

### Список використаних джерел

1. Назарук М.В. Моделювання міського освітнього середовища як профільної соціальної мережі / М.В. Назарук, В.В. Пасічник // Міжнародний науково-технічний журнал «Інформаційні технології та комп'ютерна інженерія». – Вінниця: ВНТУ, 2013. – № 3 (28). – С. 42-47.
2. Бомба А.Я. Побудова дифузійноподібної моделі інформаційного процесу поширення знаннєвого потенціалу / А.Я. Бомба, М.В. Назарук, В.В. Пасічник // Вісник Національного університету "Львівська політехніка". – 2014. – № 800: Комп'ютерні науки та інформаційні технології. – С. 35-45.

УДК 517.955:519.673

## МОДЕЛЮВАННЯ СИНГУЛЯРНО ЗБУРЕНИХ ПРОЦЕСІВ МАСОПЕРЕНОСЕННЯ ДВОКОМПОНЕНТНОГО ЗАБРУДНЕННЯ В НАНОПОРИСТОМУ БАГАТОШАРОВОМУ СЕРЕДОВИЩІ

Бомба А.Я.<sup>1)</sup>, Присяжнюк О.В.<sup>2)</sup>

*Рівненський державний гуманітарний університет*

*<sup>1)</sup> д.т.н., професор, <sup>2)</sup> аспірант*

### I. Постановка проблеми

Моделювання процесів масопереносу в нанопористих середовищах є перспективним напрямком досліджень у стосовно використання фільтрів з нанопористим завантаженням для очищення забруднених технологічних потоків. Нанопористі матеріали забезпечують швидку фільтрацію через явно виражені порожнини. За прогнозами вчених, підвищена пропускна здатність таких матеріалів дасть можливість скоротити витрату енергії і зменшити розміри пристроїв для очищення води. Нанотехнології можуть сприяти створенню відносно недорогих, швидких і ефективних методик очистки зон забруднення. Здатність контролю і спрямованого дизайну наноматеріалів дає можливість збільшення ефективності їх використання. Одним з прикладів таких матеріалів є нанопористі вуглеводні матеріали, які ефективно поглинають органічні речовини з водних розчинів, а також піддаються регенерації, при чому сорбент не втрачає своїх властивостей, а продуктами регенерації є низькомолекулярні нетоксичні сполуки ( $CO_2, H_2O, N_2$ ).

Незважаючи на велику кількість публікацій, присвячених моделюванню адсорбції забруднень нанопористими матеріалами [1-5], актуальним залишається питання врахування всіх складових процесу масоперенесення в таких середовищах з метою прогнозування ефективності роботи очисних пристроїв, що використовують нанопористе завантаження в якості фільтруючого шару.

### II. Мета роботи

Розвинути асимптотичне наближення розв'язку нелінійної сингулярно збуреної задачі типу «конвекція-дифузія-масообмін-терморежим» в неоднорідних нанопористих, проведення комп'ютерного експерименту та аналіз отриманих результатів.

### III. Постановка задачі

В багатошаровій кусково-однорідній області [5] розглядається модельна задача процесу двокомпонентного конвективно-дифузійного переносу забруднюючої речовини за умови малого масообміну, породженого екзотермічною хімічною реакцією [6]. Розв'язок даної задачі одержано у вигляді асимптотичних рядів [4-6], що містять крім регулярних частин асимптотики та функції типу примежового шару на виході з фільтраційного пласта, бічних границях області та на поверхнях нанопористих мікрочастинок, також поправки в околах поверхонь розділу шарів, які забезпечують виконання умови рівності потоків на цих поверхнях. Дана методика дозволяє розщепити складний процес на складові компоненти і автономно їх досліджувати.

### Список використаних джерел

1. Rolando M.A. Roque-Malherbe. Adsorption and Diffusion in Nanoporous Materials. – CRC Press, 2012. – 288 p.
2. Сергиенко И.В. Идентификация градиентными методами параметров задач диффузии вещества в нанопористой среде / И.В. Сергиенко, В.С. Дейнека // Пробл. управления и информатики. – 2010. – № 6. – С. 5–18.

- Петрик М.Р. Моделирование и анализ концентрационных полей нелинейной конкурентивной двухкомпонентной диффузии в среде нанопористых частей / М.Р. Петрик, Ж. Фрессард, Д.М. Михалик // Проблемы управления и информатики. – 2009. – № 4. – С. 73-83.
- Бомба А.Я. Асимптотичний метод розв'язання одного класу модельних сингулярно збурених задач процесу масопереносу в різнопористих середовищах / А.Я. Бомба, І.М. Присяжнюк, О.В. Присяжнюк // Доповіді НАН України. – 2013. – № 3. – С. 28-34.
- Присяжнюк І.М. Математичне моделювання просторових сингулярно збурених процесів конвективно-дифузійного масопереносу в двопористих багатшарових середовищах / І.М. Присяжнюк, Ю. Є. Климяк, О.В. Присяжнюк // Збірник наукових праць. Серія: Математичне моделювання в техніці та технологіях. – Харків: НТУ «ХПІ». – 2014. – №39 (1082) – С. 159–177.
- Присяжнюк О.В. Асимптотичний метод розв'язання нелінійних сингулярно збурених задач типу «конвекція-дифузія-масообмін-терморегіж» / О.В.Присяжнюк, І.М. Присяжнюк // Волинський математичний вісник. Серія прикладна математика. –2011. – Вип. 8(17). - С. 140–152.

УДК 66.011, 519.855

## НЕАВТОНОМНА МОДЕЛЬ ДИНАМІКИ ОБ'ЄМУ ЗАЛИШКОВОЇ МАСИ БАНАНОВИХ ВІДХОДІВ ТА ІДЕНТИФІКАЦІЯ ЇЇ ПАРАМЕТРІВ

Гураль І.В.<sup>1)</sup>, Піговський Ю.Р.<sup>2)</sup>

Тернопільський національний економічний університет

<sup>1)</sup> аспірант, <sup>2)</sup> к.т.н.

### I. Постановка проблеми

Одною з основних проблем великих міст є потреба в утилізації органічних відходів, а серед можливих варіантів вирішення зазначеної проблеми є перетворення цих відходів в біогаз шляхом анаеробного мікробіологічного бродіння в біогазових установках.

Аналіз процесів анаеробного мікробіологічного бродіння показав, що на обсяг виходу біогазу найбільше впливають такі фактори як: температура (Т) ферментації, концентрація субстрату (S) та склад органічної речовини [1], що є основними факторами впливу.

Незважаючи на те, що існують вже розроблені та визнані моделі процесу, задача моделювання анаеробного мікробіологічного бродіння в біогазових установках залишається актуальною і на сьогоднішній день [2]. Зокрема більшість математичних макромоделей анаеробного мікробіологічного бродіння в біогазових установках описують автономну систему [3]. Разом з тим реальний процес є неавтономним, оскільки вимагає урахування факторів впливу, один з яких є температура субстрату.

### II. Приклад параметричної ідентифікації математичної моделі процесу анаеробного мікробіологічного бродіння у біогазових установках

Розглянемо задачу ідентифікації математичної моделі динаміки об'єму залишкової маси органічних відходів, а саме бананових шкірок [3], при різних температурних режимах. Процес бродіння спостерігався протягом 50 діб з кількістю дискрет  $k=0, \dots, 41$ . В межах мезофільного температурного режиму змінювали діапазони температур до таких значень:  $[T^-; T^+] = [28; 40] \text{ } ^\circ\text{C}$ ,  $[T^-; T^+] = [30; 38] \text{ } ^\circ\text{C}$  та  $[T^-; T^+] = [32; 35] \text{ } ^\circ\text{C}$ . Концентрацію S при цьому залишали незмінною. При цьому за основу зазначеної динаміки використовуємо нелінійне інтервальне рівняння у вигляді:

$$[v_k^-; v_k^+] = [v_{k-1}^-; v_{k-1}^+] - \frac{h \cdot [g_1^-; g_1^+] \cdot [v_{k-1}^-; v_{k-1}^+] \cdot (1 + h \cdot ([g_2^-; g_2^+] \cdot [v_{k-2}^-; v_{k-2}^+] - [g_3^-; g_3^+]))}{([g_4^-; g_4^+] + [v_{k-1}^-; v_{k-1}^+])}, \quad k = 1, \dots, K, \quad (1)$$

Задамо умову для забезпечення прогнозу інтервальних оцінок об'єму залишкової маси органічних відходів в процесі переробки в заданих межах, визначених похибками вимірювальних пристроїв:

$$[\widehat{v}_{k+1}^-] = [\widehat{v}_{k+1}^-; \widehat{v}_{k+1}^+] \subseteq [v_{k+1}^-] = [v_{k+1}^-; v_{k+1}^+], \quad (2)$$

де  $k = 0, \dots, 1$  – часові дискрети.

Виходячи із умов (2) структура інтервальної системи алгебричних рівнянь [4] матиме такий вигляд: