

9. Дейнека В. С. Идентификация параметров неоднородных задач диффузии в наномультиматериалах с использованием градиентных методов / В. С. Дейнека, М. Р. Петрик // Компьютерная математика. — 2012. — № 1. — С. 41–51.
10. Дейнека В. С. Идентификация кинетических параметров массопереноса в многокомпонентных системах конкурентивной диффузии в неоднородных нанопористых средах / В. С. Дейнека, М. Р. Петрик, Ж. Фрессард // Кибернетика и системный анализ. — 2011. — №5. — С. 46–64.
11. Дейнека В. С. Идентификация кинетических параметров однокомпонентного адсорбционного массопереноса в микропористых каталитических средах / В. С. Дейнека, М. Р. Петрик, Д. М. Михалик // Проблемы управления и информатики. — 2011. — №2. — С. 12–25.

A model of diffusion transfer for process of forming a thin nanofilms in a limited n-composite inhomogeneous medium with non-stationary modes of mass transfer on mass transfer surfaces has been proposed. Solution of one has been constructed and residual-functional for diffusion coefficient identification has been built. Spatially distributed chromium concentration for various technological sections of oxide nanofilms and time durations of multicomposite formation process has been obtained.

Key words: *mathematical modeling, diffusion process, identification, multicomposite oxide nanofilms.*

Отримано: 17.02.2014

УДК 004.942

С. А. Положаєнко*, д-р техн. наук, професор,
Ю. В. Григоренко**

*Одеський національний політехнічний університет, м. Одеса,

** ВАТ «Лукойл-Сервіз Україна», м. Одеса

МАТЕМАТИЧНЕ МОДЕЛЮВАННЯ ПРОЦЕСІВ ПЕРВИННОЇ ПЕРЕРОБКИ СИРИХ ВУГЛЕВОДНІВ

Розроблено математичні моделі процесів і апаратів первинної переробки сирих вуглеводнів, а також виконано узагальнення цих моделей з метою типізації та уніфікації математичного опису. Такого роду типізація дозволяє здійснити формалізацію та уніфікацію методів та засобів математичного моделювання, а також здійснити машинну реалізацію вказаних методів на єдиній уніфікованій основі.

Ключові слова: *первинна переробка сирих вуглеводнів, математичні моделі, методи та засоби математичного моделювання.*

Вступ. Розв'язок задачі математичного моделювання, насамперед і в значній мірі, визначається обраною математичною моделлю (ММ) об'єкту (або процесу). *Адекватно* обрана ММ забезпечує *достовірність* результатів математичного моделювання. Крім того, на результати ма-

тематичного моделювання (зокрема, його *точність*) впливають чисельні методи, якими реалізується обрана ММ об'єкта (процеса). Тому розробка ММ, що задовольняють вказаним критеріям, дозволяють підвищити ефективність технологічних процесів є актуальною.

Основна частина. У відповідності до промислових технологій, при первинній обробці сирих вуглеводнів (нафті) запроваджуються такі технологічні процеси: зневоднення, знесолення та первинне відбензинювання, причому перші два процеси виконуються по схемі електро-(термо)знесолення та зневоднення. За фізико-хімічними явищами, які відбуваються, технологічні апарати процесу електро-(термо)знесолення і зневоднення сирової нафти з урахуванням технологічної схеми [1] можна класифікувати відповідно як:

- апарати *поверхневого* теплообміну, в яких теплообмін здійснюється на поверхні розділу окремих реагентів (фаз). До цього класу апаратів відносяться, зокрема (з основних апаратів технологічної схеми процесу): утилізаційні теплообмінники, теплообмінники газової фракції, теплообмінники дизельної фракції, теплообмінники обтяженої дизельної фракції;
- апарати *об'ємного* теплообміну, в яких теплообмін здійснюється в межах всього об'єму задіяних реагентів. До цього класу апаратів відносяться, зокрема (з основних апаратів технологічної схеми процесу): термодегідратор, електродегідратори та змішувачі;
- апарати *розсередженого* теплообміну, в яких теплообмін одночасно відбувається на декількох окремих поверхнях. До цього класу апаратів відносяться, зокрема (з основних апаратів технологічної схеми процесу): колона попереднього відбензинювання, колона газової фракції, колона дизельної фракції.

Для кожного з наведених вище класів технологічних процесів (апаратів) первинної обробки сирової нафти розроблено ММ у вигляді рівнянь у частинних похідних (параболічних та гіперболічних) з відповідними початковими та граничними умовами [2]. Аналізуючи ММ розглянутих апаратів процесів первинної обробки сирової нафти було визначено можливість *узагальненого математичного опису*, що у подальшому дало можливість уніфікувати на умовах *мінімізації* підходи до їх чисельної та обчислювальної реалізації. При цьому узагальнену ММ було отримано у наступному вигляді [2; 3]:

$$\frac{\partial \bar{\Phi}_i(r_j, z, t)}{\partial t} = f_i \left[\bar{\Phi}_i(r_j, z, t), \frac{\partial \bar{\Phi}_i(r_j, z, t)}{\partial z}, \frac{\partial^2 \bar{\Phi}_i(r_j, z, t)}{\partial r_j^2}, \frac{\partial \bar{\Phi}_i(r_j, z, t)}{\partial r_j}, \bar{U}_g(r_j, z, t) \right] + D_i(\bar{\Phi}_i, r_j, z, t), \quad \forall i = 1, \dots, k; \quad \forall j = 1, \dots, N;$$

$$\forall (r_j, z) \in \Omega; \forall t \in (0, t_k), \bar{\Phi} = [\Phi_1, \Phi_2, \dots, \Phi_k]^m \quad (1)$$

з урахуванням початкових

$$\bar{\Phi}_i(r_j, z, 0) = \bar{\Phi}_{i_0}(r_j, z), \forall i = 1, \dots, k; \forall j = 1, \dots, N; \quad (2)$$

$$\forall (r_j, z) \in \Omega$$

та граничних умов першого та третього роду, відповідно:

$$\bar{\Phi}_i(r_j, z, t) \Big|_{\substack{r_i=0 \\ z=0 \\ z=z_{\max}}}^{r_i=r_{\max}} = \varphi_i [P_i(r_j, z, t)],$$

$$\frac{\partial \bar{\Phi}_i(r_j, z, t)}{\partial r_i} \Big|_{\substack{r_i=0 \\ r_i=r_{\max}}} = \lambda_i [\bar{\Phi}(r_j, z, t), P_i(r_j, z, t)], \quad (3)$$

де $\bar{\Phi}_i(r_j, z, t)$ — неперервні функції стану, що залежать від часової $t \in (0, t_k)$ та просторових $\forall (r_j, z) \in \Omega$ координат; функції стану $\bar{\Phi}_i(r_j, z, t)$ визначаються розв'язком системи (1)–(3), що (за визначенням) існує і є єдиним; $\bar{U}_g(r_j, z, t), g = 1, \dots, k^*$ — функції розподіленого управління, що належать гільбертовому простору \bar{U}_{g_s} на R^{M_k} . Змінні стану $\bar{\Phi}_i(r_j, z, t)$ та управління $\bar{U}_g(r_j, z, t)$ визначено у відкритих гільбертових просторах із границями відповідно $\Omega_{\Phi_i}, \Omega_{U_r} \forall i = 1, \dots, k; \forall r = 1, \dots, k^*$. Функції $f_i[\cdot]$ та $y_i[\cdot]$ — неперервні лінійні або нелінійні функції; $D_i(\bar{\Phi}_i, r_j, z, t) = D_i\{r_i, z, t, \Phi_1(r_j, z, t), \Phi_2(r_j, z, t), \dots, \Phi_k(r_j, z, t)\}$ — лінійні або нелінійні функції, що характеризують дію зовнішніх збуджуючих впливів; $P_i(r_j, z, t), \forall i = 1, \dots, k; \forall j = 1, \dots, N; \forall (r_j, z) \in \Omega$ — задані функції на границі $\partial\Omega$ області, які можуть виступати в якості граничних керуючих впливів; $\lambda_i, \forall i = 1, \dots, k$ — параметр, який характеризує енергетичні властивості елементів об'єкта (технологічного апарата); N — число поверхонь теплообміну (зокрема, ректифікаційних тарілок). Змінні стану $\bar{\Phi}_i(r_j, z, t)$ та управління $\bar{U}_g(r_j, z, t)$ можуть визначати різні фізичні (температуру, витрату), або геометричні (рівень) величини, а також відхилення цих величин від стаціо-

нарних значень; параметри λ_i визначають відповідно: коефіцієнт теплопровідності, коефіцієнт теплопередачі тощо.

Для узагальненої ММ вигляду (1)–(3) розроблено чисельні схеми реалізації на основі схем з «вагами», відомих в літературі як економічні схеми Кранка-Ніколсона [4] та інструментальні засоби машинної реалізації, виконані шляхом модифікації ToolBox платформи Matlab.

Висновки. Запропоновано та реалізовано ММ процесів (апаратів) первинної обробки сирової нафти. Узагальнення та уніфікація цих ММ дали змогу при обчислювальній реалізації використовувати єдиний інструментарій у вигляді пакета прикладних модулів, що, у підсумку, дало зниження обчислювальних затрат на 25–40% (в залежності від конкретного технологічного апарату) у порівнянні з реалізацією за стандартними процедурами із використанням ToolBox платформи Matlab.

Список використаних джерел:

1. Технологический регламент установки ЭЛОУ–АВТ. ТР 00152282.006:2007. — Одесса : ОАО «ЛУКОЙЛ–Одесский НПЗ», 2007. — 208 с.
2. Погосов А. Ю. Моделирование физических процессов и технологическая информатизация в нефтяной промышленности и энергетике : монография / А. Ю. Погосов, С. А. Положаенко, Ю. В. Григоренко. — Одесса : Наука и техника, 2013. — 656 с.
3. Polozhaenko S. A. Reserch of solvability of task of authentication of water-oil mixtures on the parameters of tuning of mathematical model / S. A. Polozhaenko, Y. V. Grigorenko // Информатика та математичні методи в моделюванні. — 2012. — Т. 2, № 3 — С. 199–208.
4. Самарский А. А. Теория разностных схем / А. А. Самарский. — М. : Наука, 1983. — 616 с.

The mathematical models of processes and vehicles of perfect treatment of rock-tar are developed, and also generalization of these models with the purpose of typification and standardization of mathematical description is executed. Such the typification allows to carry out formalization and standardization of methods and facilities of mathematical design, and also to carry out machine realization of the indicated methods on a single compatible basis.

Key words: *perfect treatment of raw hydrocarbons, mathematical models, methods and facilities of mathematical design.*

Отримано: 25.03.2014