

швидкістю фільтрувалась рідина. Аналіз проб здійснювався електропотенціометричним і ваговим методом, залежно від досліджуваного об'єкта.

За даною методикою визначались коефіцієнти стислої дифузії при екстрагуванні селітри (KNO_3) з пористих частинок приготуєваних штучно (пористість – 25%, діаметр частинок – 1,5 мм і швидкість фільтрації складала 0,00033 м/с). Визначений коефіцієнт дифузії становив $D_M=1.5 \cdot 10^{-10} \text{ м}^2/\text{с}$.

Аналогічно визначались коефіцієнти дифузії для системи “бокситові спеки – 15% NaOH” при вилученні Al_2O_3 , який складав при температурі 60°C $D_M=1.83 \cdot 10^{-9} \text{ м}^2/\text{с}$. Для умов екстрагування сірки з руд Роздольського басейну при температурі 140°C, $d_{\text{сер}}=4.0 \text{ мм}$ і швидкості фільтрації $1.5 \cdot 10^{-3} \text{ м/с}$ - $D_M=7.6 \cdot 10^{-9} \text{ м}^2/\text{с}$.

1. Аксельруд Г.А. *Массообмен в системе твердое тело – жидкость*. Львів, 1970. – 182с.
2. Аксельруд Г.А., Семенов Е.М., *Кинетика извлечения окиси алюминия из спеков. // Цветные металлы*. – 1966. – №10. – С.48 – 51.
3. Аксельруд Г.А., Семенов Е.М., Дацко Р.М. *Массообмен при извлечении серы из слоя руды // ИФЖ*. – 1971. – Т. 21. – №3. – С. 447 – 451.
4. Аксельруд Г.А., Абрамов В.Я., Семенов Е.М. *Определение коэффициента диффузии алюмината натрия*. В кн.: *Производство глинозёма*. – Л.: *Металлургия*, 1969. – С. 72 – 75.

УДК 504:658.562

В.В. Семенюк, В.І. Семенюк, В.Г. Камбург, В.В. Венгржановська
Технологічний університет Поділля, м. Хмельницький

ВІД ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНОГО ДО ЕКОЛОГО-ЕКОНОМІЧНОГО МОДЕЛЮВАННЯ РЕСУРСОЗБЕРЕЖЕННЯ

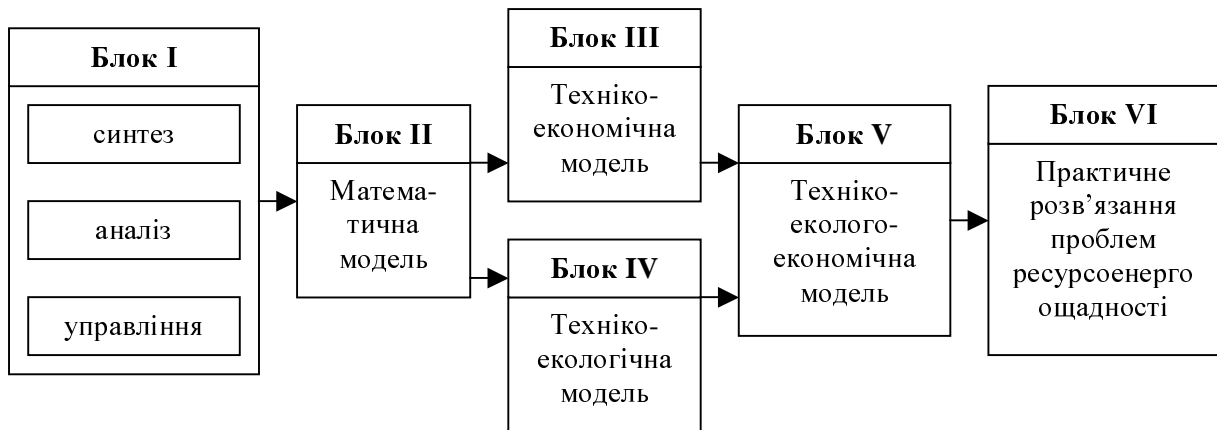
© Семенюк В.В., Семенюк В.І., Камбург В.Г., Венгржановська В.В., 2002

Показані необхідні та достатні умови переходу від техніко-економічного до еколого-економічного моделювання ресурсо- та енергозбереження.

We are show questions of wanting from technical-economics to ecology-economics models power and resource abilities.

Найближчим часом в Україні буде прийнято закон про екологічний аудит, який є складовою частиною екологічного менеджменту. Екоаудит є інструментом управління, який системно охоплює всі питання екологічної оцінки діяльності підприємства, удосконалення системи регулювання впливу підприємства на довкілля та оцінки його інвестиційної привабливості, в тому числі вирішення проблем збереження енергії та ресурсів [1 – 2]. А оскільки одним з головних споживачів природних ресурсів та енергії є промислові підприємства різних галузей народного господарства (також ці підприємства є широкомасштабними забруднювачами довкілля), то для них конче потрібна модернізація виробництв із застосуванням методів системного екологічного підходу. Під цим терміном ми розуміємо комплекс технологічних, управлінських і господарчих удосконалень і нововведень, які здатні поліпшити екологічні характеристики підприємства і зменшити його негативний тиск на природу та людину.

Розв'язати цю задачу можливо за допомогою системного аналізу, який знайшов широке застосування як в промисловості, так і в моделюванні соціально-економічних та екологічних систем [2 – 7]. Пояснимо це на схемі:



Розв'язування ресурсоенергетичних проблем методом системного аналізу

Природно, що блок IV є функцією “роботи” блоків I-V. Система синтез – аналіз управління виробництвом є аргументацією для побудови блоку II [3 – 5]. На основі блоку II створюється математична модель підприємства (Блок II, рис. 1), яка дає можливість розглянути техніко-економічну модель (блок III) [8] та виявити вплив виробництва (всього підприємства) на довкілля (блок IV). Об'єднання математичних моделей блоків III і IV дає змогу створити техніко-еколого-економічну модель (блок V), яка діє в оптимальному режимі [6], і перейти до розв'язування задач, пов'язаних зі збереженням природних ресурсів та зниженням енерговитрат на виробництві.

При побудові техніко-еколого-економічної моделі необхідно на кожному етапі моделювання мати оптимальні вихідні характеристики, для чого може бути застосовано метод динамічного програмування [9], тобто:

$$\begin{aligned}
 Q_k^*[x_1^{(k)}, \dots, x_n^{(k)}] &= \min Q_k[x_1^{(k)}, \dots, x_n^{(k)}, u_i^{(k+1)}, \dots, u_n^{(N)}] = \\
 &= \min \{ \varphi_{k+1}[u_1^{(k+1)}, \dots, u_r^{(k+1)}] + Q_{k+1}^*[x_1^{(k+1)}, \dots, x_n^{(k+1)}] \} \\
 u_i^{(k+1)}, \dots, u_i^{(N)} &\in D_i
 \end{aligned} \quad (1)$$

де $x_k^{(k)}$ – параметри, які описують роботу кожного блоку (функція Q_k); $u_i^{(k+1)}$ – параметри управління; Q_k^* – мінімальне значення функції Q_k при визначених аргументах \bar{x} та \bar{u} ; D_i – область оптимізації задачі.

В загальному вигляді математичну техніко-еколого-економічну модель можна подати як сукупність математичних моделей окремих елементів системи, зв'язаних між собою визначеними співвідношеннями [7]:

$$\left. \begin{aligned}
 \bar{Y}_i &= \bar{F}_i(\bar{X}_i, \bar{K}_i, \bar{V}_i) \\
 \bar{H}_i &= \phi_i(\bar{X}_i, \bar{K}_i, \bar{V}_i) \\
 \bar{Y}_k &= \bar{X}_n
 \end{aligned} \right\}, \quad (2) \text{ (в першому представленні “чорний ящик”)}$$

де $\bar{X}_i(\bar{Y}_i)$ – вектор параметрів стану вхідних (вихідних) матеріальних та енергетичних потоків; \bar{K}_i – вектор параметрів i -го елемента глобальної екосистеми; $i = \overline{1, N}$ – кількість її компонентів; k і n – номери компонентів, які зв'язані між собою; \bar{H}_i – вектор-функція

обмежень параметра стану зв'язків та компонентів глобальної соціоекосистеми; \bar{V}_i – вектор параметрів довкілля.

Як на нашу думку, то за основу моделювання енерго- та ресурсозбереження для промислових підприємств треба, в першу чергу, враховувати збитки, які спричиняються в довкіллі. Вони і повинні бути головною складовою частиною математичної моделі і будуть визначати політику підприємців відносно довкілля з метою недопущення його екологічної дестабілізації згідно з екологічними індексами, принципів, стратегій і законів з обов'язковим обліком трофічних ланцюгів [10].

При цьому попередньо визначається перелік речовин, які контролюють системи автоматичного моніторингу довкілля [11 – 12]. Методика базується на припущенні складання списку пріоритету забруднюючих речовин з врахуванням параметра використання повітря (ПП): реального $ПП_i = \frac{M_i}{Q_i}$ та вимагаемого $ПП_{ri} = \frac{M_i}{ГДК_i}$, де M_i – сумарна кількість викидів і-ї домішки; q_i – концентрація за даними розрахунків або досліджень; $ГДК_i$ – граничнодопустима концентрація забруднювальної речовини з урахуванням значень граничного забруднення атмосфери (ГЗА).

При цьому необхідно передбачити можливість взаємодії забруднювальних речовин, наявність рівноважних процесів та зміну концентрації забруднення з врахуванням швидкості повітря, що було показано нами в роботі, тобто використовувати такі рівняння, які дають змогу провести даний цикл розрахунків [15, 19]:

$$K = \frac{\prod_{j=1}^m C_j^{\gamma_j}}{\prod_{i=1}^n C_i^{\gamma_i}}, \quad (3) \quad (i = \bar{1}, n; j = \bar{1}, m)$$

$$W_{rj} = \sum_{r=1}^l \mu_{rj} \cdot k_r(T) \prod_{i,j=1}^{n,m} C_j^{\gamma_i}, \quad (4) \quad (r = \bar{1}, l)$$

$$C_{jr} = \frac{C_{jr}^0 V_1}{\frac{V_1}{V(1+k_r)} - \frac{V_1}{V(1+k_r)-1} \cdot e^{-\tau(1+k_r)}}, \quad (5)$$

де K – константа хімічної рівноваги; C_i, C_j – концентрації вихідних та кінцевих речовин; γ_i, γ_j – порядок реакцій за і- та j-м компонентами; W_{rj} – швидкість хімічної реакції за j-м компонентом в r-й реакції; μ_{rj} – стехіометричний коефіцієнт компонента в r-й реакції; V_1 – обсяг викидів забруднень; V – обсяг навколишнього середовища; τ – час досягнення хімічної рівноваги.

На нашу думку, кошторис повинен складатися з витрат, що зумовлені нанесенням збитку довкіллю з урахуванням сучасних підходів; прикладом може бути система CORINAIR [15 – 16].

1. Шевчук В.Я., Саталкін Ю.М., Навроцький В.М. та ін. Екологічний аудит: Посібник з екологічного менеджменту і екологічного аудиту. – К.: Символ-Т, 1997. – 221 с. 2. Шевчук В.Я., Саталкін Ю.М., Навроцький В.М. та ін. Модернізація виробництва: системно-екологічний підхід. – К.: Символ-Т, 1997. – 245 с. 3. Кроу К., Гамилец А., Хоффман Т. и др. Математическое моделирование химических производств // Пер с англ.; Под ред. проф. Г.М. Островского. – М.: Мир, 1973. – 392 с. 4. Химико-технологические системы. Синтез, оптимизация и управление / Под ред. И.М. Мухленова. – Л.: Химия, 1986. – 424 с. 5. Методы и средства автоматизированного расчета химико-технологических систем / Н.В.

Кузичкин, С.Н. Саутин, А.Е. Пунин и др. – Л.: Химия, 1987. – 152 с. 6. Лapidус А.С. Экономическая оптимизация химических производств. – М.: Химия, 1986. – 208 с. 7. Семенюк В.І., Семенюк В.В. Оптимальні шляхи рішення соціоекологічних проблем / Питання соціоекології. Матеріали Першої всеукраїнської конференції “Теоретичні та прикладні аспекти соціоекології”. Том 1. – Львів: ЛДУ, 1996. – С. 50 – 52. 8. Кафаров В.В. Методы кибернетики в химии и химической технологии. – М.: Химия, 1985. – 448 с. 9. Островский Г.М., Волин Ю.М. Методы оптимизации сложных химико-технологических схем. – М.: Химия, 1970. – 328 с. 10. Дедю И.И. Экологический энциклопедический словарь. – Кишинев: Гл. ред. МСЭ, 1990. – 408 с. 11. Семенюк В.І., Венгржановський В.А., Семенюк В.В. Щодо вдосконалення системи моніторингу в Україні // Вісн. Технологічного ун-ту Поділля, частина 1, технічні науки. – 2000. – №5. – С. 181 – 182. 12. Руководство по контролю загрязнения атмосферы. РД.52.04.186-89. – М.: Госком СССР по гидрометеорологии, Минздрав СССР, 1991. – 693 с. 13. Семенюк В.І., Семенюк В.В. Об учете химического взаимодействия вредных выбросов в атмосфере / Тезисы докладов Украинской конференции «Моделирование и исследование устойчивости систем», Киев 20 – 24 мая 1996 г. – С. 122 – 123. 14. Валерий Семенюк, Виктор Венгржановский, Владимир Семенюк. Мониторинг в контроле за энергосбережением / Вісн. Державного університету “Львівська політехніка”. – 1999. – №2. – С. 288 – 292. 15. Семенюк В.І., Камбург В.Г., Семенюк В.В. До впровадження системи CORINAIR в Україні // Міжнародний науково-технічний журнал “Вимірювальна та обчислювальна техніка в технологічних процесах”. – 2000. – №1. – С. 176 – 179. 16. Удельные выбросы загрязняющих веществ в атмосферный воздух различными производствами (на основе «Руководства по инвентаризации выбросов в атмосферу CORINAIR»). – Донецк: УкрНЦТЭК, 2001. – 268 с.

УДК 504:658.562

В.В. Семенюк, В.І. Семенюк, В.Г. Камбург, В.А. Венгржановський
Технологічний університет Поділля, м. Хмельницький

ВИКОРИСТАННЯ МАТЕМАТИЧНОГО МОДЕЛЮВАННЯ ДЛЯ ЕНЕРГО- ТА РЕСУРСОЗБЕРЕЖЕННЯ

© Семенюк В.В., Семенюк В.І., Камбург В.Г., Венгржановський В.А., 2002

Наведена модель розрахунку розсіювання забруднювальних речовин залежно від висоти стаціонарного джерела викиду. На базі цієї моделі показано можливість зміни стану довкілля та його енергетичних та ресурсних здібностей.

The model of calculation of dispersion of polluting substances is given on height of a stationary source of emission. On the basis of this model the opportunity of change of a condition of an environment and its power and resource abilities is shown.

Сучасні методи розрахунку розсіювання забруднювальних речовин (ЗР) в атмосферному повітрі від стаціонарних джерел викидів базуються на формулі Саттона [1] або на залежностях, які наведено в ОНД-86 [2] (останній документ є обов’язковим для екологічних досліджень в Україні).

Однак у формули Саттона є ряд недоліків:

$$C_{x,y,z} = \frac{10^3 M}{\Pi \sigma_j \sigma_z \bar{u}} \exp\left[-\frac{y^2}{2\sigma_y^2}\right] \exp\left[-\frac{h^2}{2\sigma_z^2}\right], \quad (1)$$