

10. Майоренко, В. М. Математическое планирование эксперимента при оптимизации состава четырехкомпонентного сплава по цветовым свойствам [Текст] / В. М. Майоренко, В. Н. Федоров, В. М. Можжев, Е. М. Мейнарович // Методы исследования ювелирных сплавов и вопросы нормирования драгоценных металлов. Сборник трудов НИИ Ювелирпром. — Ленинград, 1982. — С. 15–20.
11. Майоренко, В. М. Исследование цветовых свойств некоторых сплавов на основе меди [Текст] / В. М. Майоренко, В. Н. Федоров, В. М. Можжев и др. // Методы исследования ювелирных сплавов и вопросы нормирования драгоценных металлов. Сборник трудов НИИ Ювелирпром. — Ленинград, 1982. — С. 8–15.
12. Старченко, И. П. Механические и технологические характеристики сплавов белого золота [Текст] / И. П. Старченко, В. А. Лифшиц // Новые отечественные материалы для ювелирного производства. Сборник трудов НИИ Ювелирпром. — Ленинград, 1981. — С. 69–75.
13. Мальцев, М. В. Модифицирование структуры металлов и сплавов [Текст] / М. В. Мальцев. — М.: Металлургия, 1964. — 214 с.
14. Кондаков, Е. Н. К вопросу о модификации отливок из золота 583 пробы [Текст] / Е. Н. Кондаков // Основные проблемы развития металлургических процессов ювелирного производства. Сборник трудов НИИ Ювелирпром. — Ленинград, 1976. — Вып. 12. — С. 27–35.
15. Гуляев, Б. Б. Синтез сплавов золота [Текст] / Б. Б. Гуляев, Е. Н. Кондаков // Методы исследования ювелирных сплавов и вопросы нормирования драгоценных металлов. Сборник трудов НИИ Ювелирпром. — Ленинград, 1982. — С. 3–8.
16. Шлычкова, В. С. Влияние легирующих добавок на свойства золота [Текст] / В. С. Шлычкова, И. П. Старченко // Химическая технология и методы обработки при производстве ювелирных изделий. Сборник трудов НИИ Ювелирпром. — Ленинград, 1971. — Вып. 1. — С. 55–67.
17. Кузнецов, В. П. Влияние примесей и некоторых присадочных металлов на свойства благородных металлов [Текст] / В. П. Кузнецов, Л. А. Гутов // Основные проблемы развития металлургических процессов ювелирного производства. Сборник трудов НИИ Ювелирпром. — Ленинград, 1974. — Вып. 7. — С. 27–37.
18. Шлычкова, В. С. Механические и технологические характеристики сплава ЗлСрМ 583-80 [Текст] / В. С. Шлычкова, И. П. Старченко // Основные проблемы развития металлургических процессов ювелирного производства. Сборник НИИ Ювелирпром. — Ленинград, 1974. — С. 50–56.
19. Рухман, Б. Д. Новые сплавы в ювелирной промышленности [Текст] / Б. Д. Рухман, Т. П. Белоусова, Т. Г. Жигуренко, Л. А. Гутов // Химическая технология и методы обработки при производстве ювелирных изделий. Сборник трудов НИИ Ювелирпром. — Ленинград, 1971. — Вып. 1. — С. 67–78.
20. Дамиано, З. Результаты новых исследований высококаратных цветных золотых сплавов, предназначенных для производства ювелирных изделий с применением технологии литья по выплавляемым моделям [Текст] / Зито Дамиано // Ювелирный бизнес. — 2005. — № 2. — С. 12–18.

#### ФОРМИРОВАНИЕ ПОТРЕБИТЕЛЬСКИХ СВОЙСТВ ЮВЕЛИРНЫХ СПЛАВОВ НА ОСНОВЕ ЗОЛОТА 585 ПРОБЫ С МОДИФИЦИРУЮЩИМИ ДОБАВКАМИ

Исследованы новые ювелирные сплавы на основе золота с модификаторами для улучшения потребительских свойств ювелирных изделий. Симплекс-решетчатый методом построены математические модели и их геометрические изображения, которые описывают изменения физико-механических и технологических свойств в системе золото-серебро-медь в зависимости от концентрации и температуры. Установлено влияние модификаторов широкого спектра действия на основе композиций металлов и неметаллов на регулирование показателей жидкотекучести, твердости, прочности оптимальных ювелирных композиций Au-Ag-Cu 585 пробы золота.

**Ключевые слова:** золото, серебро, медь, ювелирные сплавы, модификаторы золотого сплава, потребительские свойства.

*Артюх Татьяна Николаевна, доктор технических наук, профессор, кафедра экспертизы харчових продуктів, Національний університет харчових технологій, Київ, Україна, e-mail: Artyuh.t@mail.ru.*  
*Григоренко Інна Василівна, кандидат технічних наук, старший викладач, кафедра експертизи харчових продуктів, Національний університет харчових технологій, Київ, Україна, e-mail: soniki04@mail.ru.*

*Артюх Татьяна Николаевна, доктор технических наук, профессор, кафедра экспертизы пищевых продуктов, Национальный университет пищевых технологий, Киев, Украина.*  
*Григоренко Инна Васильевна, кандидат технических наук, старший преподаватель, кафедра экспертизы пищевых продуктов, Национальный университет пищевых технологий, Киев, Украина.*

*Artyuh Tatyana, National University of Food Technologies, Kyiv, Ukraine, e-mail: Artyuh.t@mail.ru.*  
*Grigorenko Inna, National University of Food Technologies, Kyiv, Ukraine, e-mail: soniki04@mail.ru*

УДК 678.057

DOI: 10.15587/2312-8372.2015.43845

Сівецький В. І.,  
Сокольський О. Л.,  
Івіцький І. І.

## МЕТОДИКИ ВИЗНАЧЕННЯ НАЯВНОСТІ, ХАРАКТЕРУ ТА ВЕЛИЧИНИ ПРИСТІННИХ ЕФЕКТІВ ПРИ ТЕЧІЇ ПОЛІМЕРНИХ МАТЕРІАЛІВ

Створено методики визначення наявності пристінних ефектів при течії розплаву полімерного матеріалу, визначення характеру цих ефектів та їх величини, в залежності від напруження зсуву на стінці з урахуванням неньютонівського характеру властивостей полімерних матеріалів. Створені методики дозволяють універсально підходити до визначення пристінних ефектів у полімерних матеріалах.

**Ключові слова:** полімер, пристінні ефекти, ковзання по стінці.

### 1. Вступ

Одною з особливостей зсувної течії полімерних матеріалів, якою зазвичай нехтують при спрощеному її

аналізі, є наявність пристінних ефектів різного характеру, які значно впливають на точність моделювання. Найбільш істотні помилки виникають при розрахунку течії в каналах невеликих перетинів при течії деяких

полімерів. Пристінні ефекти можуть значною мірою впливати на розподіл основних параметрів розплаву по всьому перерізу каналів і, як наслідок, на якісні характеристики, точність розмірів та необхідність доводки обладнання.

Традиційно прийнято вважати, що швидкість потоку розплаву полімерного матеріалу на стінці переробного обладнання відсутня. Хоча у останній час деякі вчені намагаються врахувати вплив пристінних ефектів при моделюванні [1–4], але при цьому не враховується характер виникнення цих ефектів у матеріалі, а створюється єдиний підхід, який не у всіх випадках демонструє прийнятну збіжність з практикою.

Врахування ж фізико-механічних властивостей та характеристик матеріалу дозволяє моделювати течію такого матеріалу з урахуванням пристінних ефектів максимально точно, що значно спрощує подальше налаштування обладнання та його ввід у експлуатацію.

Для врахування впливу пристінних ефектів при числовому моделюванні процесу течії розплаву полімерного матеріалу необхідно визначити граничні умови на межах розподілу розплав-стінка в залежності від типу матеріалу, його фізико-механічних властивостей та характеристик, характеру виникнення пристінних ефектів в ньому та величини напруження зсуву, що виникає у матеріалі.

## 2. Аналіз літературних даних та постановка проблеми

Автори [5] при визначенні величини пристінних ефектів базувалися на припущенні, що проковзування виникає внаслідок виникнення на границі розподілу розплав-тверда стінка низькомолекулярного шару та визначали його в'язкість для подальшого моделювання з його врахуванням. Автори [6] запропонували ітераційний метод визначення залежності швидкості на стінці від об'ємної витрати рідини на вході в канал. На базі цієї методики у праці [7] демонструється визначення величини пристінних ефектів для поліетилену високої густини.

При експериментальному дослідженні потоку розплаву полімеру часто застосовують, як і при дослідженні потоку газу або малов'язкої рідини, метод спостереження за переміщенням міток [8], причому мітками можуть бути підфарбовані шари, нитки або окремі частки. Кількісне визначення швидкостей за цією методикою звичайно пов'язане з використанням прозорих корпусів каналів, що обмежує діапазон досліджуваних температур і тисків.

Для визначення швидкості течії розплаву на стінці також застосовують метод Муні [9]. Проте цей метод не враховує неньютонівський характер властивостей полімерних матеріалів, що може створювати значні відхилення між результатами, отриманими аналітично, та експериментальними даними. Для врахування неньютонівського характеру течії розплаву полімеру використовують поправку Рабіновича [10], яка дозволяє визначити дійсне напруження зсуву на стінці.

Відсутність універсального підходу до визначення величини пристінних ефектів при течії полімерних матеріалів в залежності від характеру виникнення цих ефектів обумовлює необхідність проведення досліджень в цьому напрямі.

## 3. Об'єкт, ціль та задачі дослідження

Об'єктом дослідження є процес течії полімерних матеріалів у каналах переробного обладнання.

Дослідження ставили за мету створення універсального підходу до визначення величини пристінних ефектів при течії розплаву полімерних матеріалів.

Для досягнення поставленої мети вирішувалися наступні задачі:

- створити методику визначення наявності пристінних ефектів при течії розплаву полімерного матеріалу;
- створити методику визначення характеру пристінних ефектів;
- створити методики визначення величини пристінних ефектів в залежності від їх характеру.

## 4. Методики визначення наявності, характеру та величини пристінних ефектів при течії полімерних матеріалів

**4.1. Методика визначення наявності та характеру пристінних ефектів.** За характером утворення пристінних ефектів полімерні матеріали можна розділити на три типи:

- без наявності пристінних ефектів;
  - з наявністю пристінної швидкості за рахунок ковзання по стінці;
  - з наявністю пристінної швидкості за рахунок утворення пристінного низькомолекулярного шару.
- Відсутність пристінних ефектів визначається інваріантністю кривих течії при різних діаметрах каналів.

За наявності пристінних ефектів криві течії при дослідженнях на різних діаметрах не співпадають між собою.

Визначення характеру утворення пристінних ефектів можна здійснити за рахунок порівняння ефективних швидкостей зсуву при різних довжинах каналів однакового радіусу за виконання умови:

$$\tau_1 = \tau_2,$$

або

$$\frac{\Delta P_1 R}{2L_1} = \frac{\Delta P_2 R}{2L_2},$$

де  $\tau$  — напруження зсуву, Па;  $\Delta P$  — перепад тиску;  $R$  — радіус каналу;  $L$  — довжина каналу.

При цьому перепади тиску в обох випадках будуть відрізнятися.

При наявності низькомолекулярного пристінного шару, який має властивості, близькі до ньютонівських, зміна тиску не буде впливати на швидкість зсуву. При ковзанні полімеру по стінці каналу зміна довжини каналу спричинить зміну ефективної швидкості зсуву, оскільки швидкість ковзання залежить від тиску.

Аналізуючи отримані дані, можливі два варіанти:

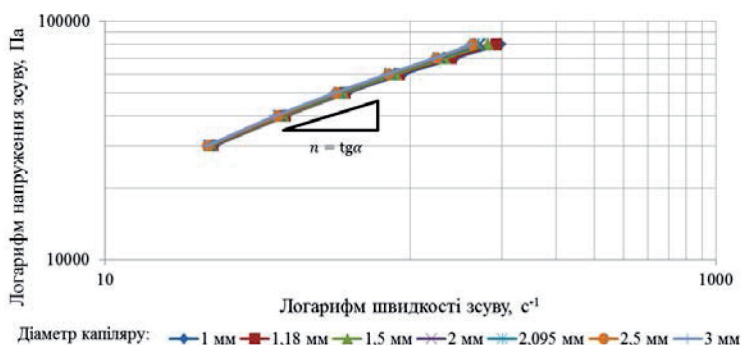
- при рівності швидкостей зсуву, тобто  $\dot{\gamma}_1 = \dot{\gamma}_2$ , має місце утворення низькомолекулярного шару;
- при  $\dot{\gamma}_1 \neq \dot{\gamma}_2$  має місце ковзання полімеру по стінці.

Таким чином, маємо два підходи до визначення пристінної швидкості.

**4.2. Методика визначення параметрів матеріалу за умови ковзання по стінці.** Середньоінтегральна швидкість зсуву потоку, що безпосередньо може бути обчислена:

$$\dot{\gamma}_{\text{сер}} = \frac{1}{R} \int_0^R \dot{\gamma}_{\text{ст}} \left( \frac{r}{R} \right)^{\frac{1}{n}} dr,$$

де  $n$  — індекс течії розплаву, що визначається як тангенс куту нахилу залежності напруження від швидкості зсуву, побудованої в логарифмічних координатах, приклад якої наведено на рис. 1.



**Рис. 1.** Залежність напруження зсуву від швидкості зсуву при різних діаметрах каналу

Враховуючи нелінійність течії, використовуємо поправку Рабіновича [10] для пристінної швидкості зсуву:

$$\dot{\gamma}_{\text{ст}} = \frac{3n+1}{4n} \cdot \frac{4Q}{\pi R^3}, \quad (1)$$

де  $Q$  — об'ємна витрата матеріалу.

Таким чином, середньоінтегральна швидкість зсуву потоку в цілому:

$$\begin{aligned} \dot{\gamma}_{\text{сер}} &= \frac{1}{R} \int_0^R \frac{3n+1}{4n} \cdot \frac{4Q}{\pi R^3} \cdot \left( \frac{r}{R} \right)^{\frac{1}{n}} dr = \\ &= \frac{1}{R} \cdot \frac{3n+1}{4n} \cdot \frac{4Q}{\pi R^3} \cdot \frac{nR}{n+1} = \frac{3n+1}{4(n+1)} \cdot \frac{4Q}{\pi R^3}. \end{aligned} \quad (2)$$

Середньоінтегральна швидкість зсуву  $\dot{\gamma}_{\text{сер}}$  являє собою суму істинної швидкості зсуву в основному потоці  $\dot{\gamma}_{\text{ст}}$  та швидкості зсуву на стінці  $\dot{\gamma}_{\text{ст}}$ :

$$\dot{\gamma}_{\text{сер}} = \dot{\gamma}_{\text{ст}} + \dot{\gamma}_{\text{ст}}. \quad (3)$$

Підставивши (1) та (2) у (3), отримаємо:

$$\frac{3n+1}{4(n+1)} \cdot \frac{4Q}{\pi R^3} = \frac{3n+1}{4n} \cdot \frac{4Q}{\pi R^3} + \dot{\gamma}_{\text{ст}}.$$

Враховуючи, що швидкість потоку визначається як:

$$v = \frac{Q}{\pi R^2}. \quad (4)$$

Отримаємо залежність, що має вигляд:

$$\frac{3n+1}{4(n+1)} \cdot \frac{4Q}{\pi R^3} = \frac{3n+1}{n} v_{\text{ст}} \cdot \frac{1}{R} + \dot{\gamma}_{\text{ст}}.$$

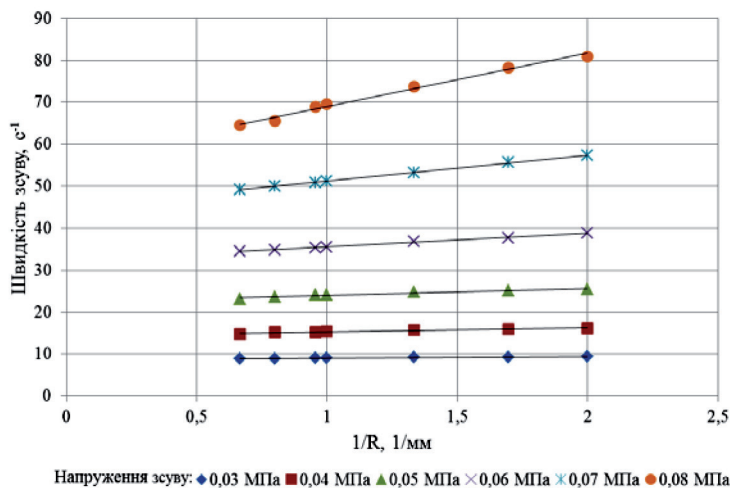
При побудові графіку залежності  $\dot{\gamma}_{\text{сер}}$  від  $1/R$ , приклад якого наведено на рис. 2, отримуємо лінійну залежність, тангенс куту нахилу якої:

$$\text{tg } \alpha = \frac{3n+1}{n} v_{\text{ст}},$$

звідки:

$$v_{\text{ст}} = \frac{n}{3n+1} \text{tg } \alpha.$$

Таким чином може бути визначена швидкість на стінці каналу для кожного з напружень зсуву, зображених на рис. 2.



**Рис. 2.** Залежність середньоінтегральної швидкості зсуву від  $1/R$  при різних напруженнях зсуву

Визначивши швидкості зсуву при різних напруженнях зсуву з'являється можливість побудувати залежність швидкості на стінці каналу від напруження зсуву, приклад якої зображено на рис. 3.

Залежність, отримана на рис. 3 дозволяє задавати граничні умови ковзання по стінці при числовому моделюванні процесу течії для будь-якого матеріалу з неньютонівськими властивостями.

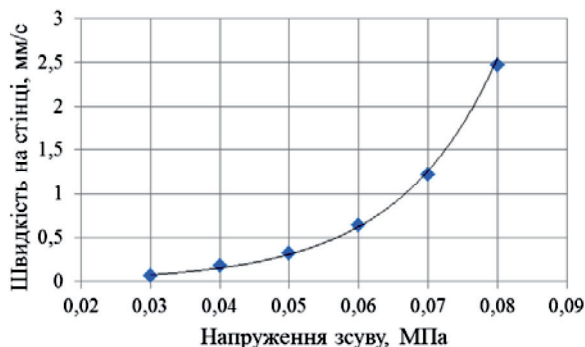


Рис. 3. Залежність швидкості на стінці від напруження зсуву

**4.3. Методика визначення параметрів матеріалу за умови утворення низькомолекулярного шару.** Середньо-інтегральна швидкість зсуву потоку, що безпосередньо може бути обчислена:

$$\dot{\gamma}_{\text{ср}} = \frac{1}{R} \int_0^R \dot{\gamma}_{\text{ст}} \left( \frac{r}{R} \right)^{\frac{1}{n}} dr.$$

Швидкість зсуву на стінці з припущенням, що властивості низькомолекулярного шару близькі до ньютонівських:

$$\dot{\gamma}_{\text{ст}} = \frac{4Q}{\pi R^3}. \quad (5)$$

Таким чином, середньоінтегральна швидкість зсуву потоку в цілому:

$$\dot{\gamma}_{\text{ср}} = \frac{1}{R} \int_0^R \frac{4Q}{\pi R^3} \cdot \left( \frac{r}{R} \right)^{\frac{1}{n}} dr = \frac{1}{R} \cdot \frac{4Q}{\pi R^3} \cdot \frac{nR}{n+1} = \frac{n}{n+1} \cdot \frac{4Q}{\pi R^3}. \quad (6)$$

Підставивши (5) та (6) у (3), отримаємо:

$$\frac{n}{n+1} \cdot \frac{4Q}{\pi R^3} = \frac{4Q}{\pi R^3} + \dot{\gamma}_{\text{ист}}.$$

Враховуючи (4) отримаємо залежність, що має вигляд:

$$\frac{n}{n+1} \cdot \frac{4Q}{\pi R^3} = 4v_{\text{ст}} \cdot \frac{1}{R} + \dot{\gamma}_{\text{ист}}.$$

При побудові графіку залежності  $\dot{\gamma}_{\text{ср}}$  від  $1/R$ , який має вигляд, аналогічний зображеному на рис. 2, отримуємо лінійну залежність, тангенс кута нахилу якої:

$$\text{tg } \alpha = 4v_{\text{ст}},$$

звідки:

$$v_{\text{ст}} = \frac{\text{tg } \alpha}{4}.$$

Таким чином може бути визначена швидкість на стінці каналу для кожного з напружень зсуву, зображених на рис. 2.

## 5. Обговорення дослідження методик визначення наявності, характеру та величини пристінних ефектів при течії полімерних матеріалів

Перевагами розроблених методик є їх універсальність, що дозволяє визначати наявність, характер та величину пристінних ефектів для будь-якого матеріалу з неньютонівським характером течії. Крім того, використання методик для визначення пристінних ефектів у полімерних матеріалах не вимагає наявності спеціалізованого обладнання та може бути здійснено за допомогою будь-якого комплексу для капілярної віскозиметрії.

Результати проведених досліджень можуть бути застосовані при проектуванні переробного обладнання для числового моделювання процесу течії розплаву полімерного матеріалу з урахуванням пристінних ефектів, що дозволить значно підвищити точність моделювання, та мінімізувати час та складність вводу у експлуатацію переробного обладнання.

Задача подальших досліджень полягає у визначенні наявності, характеру та величини пристінних ефектів для різних полімерних матеріалів, у тому числі вторинно-перероблених та з використанням змазуючих домішок.

## 6. Висновки

В результаті проведених досліджень:

1. Створена методика, що дозволяє визначити наявність пристінних ефектів у полімерному матеріалі за допомогою побудови кривих течії при різних діаметрах каналів та визначенні неінваріантності цих кривих.
2. Створена методика, що дозволяє визначити характер пристінних ефектів, у випадку їх наявності, за допомогою порівняння ефективних швидкостей зсуву при течії полімерного матеріалу через канали різної довжини та однакового діаметру при рівності напружень зсуву.
3. Створено методики, що дозволяють визначити величину пристінних ефектів, в залежності від характеру їх виникнення, за допомогою аналізу величини швидкостей зсуву при течії розплаву полімерного матеріалу через канали різних довжин та діаметрів.

Ці дані можуть бути використані для завдання граничних умов ковзання на стінці при числовому моделюванні з урахуванням неньютонівських властивостей матеріалу.

## Література

1. Ferrás, L. L. Analytical solutions for Newtonian and inelastic non-Newtonian flows with wall slip slip [Text] / L. L. Ferrás, J. M. Nóbrega, F. T. Pinho // Journal of Non-Newtonian Fluid Mechanics. — 2012. — Vol. 175–176. — P. 76–88. doi:10.1016/j.jnnfm.2012.03.004
2. Hatzikiriakos, S. G. Wall slip of molten polymers [Text] / S. G. Hatzikiriakos // Progress in Polymer Science. — 2012. — Vol. 37, № 4. — P. 624–643. doi:10.1016/j.progpolymsci.2011.09.004
3. Black, W. B. Wall slip and boundary effects in polymer shear flows [Text] / W. B. Black. — Wisconsin: University of Wisconsin — Madison, 2000. — 125 p.
4. Yarin, A. L. A model for slip at polymer/solid interfaces [Text] / A. L. Yarin, M. D. Graham // Journal of Rheology. — 1998. — Vol. 42, № 6. — P. 1491–1504. doi:10.1122/1.550898

5. Сокольский, О. Л. Визначення в'язкості пристінного шару у формуючих каналах обладнання для переробки полімерів [Текст] / О. Л. Сокольський, В. І. Сівецький, І. О. Мікульонюк, І. І. Івицький // Наукові вісті НТУУ «КПІ». — 2014. — № 2. — С. 66–69.
6. Sokolskyi, O. L. Method of Accounting Wall Slip Polymer in Modeling Channel Processing Equipment [Text] / O. L. Sokolskyi, I. I. Ivitskiy // Modern Scientific Research and their Practical application. — 2014. — № 10. — P. 136–140.
7. Ивицкий, И. И. Моделирование пристенного скольжения полимера [Текст] / И. И. Ивицкий // Технологический аудит и резервы производства. — 2014. — № 5/3(19). — С. 8–11. doi:10.15587/2312-8372.2014.27927
8. Жданов, Ю. А. Исследование профиля скоростей при течении расплава полимера в цилиндрических каналах [Текст] / Ю. А. Жданов, В. Ф. Дубовицкий // Химическое машиностроение. — 1968. — № 8. — С. 42–47.
9. Morrison, F. A. Understanding Rheology [Text] / F. A. Morrison. — Oxford: Oxford University Press, 2001. — 560 p.
10. Рабек, Я. Экспериментальные методы в химии полимеров [Текст] / Я. Рабек. — М.: Мир, 1983. — 384 с.

#### МЕТОДИКИ ОПРЕДЕЛЕНИЯ НАЛИЧИЯ, ХАРАКТЕРА И ВЕЛИЧИНЫ ПРИСТЕННЫХ ЭФФЕКТОВ ПРИ ТЕЧЕНИИ ПОЛИМЕРНЫХ МАТЕРИАЛОВ

Созданы методики определения наличия пристенных эффектов при течении расплава полимерного материала, определения характера этих эффектов и их величины, в зависимости от напряжения сдвига на стенке с учетом неньютоновского характера свойств полимерных материалов. Созданные методики позволяют универсально подходить к определению пристенных эффектов в полимерных материалах.

**Ключевые слова:** полимер, пристенные эффекты, скольжения по стенке.

*Сівецький Володимир Іванович, кандидат технічних наук, професор кафедри хімічного, полімерного та силікатного машинобудування, Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут», Україна, e-mail: siv-vi@ukr.net.*  
*Сокольський Олександр Леонідович, кандидат технічних наук, доцент, кафедра хімічного, полімерного та силікатного машинобудування, Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут», Україна, e-mail: sokolkiev@ukr.net.*  
*Івицький Ігор Ігорович, аспірант, кафедра хімічного, полімерного та силікатного машинобудування, Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут», Україна, e-mail: ivitskiy@gmail.com.*

*Сівецький Володимир Іванович, кандидат технічних наук, професор кафедри хімічного, полімерного та силікатного машинобудування, Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут», Україна.*  
*Сокольський Олександр Леонідович, кандидат технічних наук, доцент, кафедра хімічного, полімерного та силікатного машинобудування, Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут», Україна.*  
*Івицький Ігор Ігорович, аспірант, кафедра хімічного, полімерного та силікатного машинобудування, Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут», Україна.*

*Sivetskiy Volodymyr, National Technical University of Ukraine «Kyiv Polytechnic Institute», Ukraine, e-mail: siv-vi@ukr.net.*  
*Sokolskyi Oleksandr, National Technical University of Ukraine «Kyiv Polytechnic Institute», Ukraine, e-mail: sokolkiev@ukr.net.*  
*Ivitskiy Igor, National Technical University of Ukraine «Kyiv Polytechnic Institute», Ukraine, e-mail: ivitskiy@gmail.com*

УДК 66:661:004.942

DOI: 10.15587/2312-8372.2015.43865

Сергеева О. В.,  
Пивоваров А. А.

## УЧЕТ ОСОБЕННОСТЕЙ ГАЗОРАЗРЯДНОЙ ПЛАЗМЫ ПРИ ПРОЕКТИРОВАНИИ ПЛАЗМОХИМИЧЕСКОГО РЕАКТОРА С ЖИДКИМ КАТОДОМ

*В данной работе рассмотрены факторы, которые необходимо учитывать при проектировании реактора с электролитным катодом, в котором используется контактная неравновесная низкотемпературная плазма пониженного давления. Анализ характеристик и условий протекания таких процессов является основой для создания нового оборудования и технологий. Полученные зависимости позволяют рассчитывать размеры газоразрядной части реактора, и таким образом уменьшить энергопотребление.*

**Ключевые слова:** контактная неравновесная плазма, электролитный катод, активные частицы и радикалы, размерные характеристики реактора.

### 1. Введение

В настоящее время все шире применяются технологии на основе контактной неравновесной низкотемпературной плазмы. Привлекательность в ее использования для получения новых соединений [1–4], обработки различных сред, с целью изменения свойств [2, 3], улучшения или активации обрабатываемых веществ [5, 6],

разрушения вредных веществ [2] — является основой для создания новых технологий, включающих проектирование и разработку плазмохимических реакторов различного назначения.

При этом практически нет информации касающейся особенностей проектирования плазмохимических реакторов с жидким электролитическим катодом, что и вызвало необходимость проведения данной работы.