97-86  
E-mail: Gordienko-s@yandex.ru

\*\*Національний технічний університет України „Київський політехнічний інститут”  
проспект Перемоги 37, корпус 19, м. Київ, 03056

## 1. Вступ

В наш час поліетилену широко використовуються в промисловості, як матеріали, що мають більш доцільне економічне використання, порівняно з матеріалами, що використовувались раніше. Внаслідок чого постає необхідність розрахунку параметрів технологічного процесу і обладнання, що здійснює виробництво продукції. При розрахунках найбільш суттєві помилки

виникають внаслідок відсутності врахування пристінних ефектів, які мають місце при течії поліетилену високої густини.

## 2. Постановка завдання

На реологічні характеристики поліетиленів впливав молекулярна маса полімеру, характер молеку-